

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Integrated circuits – EMC evaluation of transceivers –
Part 7: CXPI transceivers**

**Circuits intégrés – Évaluation de la CEM des émetteurs-récepteurs –
Partie 7: Émetteurs-récepteurs CXPI**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-7:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Integrated circuits – EMC evaluation of transceivers –
Part 7: CXPI transceivers**

**Circuits intégrés – Évaluation de la CEM des émetteurs-récepteurs –
Partie 7: Émetteurs-récepteurs CXPI**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.200

ISBN 978-2-8322-1083-2

**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.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviated terms.....	8
4 General	9
5 Test and operating conditions.....	11
5.1 Supply and ambient conditions.....	11
5.2 Test operation modes	11
5.3 Test configuration	12
5.3.1 General test configuration for functional test.....	12
5.3.2 General test configuration for unpowered ESD test.....	13
5.3.3 Coupling ports and coupling networks for functional tests	13
5.3.4 Coupling ports and coupling networks for unpowered ESD tests	14
5.3.5 Power supply with decoupling network.....	15
5.4 Test signals	15
5.4.1 General	15
5.4.2 Test signals for normal operation mode.....	15
5.4.3 Test signal for wake-up from sleep mode.....	17
5.5 Evaluation criteria	18
5.5.1 General	18
5.5.2 Evaluation criteria in functional operation modes during exposure to disturbances	18
5.5.3 Evaluation criteria in unpowered condition after exposure to disturbances	20
5.5.4 Status classes	21
6 Test and measurement.....	21
6.1 Emission of RF disturbances.....	21
6.1.1 Test method	21
6.1.2 Test setup	21
6.1.3 Test procedure and parameters	22
6.2 Immunity to RF disturbances.....	22
6.2.1 Test method	22
6.2.2 Test setup	23
6.2.3 Test procedure and parameters	24
6.3 Immunity to impulses	26
6.3.1 Test method	26
6.3.2 Test setup	26
6.3.3 Test procedure and parameters	27
6.4 Electrostatic discharge (ESD)	30
6.4.1 Test method	30
6.4.2 Test setup	30
6.4.3 Test procedure and parameters	32
7 Test report.....	32
Annex A (normative) CXPI test circuits	33
A.1 General.....	33

A.2	CXPI test circuit for functional tests on standard type-A CXPI transceiver ICs.....	33
A.3	CXPI test circuit for functional tests on standard type-B CXPI transceiver ICs.....	36
A.4	CXPI test circuit for functional tests on ICs with embedded CXPI transceiver.....	38
A.5	CXPI test circuit for unpowered ESD test on a standard type-A CXPI transceiver IC	39
A.6	CXPI test circuit for unpowered ESD test on a standard type-B CXPI transceiver IC	40
Annex B	(normative) Test circuit boards.....	42
B.1	Test circuit board for functional tests	42
B.2	ESD test	43
Annex C	(informative) Examples for test limits for CXPI transceiver in automotive application	44
C.1	General.....	44
C.2	Emission of RF disturbances.....	44
C.3	Immunity to RF disturbances.....	44
C.4	Immunity to impulse	44
C.5	Electrostatic discharge (ESD)	44
Annex D	(informative) Example of setting for test signals.....	45
Annex E	(informative) Points to note for impulse immunity measurement for functional status class A _{IC}	47
E.1	General.....	47
E.2	Points to note when testing Pulse 1	47
Bibliography		49
Figure 1	– PHY sub-layers overview and CXPI transceiver types	10
Figure 2	– General test configuration for tests in functional operation modes	12
Figure 3	– General test configuration for unpowered ESD test	13
Figure 4	– Coupling ports and networks for functional tests	13
Figure 5	– Coupling ports and networks for unpowered ESD tests	14
Figure 6	– Principal drawing of the maximum deviation in the I-V characteristic	20
Figure 7	– Test setup for measurement of RF disturbances	21
Figure 8	– Test setup for DPI tests.....	23
Figure 9	– Test setup for impulse immunity tests	27
Figure 10	– Test setup for direct ESD tests.....	31
Figure A.1	– General drawing of the circuit diagram of the test network for standard type-A CXPI transceiver ICs for functional tests	35
Figure A.2	– General drawing of the circuit diagram of the test network for standard type-B CXPI transceiver ICs for functional tests	37
Figure A.3	– General drawing of the circuit diagram of the test network for ICs with embedded CXPI transceiver for functional tests	39
Figure A.4	– A general drawing of the test circuit diagram for testing direct ESD of CXPI transceiver in unpowered mode	40
Figure A.5	– A general drawing of the test circuit diagram for testing direct ESD of CXPI standard Type-B transceiver in unpowered mode.....	41
Figure B.1	– Example of IC interconnections of CXPI signal	42
Figure B.2	– Example of ESD test board for CXPI transceiver ICs	43
Figure D.1	– Example of signal setting for standard type-A in 2 transceiver configuration.....	45

Figure D.2 – Example of signal setting for standard type-B in 2 transceiver configuration	46
Figure E.1 – Relationship between ISO 7637-2 Pulse 1 and transceiver VBAT supply	47
Figure E.2 – Transceiver VBAT supply image when t_2 time is shortened.....	48
Table 1 – Types for CXPI transceiver	9
Table 2 – Overview of required measurement and tests	10
Table 3 – Supply and ambient conditions for functional operation	11
Table 4 – Definition of coupling ports and coupling network components for functional tests	14
Table 5 – Definitions of coupling ports for unpowered ESD tests.....	15
Table 6 – Communication test signal TX1	16
Table 7 – Communication test signal TX2	17
Table 8 – Communication test signal TX3	17
Table 9 – Wake-up test signal TX4	18
Table 10 – Evaluation criteria for standard type-A in functional operation modes	19
Table 11 – Evaluation criteria for standard type-B in functional operation modes	19
Table 12 – Evaluation criteria for ICs with embedded CXPI transceiver in functional operation modes	20
Table 13 – Parameters for emission measurements	22
Table 14 – Settings for the RF measurement equipment	22
Table 15 – Specifications for DPI tests	24
Table 16 – Required DPI tests for functional status class AIC evaluation of standard type-A.....	25
Table 17 – Required DPI tests for functional status class AIC evaluation of standard type-B.....	25
Table 18 – Required DPI tests for functional status class AIC evaluation of ICs with embedded CXPI transceiver	25
Table 19 – Required DPI tests for functional status class CIC, D1IC or D2IC evaluation of standard CXPI transceiver ICs and ICs with embedded CXPI transceiver.....	26
Table 20 – Specifications for impulse immunity tests	28
Table 21 – Parameters for impulse immunity tests	28
Table 22 – Required impulse immunity tests for functional status class AIC evaluation of standard type-A	29
Table 23 – Required impulse immunity tests for functional status class AIC evaluation of standard type-B	29
Table 24 – Required impulse immunity tests for functional status class AIC evaluation of ICs with embedded CXPI transceiver	29
Table 25 – Required impulse immunity tests for functional status class CIC, D1IC or D2IC evaluation of standard CXPI transceiver ICs and ICs with embedded CXPI transceiver.....	30
Table 26 – Specifications for direct ESD tests.....	32
Table B.1 – Parameter ESD test circuit board	43
Table C.1 – Example of limits for impulse immunity for functional status class C _{IC} or D _{IC}	44

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INTEGRATED CIRCUITS –
EMC EVALUATION OF TRANSCEIVERS –****Part 7: CXPI 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.

IEC 62228-7 has been prepared by subcommittee 47A: Integrated circuits, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
47A/1130/FDIS	47A/1133/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. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 62228 series, published under the general title *Integrated circuits – EMC evaluation of transceivers*, 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 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-7:2022

INTEGRATED CIRCUITS – EMC EVALUATION OF TRANSCEIVERS –

Part 7: CXPI transceivers

1 Scope

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

- the emission of RF disturbances,
- the immunity against RF disturbances,
- the immunity against impulses and
- 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 – Part 4: Measurement of conducted emissions – 1 Ω /150 Ω direct coupling method*

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

IEC 62132-4:2006, *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 7637-2, *Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling – Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only*

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

ISO 20794-4, *Road vehicles – Clock extension peripheral interface (CXPI) – Part 4: Data link layer and physical layer*

ISO 20794-7:2020, *Road vehicles – Clock extension peripheral interface (CXPI) – Part 7: Data link and physical layer conformance test plan*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62228-1, IEC 61967-1 and IEC 62132-1, as well as the following apply.

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

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

3.1 Terms and definitions

3.1.1

global pin

pin that carries a signal or power, which enters or leaves the application board without any active component in between

3.1.2

standard CXPI transceiver IC

standalone CXPI transceiver according to ISO 20794-4 or IC with integrated CXPI transceiver cell with access to CXPI RXD and TXD signal

3.1.3

IC with embedded CXPI transceiver

IC with integrated CXPI transceiver cell and CXPI protocol handler but without access to CXPI RXD or TXD signal

3.1.4

mandatory components, pl

components needed for proper function of IC as specified by the IC manufacturer

3.2 Abbreviated terms

ASSP	application specific standard product
CRC	cyclic redundancy check
CXPI	Clock Extension Peripheral Interface
DLL	data link layer
EN	enable
FI	frame information
IBS	inter byte space
NRZ	non-return to zero
PCB	printed circuit board
PID	protected identifier
PMA	physical media attachment
PS	physical signalling
PWM	pulse width modulation
RX _{PWM}	output signal for receiver in CXPI bus-line driver
RXD _{NRZ}	output signal for receiver in CXPI codec circuit

TX _{PWM}	input signal for transmitter in CXPI bus-line driver
TXD _{NRZ}	input signal for transmitter in CXPI codec circuit
UART	universal asynchronous receiver / transmitter

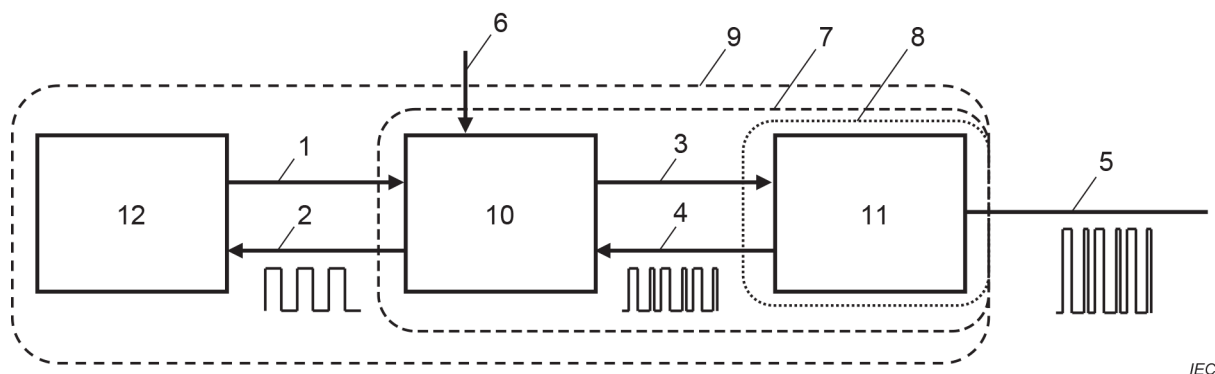
4 General

The intention of this document is to evaluate the EMC performance of CXPI transceiver ICs under application conditions in a minimal network. CXPI Transceiver ICs are generally classified into three types, as listed in Table 1.

Figure 1 shows a sample configuration of each type of CXPI transceiver IC. The overview of the PHY sublayers is following ISO 20794-4. Standard type-A comprises a CXPI transceiver IC that contains the PS sublayer and the PMA sublayer. Standard type-B contains only the PMA sublayer. The Embedded type includes a microcontroller or ASSP function, in addition to the functions of Standard type-A. The PMA sublayer transmits and receives communication data on the bus line in the PWM signal format. The PS sublayer has the clock generation function, the encoding and decoding of CXPI frames and the bit-wise collision resolution logic. The microcontroller or ASSP transmits and receives the communication data in the NRZ signal format according to the specifications of the application.

Table 1 – Types for CXPI transceiver

Transceiver classification	CXPI transceiver type	Communication sublayer implementation
Standard CXPI transceiver IC	Standard type-A	with PMA and PS sublayer
	Standard type-B	with PMA sublayer only
IC with embedded CXPI transceiver	Embedded type	with PMA, PS sublayer and DLL



Key

- 1 TXD_{NRZ}
- 2 RXD_{NRZ}
- 3 TX_{PWM}
- 4 RX_{PWM}
- 5 CXPI network
- 6 Clock (master node only, provided externally or from micro controller)
- 7 Standard type-A
- 8 Standard type-B
- 9 Embedded type
- 10 PMA
- 11 PS
- 12 Microcontroller or ASSP etc. including DLL

Figure 1 – PHY sub-layers overview and CXPI transceiver types

The evaluation of the EMC characteristics of CXPI transceivers shall be performed in functional operation modes under network conditions for RF emission, RF immunity and impulse immunity tests, and on a single unpowered transceiver IC for electrostatic discharge tests.

The aim of these tests is to determine the EMC performance of the CXPI transceiver on dedicated global pins, which are considered as EMC relevant in the application. For a standard CXPI transceiver IC and an IC with an embedded CXPI transceiver, these pins are VBAT and CXPI.

The test methods used for EMC characterization are based on the international standards for IC EMC tests and are described in Table 2.

Table 2 – Overview of required measurement and tests

Transceiver mode	Required test	Test method	Evaluation	Functional operation mode
Functional (powered)	RF emission	150 Ω direct coupling (IEC 61967-4)	Spectrum	Normal
	RF immunity	DPI (IEC 62132-4)	Function	Normal
				Sleep
	Impulse immunity	Non-synchronous transient injection (IEC 62215-3)	Function	Normal
				Sleep
Passive (unpowered)	ESD	Contact discharge (ISO 10605)	Damage	Unpowered

The RF emission, RF immunity and impulse immunity test methods are selected for the evaluation of EMC characteristic of transceivers in functional (powered) modes. These three test methods are based on the same approach using conductive coupling. Therefore, it is possible to use the same test board for all tests in functional operation mode, which reduces the effort required and increases the reproducibility and comparability of test results.

The ESD test is performed on passive (unpowered) transceiver IC on a separate test board.

All measurements and tests should be done with soldered transceivers on test boards as described in Annex B, to ensure application like conditions and avoid setup effects by sockets.

Annex C provides example test limits and levels for CXPI transceivers in automotive application.

In general, the test definition is done for standard CXPI transceiver ICs. For ICs with embedded CXPI transceivers some adaptations are necessary which are described in this document. Specific adaptations shall be done individually for the dedicated IC but shall follow the general definitions identified.

5 Test and operating conditions

5.1 Supply and ambient conditions

For all tests and measurements under operating conditions, the settings are based on systems with a 12 V power supply, which is the main application for CXPI transceivers. If a transceiver is designed or targeted for a higher power supply voltage, the test conditions and test targets shall be adapted and documented accordingly. The defined supply and ambient conditions for functional operation are given in Table 3. Although the standard voltage of VCC_{ext} is 5 V, other voltages such as 3,3 V may be supplied depending on the product.

Table 3 – Supply and ambient conditions for functional operation

Parameter	Value
Voltage supply $VBAT_{ext}$	$(14 \pm 0,2)$ V (default)
Voltage supply VCC_{ext}	$(5 \pm 0,1)$ V (default), $(3,3 \pm 0,1)$ V
Test temperature	(23 ± 5) °C

For RF emission measurements, the ambient noise floor shall be at least 6 dB below the applied target limit and documented in the test report.

Unpowered ESD tests shall be carried out without any supply voltage, and the requirements of ISO 10605 climatic environmental conditions shall be applied.

5.2 Test operation modes

The CXPI transceiver ICs shall be tested in powered functional operation modes and in the unpowered mode. The functional operation modes are normal mode and sleep mode.

5.3 Test configuration

5.3.1 General test configuration for functional test

The test configuration in general consists of CXPI transceivers with mandatory external components and components for filtering and decoupling (CXPI_{ext} node) in a minimal test network, where filtered power supplies, signals, monitoring probes and coupling networks are connected as shown in Figure 2. Node 1 is defined as the master node, and Node 2 is defined as the slave node.

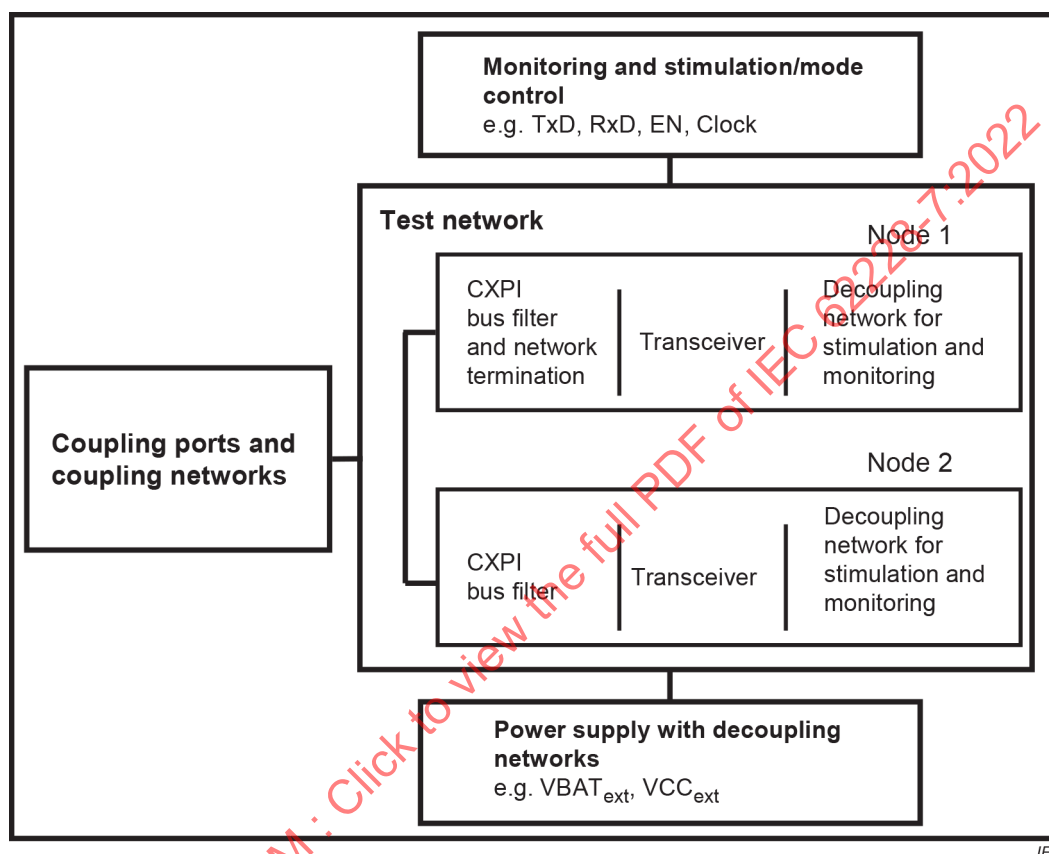


Figure 2 – General test configuration for tests in functional operation modes

For evaluation of RF emission, RF immunity and the impulse immunity characteristics of a CXPI transceiver in functional operation mode, a minimal CXPI test network consisting of two CXPI transceiver ICs shall be used. Depending on the type of transceiver the following network configurations are defined:

- two transceivers of same type in case of standard CXPI transceiver IC (DUT), or
- one IC with embedded CXPI transceiver (DUT) and one standard CXPI transceiver IC.

NOTE In specific cases or for analyses, a deviation from this setup can be agreed between the users of this document and will be noted in the test report.

The CXPI network termination and bus filter including ESD suppression devices (e.g. zener diode) if used, shall comply with the time constant defined in ISO 20794-4. If an optional ESD suppression device is used (e.g. to achieve a certain ESD or impulse immunity level) it shall be used for all other tests of this document and documented in the test report.

A general drawing of a schematic with more details of the CXPI transceiver test network is given in Annex A.

5.3.2 General test configuration for unpowered ESD test

The general test configuration for unpowered ESD test of CXPI transceiver ICs consists of a single CXPI transceiver IC with mandatory external components and components for filtering on a test board with discharge coupling networks as shown in Figure 3.

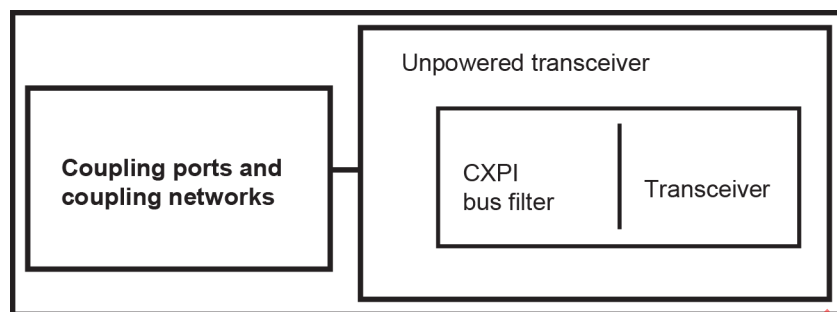
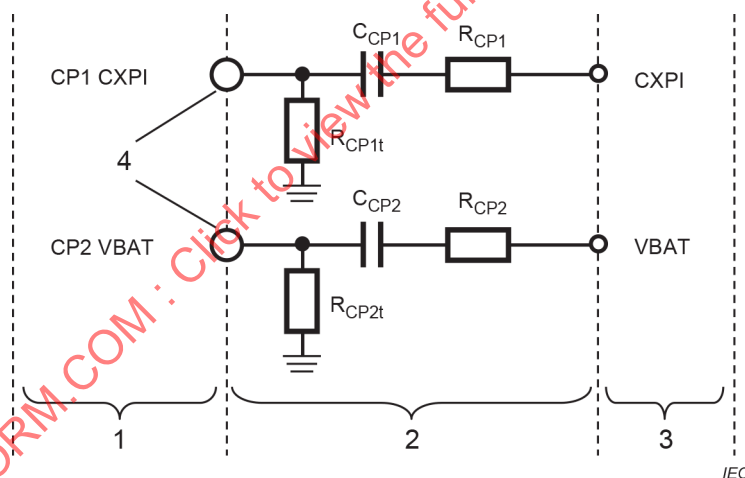


Figure 3 – General test configuration for unpowered ESD test

5.3.3 Coupling ports and coupling networks for functional tests

The coupling ports and coupling networks are used to transfer disturbances to or from the test network with a defined transfer characteristic. The schematic of the coupling ports, networks and pins are shown in Figure 4. The values of the components depend on the test method and are defined in Table 4. The tolerance of the components should be 1 % or less.



Key

- 1 Coupling ports
- 2 Coupling networks
- 3 Pin networks (including all external mandatory components for the respective pin)
- 4 RF connector

Figure 4 – Coupling ports and networks for functional tests

Table 4 – Definition of coupling ports and coupling network components for functional tests

Port	Type	Purpose	Component		
			R_{CP1}, R_{CP2}	C_{CP1}, C_{CP2}	R_{CP1t}, R_{CP2t}
CP1	EMI1	RF emission measurement on CXPI	120 Ω	4,7 nF	51 Ω
	RF1	RF coupling for test on CXPI	0 Ω	4,7 nF	not used
	IMP1	Impulse coupling on CXPI	0 Ω	1,0 nF	not used
CP2	EMI2	RF emission measurement on VBAT	120 Ω	6,8 nF	51 Ω
	RF2	RF coupling for test on VBAT	0 Ω	6,8 nF	not used
	IMP2	Impulse coupling on VBAT	0 Ω	Shorted	not used

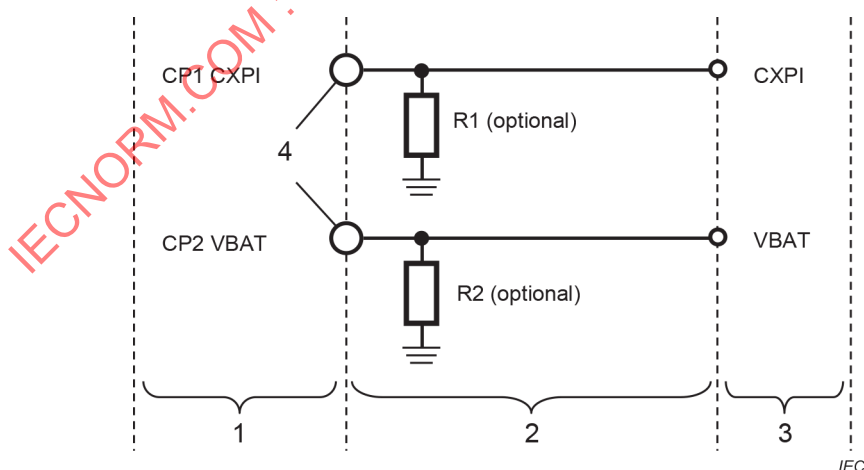
The test configurations with coupling ports and coupling networks connected to the CXPI test network are given in the general drawing of schematics in Figure A.1 for standard type-A CXPI transceiver ICs, in Figure A.2 for standard type-B CXPI transceiver ICs and in Figure A.3 for ICs with embedded CXPI transceiver.

The characterization of the coupling ports and coupling networks is carried out as follows:

The magnitude of insertion losses (S21 measurement) between the ports CP1, CP2 and the respective transceiver signal pads on the test board shall be measured and documented in the test report. For this characterization, the coupling port shall be configured for the RF immunity or emission test and the CXPI transceiver ICs shall be removed. All other components which are directly connected to the coupling port (e.g. filter to power supply or loads) remain on the test board.

5.3.4 Coupling ports and coupling networks for unpowered ESD tests

The coupling ports and coupling networks used for unpowered direct ESD tests connect the discharge points to the CXPI transceiver IC test circuitry. The schematic and definitions of the coupling ports, networks and pins are given in Figure 5 and Table 5.



Key

- 1 Coupling ports
- 2 Coupling networks
- 3 Pin networks (including all external mandatory components for the respective pin)
- 4 Discharge point

Figure 5 – Coupling ports and networks for unpowered ESD tests

Table 5 – Definitions of coupling ports for unpowered ESD tests

Port	Type	Purpose	Component
CP1	ESD1	ESD coupling on CXPI	Metal trace for galvanic connection ^a
CP2	ESD2	ESD coupling on VBAT	Metal trace for galvanic connection ^a
^a The optional resistors R1 and R2 with $R \geq 200 \text{ k}\Omega$ are used to avoid static pre-charge at the discharge point caused by the ESD generator. Sparking over at these resistors at high test levels shall be avoided. If a static pre-charge is prevented by the ESD generator construction, these resistors are not needed. Alternatively, an external resistor can be used to remove the pre-charge on each discharge point before each single test.			

5.3.5 Power supply with decoupling network

In the general test configurations, decoupling circuits shall be added to the supply lines such as VBAT and VCC.

See Annex A for an example of decoupling circuits on a test configuration with two CXPI transceiver ICs.

5.4 Test signals

5.4.1 General

Depending on the transceiver type, different test signals are defined for communication in normal operation mode and wake-up from sleep mode.

5.4.2 Test signals for normal operation mode

The communication test signal TX1 shall be used for testing standard type-A CXPI transceiver ICs in normal operation mode. The communication test signal TX2 shall be used for testing standard type-B CXPI transceiver ICs in normal operation mode. The parameters of these periodical signals are defined in Table 6 and Table 7. An example of setting for test signals is given in Annex D.

Table 6 – Communication test signal TX1

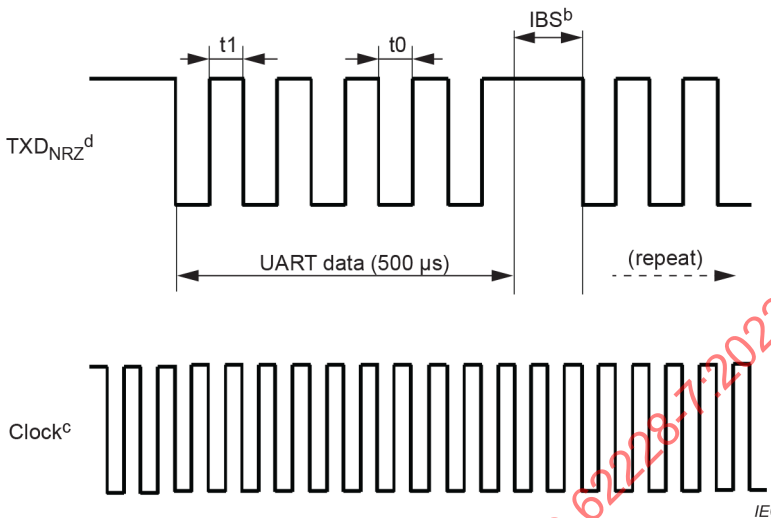
Test signal	TX1 ^a
Signal type	 TXD_{NRZ}^d UART data (500 µs) (repeat) Clock^c IEC
Frequency	TXD _{NRZ} : 10 kHz Clock: 20 kHz
Bit rate	20 kbps
Amplitude	VCC ± 0,1 V
Key t1 Pulse width of logical value '1' = 50 µs t0 Pulse width of logical value '0' = 50 µs ^a The TXD _{NRZ} of TX1 is input to the transmission data input pin of Node 2 (CXPI slave) and the clock of TX1 is input to the clock signal input pin of Node 1 (CXPI master). ^b Default value = 100 µs. Details are described in ISO 20794-4 and product specifications. ^c The clock signal is a square waveform with 50 % duty cycle (default). ^d The phase difference between TXD _{NRZ} and Clock is defined for the test purpose. The recommended default value for the timing difference between the falling edge of TXD _{NRZ} and the falling edge of Clock is 0 µs.	

Table 7 – Communication test signal TX2

Test signal	TX2 ^a
Signal type	
Frequency	20 kHz
Bit rate	20 kbps
Amplitude	VCC ± 0,1 V
Key t1 Pulse width of logical value '1' = 50 µs t0 Pulse width of logical value '0' = 50 µs t1d Dominant time of logical value '1' = 12,5 µs t0d Dominant time of logical value '0' = 35 µs ^a The TX2 is input to the transmission data input pin of Node 1 (CXPI master). ^b Default value = 100 µs. Details are described in ISO 20794-4 and product specifications.	

The communication test signal TX3 shall be used for tests of ICs with embedded CXPI transceiver in normal mode. The signal is defined as a CXPI frame with the parameters given in Table 8 where the embedded CXPI transceiver has to transmit and/or respond depending on its designed or programmed functionality. The TX3 signal shall be based on the protocol in ISO 20794-7:2020, Clause 6. The signal is applied as input signal to the master node which is either a standard type-A or a standard type-B CXPI transceiver IC. The transmitting and/or responding signal from embedded type transceiver IC which is the slave node is monitored on RX (RXD_{NRZ} or RX_{PWM}) signal of the master node.

Table 8 – Communication test signal TX3

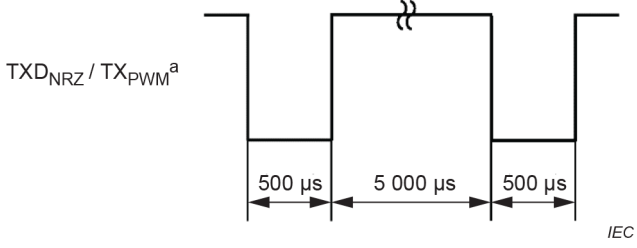
Test signal	TX3
Signal type	CXPI frame
Protocol	ISO 20794-7:2020, Clause 6 ^a
Bit rate	20 kbps ^b
PID, FI and Data	Depending on designed or programmed functionality of the CXPI transceiver IC under test
Amplitude	VCC ± 0,1 V
^a If possible, it should be used for all tests. Optional testing using other protocol version is possible. ^b The given bit data rate is defined as the default. If possible, it should be used for all tests. Optional testing using other bit data rate is possible.	

5.4.3 Test signal for wake-up from sleep mode

The wake-up test signal TX4 shall be used for test of wanted wake-up from sleep mode requested by the slave node to the master node for standard CXPI transceiver ICs. The parameters of this signal are defined in Table 9. It shall be sent only once as wake-up request.

Depending on the transceiver under test, a second signal with a data frame or longer wake-up request might be necessary to get a data response from the transceiver under test or set the DUT back in sleep mode before the next test. The wake-up test signal applied to a specific transceiver shall meet the definition of ISO 20794-4.

Table 9 – Wake-up test signal TX4

Test signal	TX4
Signal type	 TXD_{NRZ} / TX_{PWM}^a 500 µs 5 000 µs 500 µs IEC
Amplitude	VCC ± 0,1 V
^a The test signal used depends on the transceiver type, TXD _{NRZ} for standard type-A, TX _{PWM} for standard type-B. The TX4 is input to the transmission data input pin of Node 2 (CXPI slave).	

5.5 Evaluation criteria

5.5.1 General

For immunity performance evaluation of CXPI transceiver ICs, different evaluation criteria are defined for functional operation modes during exposure to disturbances and for unpowered condition after exposure to disturbances.

The resulting functional status of the CXPI transceiver IC shall be classified in status classes A_{IC}, C_{IC}, D_{1IC} or D_{2IC} according to IEC 62132-1, following the definitions in 5.5.4.

5.5.2 Evaluation criteria in functional operation modes during exposure to disturbances

The evaluation criteria in functional operation mode are defined for standard type-A in Table 10, for standard type-B in Table 11 and for ICs with embedded CXPI transceiver in Table 12.

The specified boundary values as identified in Table 10, Table 11 and Table 12 shall be used for failure monitoring. The failure validation applies to all transceivers in the test network if not otherwise defined. As soon as a transceiver under test violates the specific boundary values, an error event for this test case is generated. The reference values of the monitored signals depend on the transceiver under test and shall be captured in undisturbed conditions before the test. These reference signals combined with the boundary values are used to generate the failure validation masks. Deviations from the defined boundary values can be agreed and should be noted in the test report.

In normal operation mode, the communication will be evaluated. In sleep mode, the wanted and unwanted wake-up functions will be evaluated.

Table 10 – Evaluation criteria for standard type-A in functional operation modes

Transceiver mode	Purpose	Test signal TXD_{NRZ}	Monitoring condition trigger		Maximum variations voltage / time RXD_{NRZ}
			Trigger	Observation window	
Normal	Communication	TX1	First falling edge of TXD_{NRZ} signal	–100 μ s / 400 μ s	$\pm 20\%$ VCC / $\pm 7,5\ \mu$ s
Sleep ^a	Unwanted wake-up	without	Auto trigger	200 μ s	$\pm 20\%$ VCC / – ^b
	Wanted wake-up ^c	TX4	First falling edge of TX4 signal	–100 μ s / 6 100 μ s	$\pm 20\%$ VCC / $\pm 100\ \mu$ s
Different boundary values can be agreed for special cases and shall be noted in the test report. ^a The wake-up evaluation depends on the functionality of the CXPI transceiver. VBAT or VCC current can be monitored as well as RXD_{NRZ}. Both nodes shall be set to sleep mode before the test as shown in Figure D.1. ^b static signal, independent of the duration ^c details of the wanted wake-up see Annex D.					

Table 11 – Evaluation criteria for standard type-B in functional operation modes

Transceiver mode	Purpose	Test signal TX_{PWM}	Monitoring condition trigger		Maximum variations voltage / time RX_{PWM}
			Trigger	Observation window	
Normal	Communication	TX2	First falling edge of the dominant time $t_{0d} = 35\ \mu$ s of TX2 signal	–40 μ s / 160 μ s	$\pm 20\%$ VCC / $\pm 3,75\ \mu$ s
Sleep ^a	Unwanted wake-up	without	Auto trigger	200 μ s	$\pm 20\%$ VCC / – ^b
	Wanted wake-up ^c	TX4	First falling edge of TX4 signal	–100 μ s / 6 100 μ s	$\pm 20\%$ VCC / $\pm 100\ \mu$ s
Different boundary values can be agreed for special cases and shall be noted in the test report. ^a The wake-up evaluation depends on the functionality of the CXPI transceiver. VBAT or VCC current can be monitored as well as RX_{PWM}. Both nodes shall be set to sleep mode before the test as shown in Figure D.2. ^b static signal, independent of the duration ^c details of the wanted wake-up see Annex D.					

For ICs with embedded CXPI transceiver, the failure validation shall be composed according to its functionality following the definitions.

Table 12 – Evaluation criteria for ICs with embedded CXPI transceiver in functional operation modes

Transceiver mode	Purpose	Test signal	Monitoring condition trigger		Maximum variations voltage / time Other functions	CXPI data monitoring tool
			Trigger	Observation window		
Normal	Real Communication	TX3	-	-	-	Error indication ^a
Sleep	Unwanted wake-up	without	Auto trigger	-	Wake-up indication ^b	-
	Wanted wake-up ^c	Depends on product specifications	Sleep mode control signal	Depends on product specifications	Wake-up indication ^b	Wake-up indication ^d

Different boundary values can be agreed for special cases and shall be noted in the test report.

^a monitoring of byte error, CRC error, and parity error described in ISO 20794-4

^b signal of a DUT function which is able to indicate a wake-up event (e.g. voltage output, current consumption etc.)

^c Test signals and the monitoring condition should be determined by reference to ISO 20794-4 and the product specification.

^d Wake-up indication can be used to determine wake-up using real communication.

5.5.3 Evaluation criteria in unpowered condition after exposure to disturbances

The input characteristic of a pin under test to GND (current versus voltage) shall be measured using e.g. a semiconductor parameter analyzer. The test voltage range should cover or exceed the maximum voltage rating of the pin under test up to the level where e.g. break down, snap back or clamping occurs.

NOTE Commonly used test voltages are ± 50 V to ± 70 V with test current limitations of $\pm 0,5$ mA to ± 5 mA in order to avoid damage of IC during characteristic curve measurement.

Any significant change in the I-V characteristic (e.g. more than ± 5 % of the maximum applied test voltage or current) measured before and after the immunity test is considered as a failure. Figure 6 shows a principal drawing of the maximum deviation in the I-V characteristic.

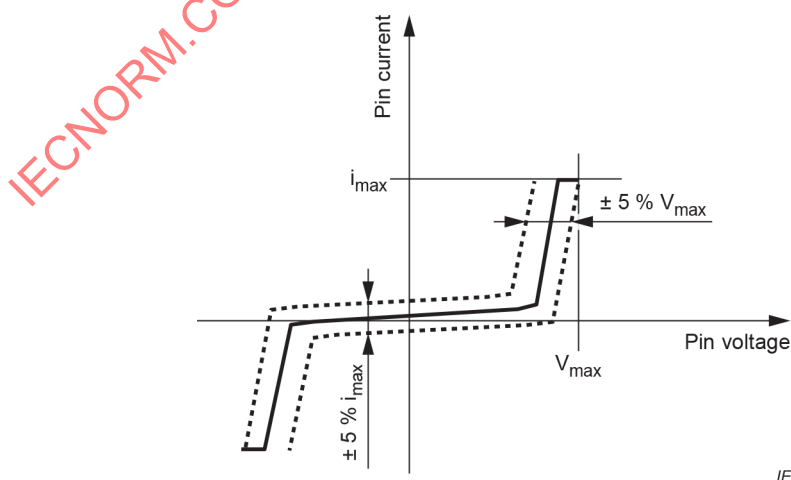


Figure 6 – Principal drawing of the maximum deviation in the I-V characteristic

As an alternative to the above described I-V characteristic test, a parameter test according to the product specification of the DUT can be used as well to verify damages of the IC.

5.5.4 Status classes

The functional status classes for CXPI transceiver ICs based on the evaluation criteria are defined as A_{IC} , C_{IC} , $D1_{IC}$ or $D2_{IC}$ in 8.3 of IEC 62132-1:2015.

6 Test and measurement

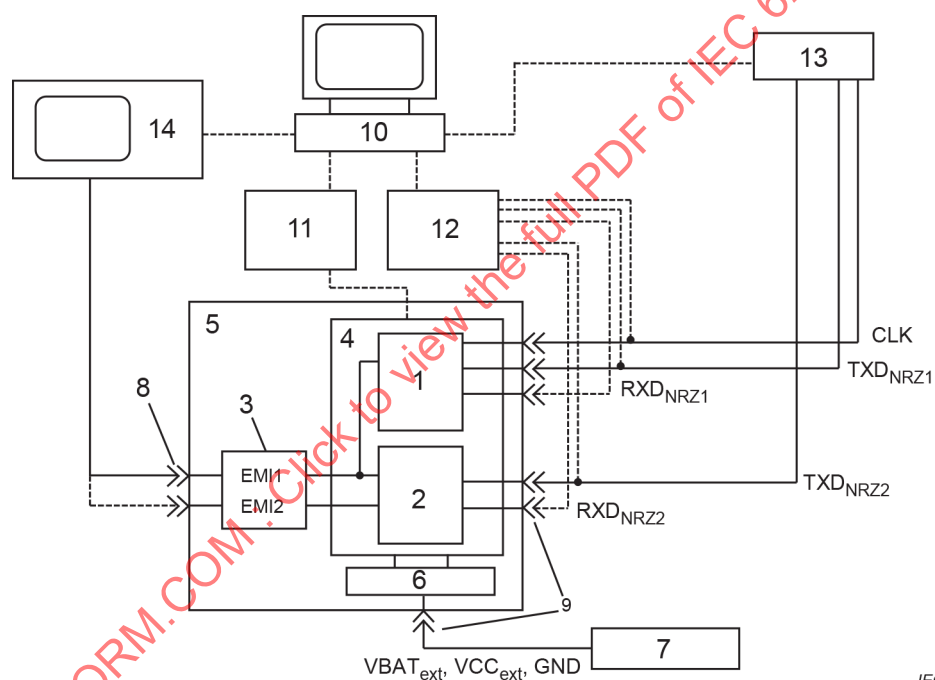
6.1 Emission of RF disturbances

6.1.1 Test method

The measurement of the RF emission shall be performed by the 150 Ω direct coupling method according to IEC 61967-4.

6.1.2 Test setup

The RF emission measurement of the transceiver shall be carried out using the typical setup shown in Figure 7. The details are given in Annex A.



IEC

Key

1	Node 1 (Master)	11	Mode control unit (optional)
2	Node 2 (Slave)	12	CXPI analyzer (optional)
3	Coupling port (EMI1:CP1, EMI2: CP2)	13	Pattern generator for stimulation
4	Test network	14	Spectrum analyzer / EMI receiver
5	Test board		
6	Decoupling networks		
7	Power supply (VBAT, VCC, GND)		
8	Coaxial connector (CXPI: EMI1, VBAT: EMI2)		
9	Connectors		
10	Control PC (optional)		

Figure 7 – Test setup for measurement of RF disturbances

The test equipment requirements are the following:

- spectrum analyzer / EMI receiver;
- test board;
- pattern generator;
- power supply;
- mode control unit (optional, if possible remotely controlled by the PC);
- control PC (optional);
- CXPI analyzer (optional, only needed for testing ICs with embedded CXPI transceiver).

6.1.3 Test procedure and parameters

The RF emission test shall be performed according to Table 13. The used ESD suppression devices shall be documented in the test report.

Table 13 – Parameters for emission measurements

Transceiver mode	Transceiver type	Coupling port	Pin	Test signal
Normal	Standard type-A	EMI1	CXPI	TX1
		EMI2	VBAT	
	Standard type-B	EMI1	CXPI	TX2
		EMI2	VBAT	
	Embedded type	EMI1	CXPI	TX3
		EMI2	VBAT	

The settings for the RF measurement equipment are given in Table 14.

Table 14 – Settings for the RF measurement equipment

RF Measurement equipment	Spectrum analyzer	EMI receiver
Detector	Peak	
Frequency range	0,15 MHz to 1 000 MHz	
Resolution bandwidth (RBW) 150 kHz to 30 MHz: 30 MHz to 1 000 MHz:	10 kHz 100 kHz	9 kHz 120 kHz
Video bandwidth (VBW)	≥ 3 times RBW	-
Numbers of sweeps	10 (max hold)	-
Measurement time per step	-	≥ 10 ms
Frequency sweep time	≥ 20 s	-
Frequency step width 150 kHz to 30 MHz: 30 MHz to 1 000 MHz:	- -	≤ 5 kHz ≤ 50 kHz
NOTE FFT based EMI receivers can be used as well if they meet CISPR 16-1-1 definitions.		

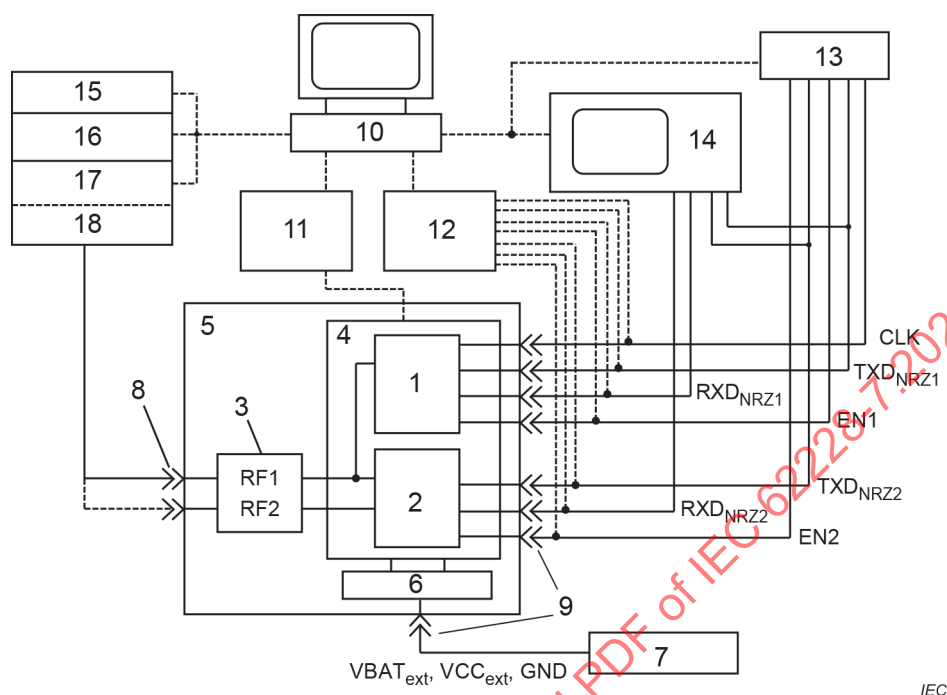
6.2 Immunity to RF disturbances

6.2.1 Test method

The test of the RF immunity shall be performed by using the direct RF power injection method (DPI) according to IEC 62132-4.

6.2.2 Test setup

The RF immunity tests of the transceiver shall be carried out using the setup shown in Figure 8.



Key

1	Node 1 (Master)	11	Mode control unit (optional)
2	Node 2 (Slave)	12	CXPI analyzer (optional)
3	Coupling port (RF1: CP1, RF2: CP2)	13	Pattern generator for stimulation
4	Test network	14	Digital storage oscilloscope (DSO) for monitoring
5	Test board	15	RF generator
6	Decoupling networks	16	RF amplifier
7	Power supply (VBAT, VCC, GND)	17	RF power meter
8	Coaxial connector (CXPI: RF1, VBAT: RF2)	18	Directional coupler
9	Connectors		
10	Control PC (optional)		

Figure 8 – Test setup for DPI tests

The test equipment requirements are the following:

- RF generator ($f = 1 \text{ MHz}$ to $1\,000 \text{ MHz}$);
- RF amplifier ($P \geq 10 \text{ W}$);
- power meter with directional coupler ($f = 1 \text{ MHz}$ to $1\,000 \text{ MHz}$);
- test board;
- pattern generator;
- power supply;
- mode control unit (optional, if possible remotely controlled by the PC);
- control PC (optional);
- digital storage oscilloscope (DSO);
- CXPI analyzer (optional, only needed for testing ICs with embedded CXPI transceiver).

6.2.3 Test procedure and parameters

To determine the RF immunity of the CXPI transceiver ICs, tests with the parameters given in Table 15 shall be carried out.

Table 15 – Specifications for DPI tests

Item	Parameter	
Frequency	Range	Step
	1 MHz to 10 MHz	0,25 MHz
	10 MHz to 100 MHz	1 MHz
	100 MHz to 200 MHz	2 MHz
	200 MHz to 400 MHz	4 MHz
	400 MHz to 1 000 MHz	10 MHz
Minimum forward power	10 dBm (10 mW)	
Maximum forward power	36 dBm (4 W)	
Power step size	0,5 dB	
Dwell time	1 s	
Modulation	CW: $f = 1 \text{ MHz to } 1\,000 \text{ MHz}$ AM 80 % 1 kHz ($\hat{P}_{AM} = \hat{P}_{CW}$): $f = 1 \text{ MHz to } 800 \text{ MHz}$ PM 217 Hz, ton 577 μs ($\hat{P}_{PM} = \hat{P}_{CW}$): $f = 806 \text{ MHz to } 915 \text{ MHz}$	
Test procedure for evaluation of functional status class A _{IC}	Searching for malfunction during the complete dwell time while power is stepwise increased. An optimized control procedure can be used to reduce the test time. EXAMPLE: Procedure for each frequency step: – Start with maximum forward power or with the level that caused a malfunction at the previous frequency step, – In case of malfunction at this power level reduce the power level by 6dB and repeat the test. – Increase the power stepwise until a malfunction occurs or the maximum forward power is reached, – The immunity level at this frequency is the maximum forward power that causes no malfunction	
Test procedure for evaluation of functional status class C _{IC} , D _{4IC} or D2 _{IC}	Apply the test power for each frequency step and evaluate the functional status after each test.	

The tests for functional status class A_{IC} evaluation for standard CXPI transceiver ICs shall be performed according to the scheme in Table 16, Table 17 and for ICs with embedded CXPI transceiver respectively according to Table 18. The used ESD suppression devices shall be documented in the test report.

For each test, an immunity threshold curve with the forward power as the parameter should be determined and documented in a diagram in the test report.

Table 16 – Required DPI tests for functional status class A1C evaluation of standard type-A

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	RF modulation	Failure validation on pin RXD _{NRZ}
Normal	RF1	CXPI	TX1	CW, AM, PM	X
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	X
Sleep / unwanted wake-up	RF1	CXPI	without	CW, AM, PM	X
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	X
Sleep / wanted wake-up	RF1	CXPI	TX4	CW, AM, PM	X

Key

X A test shall be performed.

Table 17 – Required DPI tests for functional status class A1C evaluation of standard type-B,

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	RF modulation	Failure validation on pin $RX_{P_{PWM}}$
Normal	RF1	CXPI	TX2	CW, AM, PM	X
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	X
Sleep / unwanted wake-up	RF1	CXPI	without	CW, AM, PM	X
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	X
Sleep / wanted wake-up	RF1	CXPI	TX4	CW, AM, PM	X

Key

X A test shall be performed.

Table 18 – Required DPI tests for functional status class A IC evaluation of ICs with embedded CXPI transceiver

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	RF modulation	Failure validation	
					CXPI data monitoring tool	Wake-up indication
Normal	RF1	CXPI	TX3	CW, AM, PM	X ^a	-
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	X ^a	-
Sleep / unwanted wake-up	RF1	CXPI	without	CW, AM, PM	-	X ^b
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	-	X ^b
Sleep / wanted wake-up	RF1	CXPI	Depends on product specifications	CW, AM, PM	Y ^a	Y ^b

Key

X A test shall be performed.

Y Any one of the tests shall be performed.

^a evaluation of DUT transmission during CXPI frame communication

^b indication of wakeup depends on functionality of CXPI transceiver (e.g. current consumption of VBAT pin)

The tests for functional status class C1C, D11C or D21C shall be performed for all types of CXPI transceivers according to Table 19. The used ESD suppression devices shall be documented in the test report.

Table 19 – Required DPI tests for functional status class C1C, D11C or D21C evaluation of standard CXPI transceiver ICs and ICs with embedded CXPI transceiver

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	RF modulation	Failure validation
Normal	RF1	CXPI	TX1 / TX2 / TX3 ^a	CW	RXD _{NRZ} / RX _{PWM} / CXPI data monitoring tool ^a
	RF2	VBAT	TX1 / TX2 / TX3 ^a	CW	
^a The test signal used depends on the transceiver type, TX1 and RXD _{NRZ} for standard type-A, TX2 and RX _{PWM} for standard type-B, or TX3 and CXPI data monitoring tool for ICs with embedded CXPI transceiver.					

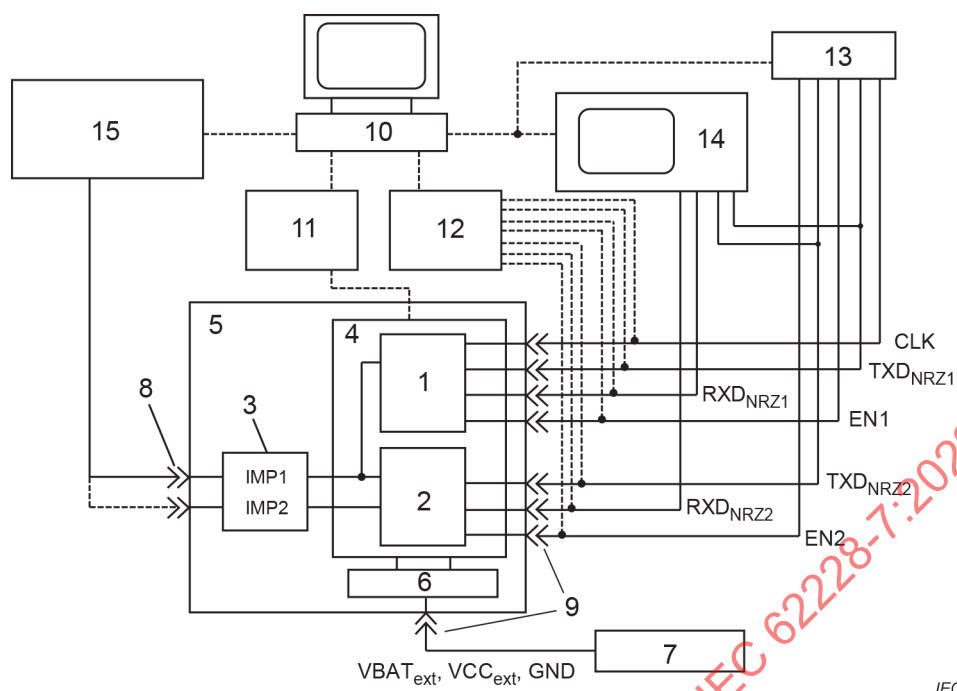
6.3 Immunity to impulses

6.3.1 Test method

The test for impulse immunity shall be performed using the non-synchronous transient injection method specified in IEC 62215-3.

6.3.2 Test setup

The impulse immunity tests of the transceiver shall be carried out using the setup shown in Figure 9 with the coupling network defined in Table 4. The details are given in Annex A.



Key

1	Node 1 (Master)	11	Mode control unit (optional)
2	Node 2 (Slave)	12	CXPI analyzer (optional)
3	Coupling port (IMP1: CP1, IMP2: CP2)	13	Pattern generator for stimulation
4	Test network	14	Digital storage oscilloscope (DSO) for monitoring
5	Test board	15	Pulse generator
6	Decoupling networks		
7	Power supply (VBAT, VCC, GND)		
8	Coaxial connector (CXPI: CP1, VBAT: CP2)		
9	Connectors		
10	Control PC (optional)		

Figure 9 – Test setup for impulse immunity tests

The test equipment requirements are the following:

- test pulse generator (as specified in ISO 7637-2);
- test board;
- pattern generator;
- power supply;
- mode control unit (optional, if possible remotely controlled by the PC);
- control PC (optional);
- digital storage oscilloscope (DSO);
- CXPI analyzer (optional, only needed for testing ICs with embedded CXPI transceiver).

6.3.3 Test procedure and parameters

To determine the immunity of the transceiver against impulses as defined in ISO 7637-2, tests shall be performed with the definitions and parameters given in Table 20 and Table 21.

Table 20 – Specifications for impulse immunity tests

Item	Definitions and parameters
Test pulses (see Table 21)	3a, 3b, (1, 2a optional) at coupling port IMP1: test pulse generator provides impulses but no voltage supply 1, 2a, 3a, 3b at coupling port IMP2: test pulse generator provides impulses and voltage supply VBAT for DUT
Amplitude step size	10 V
Dwell time	3 min for tests of functional status class A _{IC} 10 min for tests of functional status class C _{IC} , D _{1IC} or D _{2IC}
Test procedure for functional status class A _{IC}	Searching for malfunction during a dwell time of minimum 3 minutes while pulse amplitude is stepwise increased up to the defined test pulse levels (e.g., as given in Table C.1).
Test procedure for functional status class C _{IC} , D _{1IC} or D _{2IC}	Apply the defined test pulses (e.g., as given in Table C.1) and evaluate the functional status after each test.

Table 21 – Parameters for impulse immunity tests

Test pulse ^a	Pulse amplitude voltage V_s V	Pulse/ burst repetition frequency ($1/t_1$) Hz	Internal resistance R_i Ω	Remarks
1	–10 to –100	2	10	Battery shall be off only during the pulse ^b
2a	+10 to +75	2	2	-
3a	–30 to –150	10 000	50	-
3b	+20 to +100	10 000	50	-
^a According to ISO 7637-2, pulse amplitudes are defined under open load conditions, parameters for rise time and duration for 12 V systems are set as default. Other pulse values for target applications in other power domains as e.g. 24 V or pulses defined in IEC standards (e.g. IEC 61000-4-4 and IEC 61000-4-5) can be used if required for the transceiver application.				
^b Details of impulse injection are described in Annex E.				

The tests for functional status class A_{IC} evaluation for standard CXPI transceiver ICs shall be performed according to the scheme in Table 22, Table 23 and for ICs with embedded CXPI transceiver respectively according to Table 24. The used ESD suppression devices shall be documented in the test report.

For each test, an impulse immunity level should be determined and documented in the test report.

**Table 22 – Required impulse immunity tests for functional status
class A1c evaluation of standard type-A**

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	Failure validation on pin RXD _{NRZ}
Normal	IMP1	CXPI	TX1	X
	IMP2	VBAT		X
Sleep / unwanted wake-up	IMP1	CXPI	without	X
	IMP2	VBAT		X
Sleep / wanted wake-up	IMP1	CXPI	TX4	X
Key X A test shall be performed.				

**Table 23 – Required impulse immunity tests for functional status
class A1c evaluation of standard type-B**

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	Failure validation on pin RX _{PWM}
Normal	IMP1	CXPI	TX2	X
	IMP2	VBAT		X
Sleep / unwanted wake-up	IMP1	CXPI	without	X
	IMP2	VBAT		X
Sleep / wanted wake-up	IMP1	CXPI	TX4	X
Key X A test shall be performed.				

**Table 24 – Required impulse immunity tests for functional status
class A1c evaluation of ICs with embedded CXPI transceiver**

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	Failure validation	
				CXPI data monitoring tool	Wake-up indication
Normal	IMP1	CXPI	TX3	X ^a	-
	IMP2	VBAT		X ^a	-
Sleep / unwanted wake-up	IMP1	CXPI	without	-	X ^b
	IMP2	VBAT		-	X ^b
Sleep / wanted wake-up	IMP1	CXPI	Depends on product specifications	Y ^a	Y ^b
	IMP2	VBAT		Y ^a	Y ^b
Key					
X A test shall be performed.					
Y Any one of test shall be performed.					
^a evaluation of DUT transmission during CXPI frame communication					
^b indication of wakeup depends on functionality of CXPI transceiver (e.g. current consumption of VBAT pin)					

The tests for functional status class C1C, D11C or D21C shall be performed for all types of CXPI transceivers according to Table 25. The used ESD suppression devices shall be documented in the test report.

Table 25 – Required impulse immunity tests for functional status class C1C, D11C or D21C evaluation of standard CXPI transceiver ICs and ICs with embedded CXPI transceiver

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	Failure validation
Normal	IMP1	CXPI	TX1 / TX2 / TX3 ^a	RXD _{NRZ} / RX _{PWM} / CXPI data monitoring tool ^a
	IMP2	VBAT	TX1 / TX2 / TX3 ^a	
^a The test signal and failure validation used depend on the transceiver type, TX1 and RXD _{NRZ} for standard type-A, TX2 and RX _{PWM} for standard type-B, or TX3 and CXPI data monitoring tool for Embedded type.				

6.4 Electrostatic discharge (ESD)

6.4.1 Test method

The ESD immunity test shall be performed in an unpowered mode using the direct discharge method according to ISO 10605.

6.4.2 Test setup

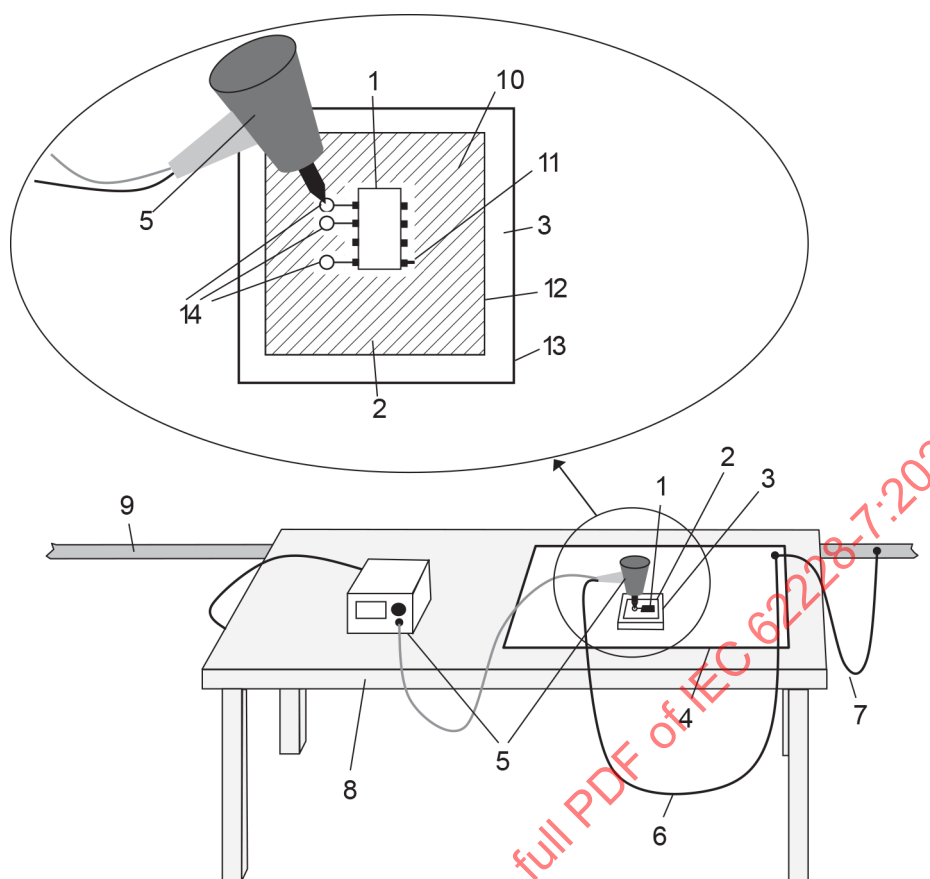
The ESD immunity tests for CXPI transceiver ICs shall be carried out using the test setup shown in Figure 10.

The ground plane with a minimum size of 0,5 m × 0,5 m shall be connected to protective earth of the electrical grounding system of the test laboratory. The ESD test generator ground return cable shall be directly connected to this ground plane.

The metallic test fixture positions the ESD test board and directly connects the ESD test board ground plane to the reference ground plane. The ground connection of the test fixture shall be connected to the ground plane with low impedance and low inductance. This surface connection should have a contact area of at least 4 cm². Copper tapes can be used in addition.

On testing, the tip of the ESD test generator shall be directly contacted to one of the discharge points on the ESD test board (described in Annex B).

For damage failure validation, a specific test extension frame or IC adapter may be used to make contact with the pins of the transceiver.



IEC

Key

- 1 DUT
- 2 ESD test board
- 3 Metallic test fixture
- 4 Ground plane
- 5 ESD generator
- 6 ESD generator ground return cable
- 7 Connection to protective earth
- 8 Non-metallic table
- 9 Protective earth
- 10 Ground plane of ESD test board
- 11 Connection pin GND to ground plane of ESD test board
- 12 Surface connection ground plane of ESD test board to test fixture
- 13 Surface connection of test fixture to ground plane
- 14 Discharge points

Figure 10 – Test setup for direct ESD tests

The test equipment requirements are the following:

- ESD generator (according to ISO 10605, discharge storage capacitor $C = 150 \text{ pF}$ and discharge resistor $R = 330 \text{ }\Omega$);
- ESD test board;
- ground plane;
- Metallic test fixture.

6.4.3 Test procedure and parameters

To determine the ESD robustness of CXPI transceiver ICs against damages, tests shall be carried out following the specifications given in Table 26. The used ESD suppression devices shall be documented in the test report.

Table 26 – Specifications for direct ESD tests

Item	Parameter
Type of discharge	Contact
Discharge circuit	$R = 330 \, \Omega$, $C = 150 \, \text{pF}$
Discharge voltage levels	Start level 1 kV Stop level $V_{\text{ESD_damage}}$ or 15 kV
Discharge voltage steps	1 kV step up to $V_{\text{ESD}} = 15 \, \text{kV}$
Test procedure	1) reference measurement of CXPI signal in normal mode (DUT transmitting) and I-V characteristic of all pins to be tested (pin to GND) 2) 3 ESD pulses with positive polarity on discharge point (VBAT) with 5 s delay in between, after each single ESD pulse the pin or discharge point should be discharged to the ground to ensure zero potential before the next ESD pulse 3) failure validation 4) proceed with points 2) to 3) with a discharge point (CXPI) 5) proceed with points 2) to 5) with negative polarity 6) proceed with points 2) to 6) with the next higher ESD test voltage until the tested pin is damaged If one pin is damaged, a new IC should be used to continue testing the other pins.
Failure validation	1) Evaluation of I-V characteristic according to 5.5.3 2) Additional functional tests at each test voltage level: Evaluation of CXPI signal. The maximum allowed deviation in the reference signal shall be smaller than 5 %.

7 Test report

The following items should be included in the test report:

- schematic diagram of test configurations;
- failure criteria, used at immunity tests;
- picture or drawing of test circuit boards;
- transfer characteristics of coupling and decoupling networks;
- description of test equipment;
- description of the used protocol version;
- description of any deviation from previously defined test parameter;
- test results.

Annex A (normative)

CXPI test circuits

A.1 General

The CXPI application network connects up to 16 nodes in a bus topology. There is one master, which continuously transmits the clock to the bus network. All nodes (master node and slave nodes) of the CXPI network are allowed to transmit data.

The CXPI test circuits define the details of the complete test circuitry for testing the CXPI transceiver ICs in functional operating modes under the minimal test network consisting of the two nodes (master and slave) and in the unpowered mode of a single CXPI transceiver IC for ESD. It defines the mandatory and optional components for the CXPI transceiver IC functions and components for coupling networks, and decoupling networks, which are used for power supply, stimulation, monitoring and testing of the DUT.

CXPI transceiver IC pins in the schematics are an example of a typical CXPI transceiver. See the product specifications of the transceiver IC for the test board design.

Clauses A.2, A.3 and A.4 define the EMC test circuit diagram for functional operating modes, and Clause A.5 defines the test circuit for unpowered mode.

A.2 CXPI test circuit for functional tests on standard type-A CXPI transceiver ICs

A general drawing of the test circuit diagram of a CXPI test network for testing standard type-A CXPI transceiver ICs in functional operating modes in a minimal communication network with two CXPI nodes is given in Figure A.1.

A CXPI node consists of transceivers (A1 and A2), mandatory components for operation of ICs (D11, D12, D21, C11, C12, C14, C15, C16, C21, C22, C24, R11, R12, R13, R22 and R23), optional components for ESD suppression device (X1, X2), and decoupling networks at monitored pins or inputs (R14, R15, R16, R17, R18, R24, R25, R26, R27, R28, and R29). The jumpers (JP14, JP15, JP16, JP24, JP25, and JP26) are used for appropriate control signal input.

In the minimal test network consisting of the two transceivers (Node 1 being the master node, and Node 2 being the slave node), the following mandatory components for the communications on the EMC test are defined.

Regarding the network termination, Node 1 (master node) has a pull-up resistor (R11; $R = 1\text{ k}\Omega$) to VBAT and a diode (D12). The CXPI pin has the node capacitor recommended by the manufacturer (C15 and C16; default $C = 110\text{ pF}$). The time constant (τ) of waveform on CXPI bus-line shall be within the range that ensures the quality of the communication of the CXPI communication system (according to ISO 20794-4).

VBAT has the bypass capacitors recommended by the manufacturer (C11 and C21; e.g. $C = 100\text{ nF}$), and charge retention capacitors (C12 and C22; e.g. $C = 10\text{ }\mu\text{F}$). The power shall be supplied through reverse polarity protection diodes (D11 and D21) and bypass capacitors (C14 and C24; e.g. $C = 100\text{ nF}$).

If the MS pin for setting the master and slave nodes is available, the pull-up/pull-down resistors (R12, R13, R22 and R23; e.g. $R = 10\text{ k}\Omega$) shall be connected to set the voltage level on the pin according to the transceiver data sheet.

The components required for monitoring and stimulation on CXPI transceiver ICs are given below.

The RF decoupling resistors shall be provided on the CXPI transceiver monitoring output pins $R_{XD_{NRZ1}}$ and $R_{XD_{NRZ2}}$ for the operation of the CXPI transceiver and on the transceiver control input pins TXD_{NRZ1} , TXD_{NRZ2} , $CLK1$, $EN1$, and $EN2$ (R_{17} , R_{27} , R_{26} , R_{15} , R_{25} , R_{16} , R_{14} , and R_{24} ; e.g. $R = 1\text{ k}\Omega$). Pull-up resistors (R_{18} , R_{28} , and R_{29} ; e.g. $R = 2,7\text{ k}\Omega$) shall be provided to avoid indetermination of $R_{XD_{NRZ1}}$, $R_{XD_{NRZ2}}$, and $CLK2$.

EN is a pin to change the operation mode of the CXPI transceiver IC. Depending on the EMC test conditions, EN shall be controlled from a pattern generator or CXPI analyzer. The jumpers (JP_{11} , JP_{12} , JP_{13} , JP_{21} , JP_{22} , JP_{23} , etc.) are used for appropriate control signal input.

As indicated in Table 1, standard type-A has a codec function. Therefore, NRZ signals are used for input and monitoring from outside (TXD_{NRZ} and $R_{XD_{NRZ}}$).

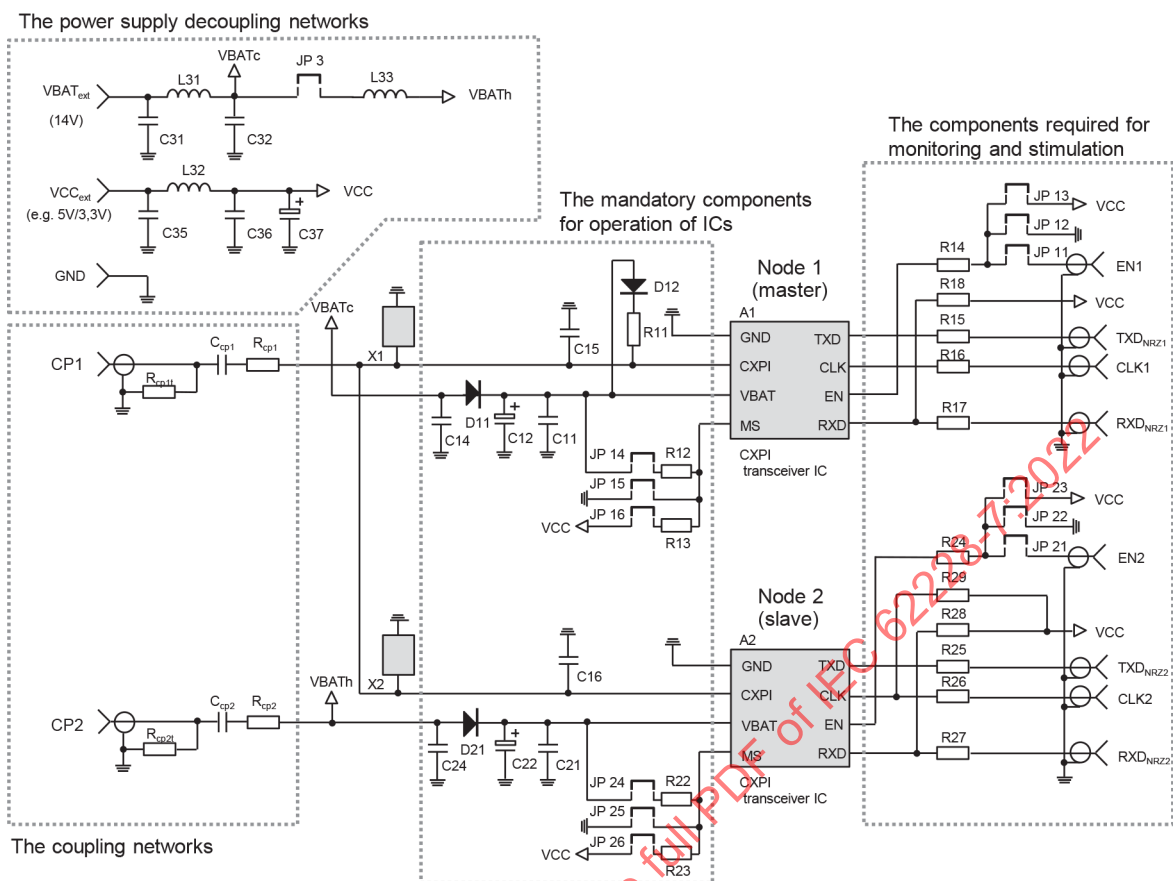
The coupling networks are given below.

R_{cp1} , R_{cp2} , R_{cp1t} , R_{cp2t} , C_{cp1} and C_{cp2} are the components of the coupling network. The values of those components shall be according to 5.3.3, Table 4. $CP1$ is the CXPI terminal and $CP2$ is the coupling port of VBAT on the EMC test circuit. $CP1$ is connected to a CXPI terminal as a common node of Node 1 and Node 2. $CP2$ is directly connected to VBAT of the slave Node 2. If the MS pin is connected to VBAT for the master setting, then test(s) shall be performed at VBAT and MS pin together of the respective master node. In the VBAT immunity test ($RF2$, $IMP2$), $CP1$ shall be connected to a load impedance (e.g. $50\text{ }\Omega$). If $CP1$ is kept open, the CXPI bus-line load capacitance will be too low and not to meet the time constant requirement defined in ISO 20794-4.

The power supply decoupling networks are given below.

LC filters (L_{31} , C_{31} , C_{32} , L_{34} , C_{35} , C_{36} , and C_{37}) shall be provided to eliminate external power supply noise.

VBAT_H is a DC power path, and shall be provided with the inductors, ferrite beads etc. (L_{33}) for decoupling ($> 400\text{ }\Omega$, 1 MHz to 1 000 MHz; see IEC 62132-4:2006, 7.5 decoupling networks). The components for decoupling shall be considered according to their impedance frequency response and the voltage drop with the operating current. When conducting an impulse immunity test (Pulse 1) to VBAT, remove the jumper (JP_3) blocking VBAT power supply between Node 1 and Node 2 in order to avoid power supply collision with the test pulse generator. Power supply to the testing node is directly supplied via the $CP2$ coupling component.



IEC

Key Components

A1, A2

C11, C21

C12, C22

C14, C24

C15, C16

 C_{cp1} , C_{cp2}

C31, C35

C32, C36

C37

D11, D12, D21

X1, X2

L31, L32

L33

 R_{cp1} , R_{cp2} , R_{cp1t} , R_{cp2t}

R18, R28, R29

R14, R15, R16, R17, R24, R25, R26, R27

R11

R12, R13, R22, R23

JP11, JP12, JP13, JP14, JP15, JP16, JP21,

JP22, JP23, JP24, JP25, JP26, JP3

standard type-A CXPI transceiver IC

capacitor $C = 100$ nFcapacitor $C = 10$ μ Fcapacitor $C = 100$ nFcapacitor $C = 110$ pF (node capacitor)

capacitor (value depending on test)

capacitor $C = 1$ nFcapacitor $C = 330$ pFcapacitor $C = 22$ μ F

rectifier diode

ESD suppression device (optional)

inductor $L = 47$ μ Hinductor or ferrite with impedance should be greater than 400 Ω in the frequency range of interest

resistor (value depending on test)

resistor $R = 2,7$ k Ω resistor $R = 1,0$ k Ω resistor $R = 1,0$ k Ω (for high-power)resistor $R = 10$ k Ω

Jumper

Figure A.1 – General drawing of the circuit diagram of the test network for standard type-A CXPI transceiver ICs for functional tests

A.3 CXPI test circuit for functional tests on standard type-B CXPI transceiver ICs

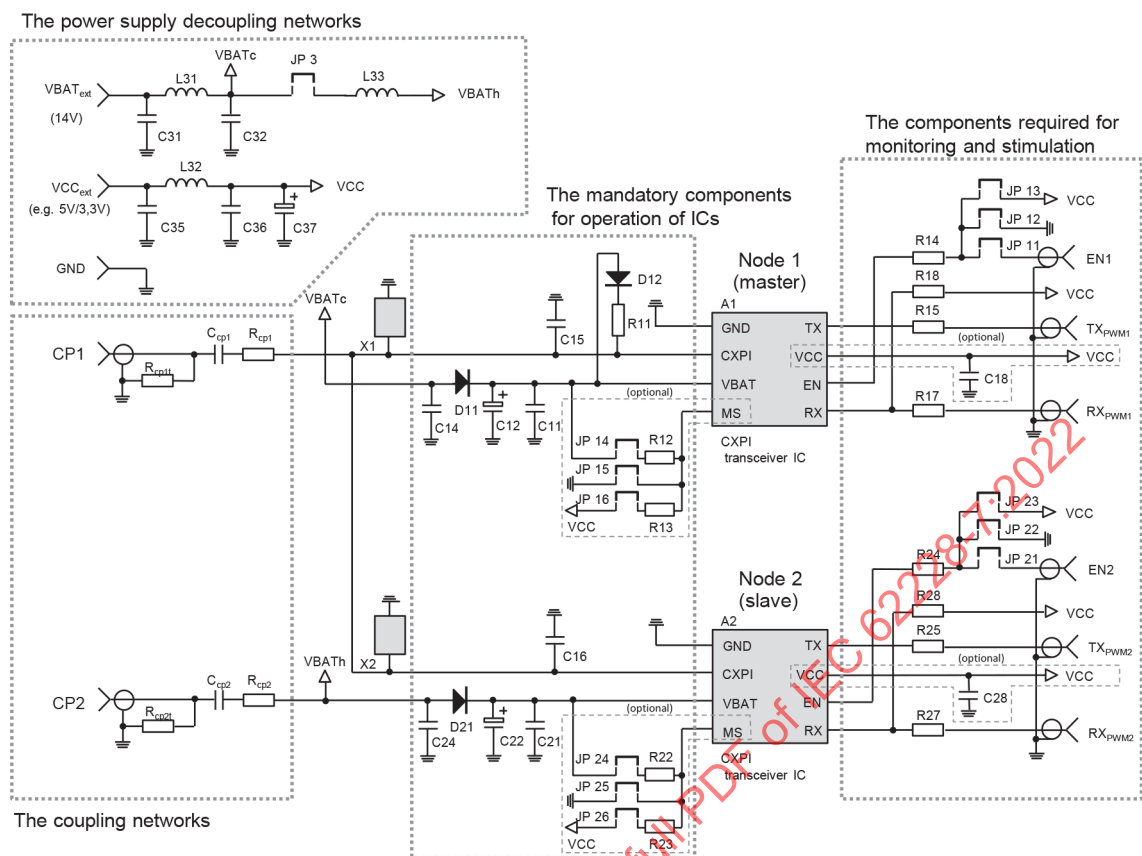
A general drawing of the test circuit diagram of a CXPI test network for testing standard type-B CXPI transceiver ICs in functional operating modes in a minimal communication network with two CXPI nodes is given in Figure A.2.

The mandatory components for operation of ICs and the coupling networks, power supply networks are the same as those indicated in the circuit diagram of standard type-A.

The components required for the monitoring and stimulation on CXPI transceiver ICs have been changed as follows.

As indicated in Table 1, since standard type-B has no codec function, PWM signals are used for input and monitoring from outside (TX_{PWM} and RX_{PWM}). CP2 is directly connected to VBAT of the slave Node 2. If the MS pin is connected to VBAT for the master setting, then test(s) shall be performed at VBAT and MS pin together of the respective master node. If standard type-B transceiver ICs has no MS pin, setting circuits of MS pin (R12, R13, R23, JP14, JP15, JP16, JP24, JP25 and JP26) are not used.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-7:2022



IEC

Key Components

A1, A2

C11, C21

C12, C22

C14, C24

C18, C28

C15, C16

 C_{cp1} , C_{cp2}

C31, C35

C32, C36

C37

D11, D12, D21

X1, X2

L31, L32

L33

 R_{cp1} , R_{cp2} , R_{cp1t} , R_{cp2t}

R18, R28

R14, R15, R17, R24, R25, R27

R11

R12, R13, R22, R23

JP11, JP12, JP13, JP14, JP15, JP16, JP21,
JP22, JP23, JP24, JP25, JP26, JP3

standard type-B CXPI transceiver IC

capacitor $C = 100$ nFcapacitor $C = 10$ μ Fcapacitor $C = 100$ nFcapacitor $C = 100$ nF (optional, to be used only if VCC pin is available)capacitor $C = 110$ pF (node capacitor)

capacitor (value depending on test)

capacitor $C = 1$ nFcapacitor $C = 330$ pFcapacitor $C = 22$ μ F

rectifier diode

ESD suppression device (optional)

inductor $L = 47$ μ Hinductor or ferrite with impedance should be greater than 400 Ω in the frequency range of interest

resistor (value depending on test)

resistor $R = 2,7$ k Ω (can be connected to internal VCC if available)resistor $R = 1,0$ k Ω resistor $R = 1,0$ k Ω (for high-power)resistor $R = 10$ k Ω (optional, to be used only if MS pin is available)

Jumper

Figure A.2 – General drawing of the circuit diagram of the test network for standard type-B CXPI transceiver ICs for functional tests

A.4 CXPI test circuit for functional tests on ICs with embedded CXPI transceiver

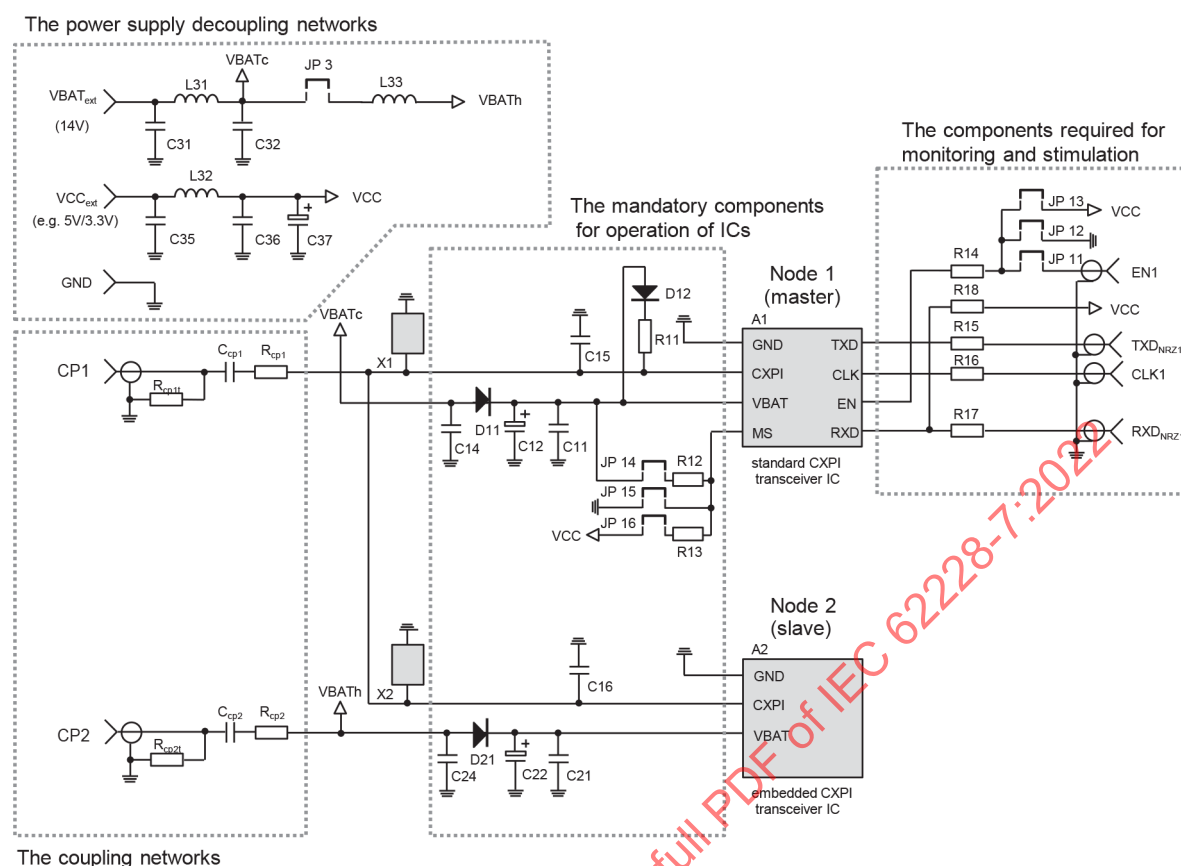
A general drawing of a test circuit diagram of a CXPI test network for testing ICs with embedded CXPI transceivers in functional operating modes in a minimum communication network with two CXPI nodes is given in Figure A.3.

Depending on the DUT, in normal mode Node 2 operates either as the CXPI master or the CXPI slave. The DUT CXPI transmission is monitored for failure validation.

CXPI Node 1 is a standard CXPI transceiver IC (using either type-A or type-B) in a basic configuration in normal mode.

CXPI Node 2 is the IC with embedded CXPI transceiver to be tested, including the coupling networks and operation of ICs. The coupling networks follows ones for standard CXPI transceiver IC. The mandatory components (D21, C16, C21, C22 and C24) required for operating the ICs should be connected as indicated in the following Figure A.3 or according to the product specifications.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-7:2022



IEC

Key Components

A1

standard type-A CXPI transceiver IC

A2

embedded CXPI transceiver IC

C11, C21

capacitor $C = 100 \text{ nF}$

C12, C22

capacitor $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$

C14, C24

capacitor $C = 100 \text{ nF}$

C15, C16

capacitor $C = 110 \text{ pF}$ (node capacitor) C_{cp1} , C_{cp2}

capacitor (value depending on test)

C31, C35

capacitor $C = 1 \text{ nF}$

C32, C36

capacitor $C = 330 \text{ pF}$

C37

capacitor $C = 22 \text{ }\mu\text{F}$

D11, D12, D21

rectifier diode

X1, X2

ESD suppression device (optional)

L31, L32

inductor $L = 47 \text{ }\mu\text{H}$

L33

inductor or ferrite with impedance should be greater than $400 \text{ }\Omega$ in the frequency range of interest R_{cp1} , R_{cp2} , R_{cp1t} , R_{cp2t}

resistor (value depending on test)

R18

resistor $R = 2,7 \text{ k}\Omega$

R14, R15, R16, R17

resistor $R = 1,0 \text{ k}\Omega$

R11

resistor $R = 1,0 \text{ k}\Omega$ (for high-power)

R12, R13

resistor $R = 10 \text{ k}\Omega$

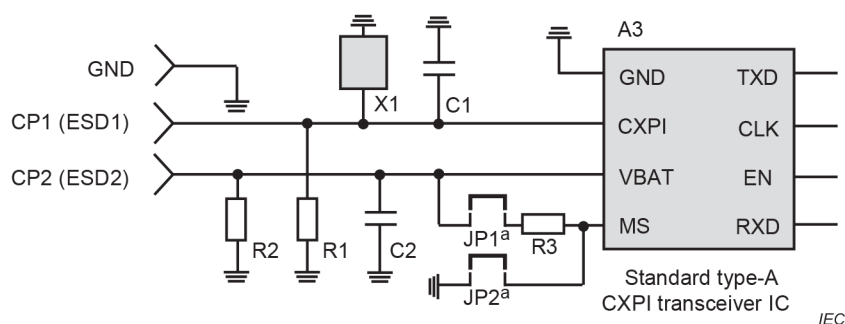
JP11, JP12, JP13, JP14, JP15, JP16, JP3

Jumper

Figure A.3 – General drawing of the circuit diagram of the test network for ICs with embedded CXPI transceiver for functional tests

A.5 CXPI test circuit for unpowered ESD test on a standard type-A CXPI transceiver IC

A general drawing of the test circuit diagram for testing direct ESD of CXPI transceiver in unpowered mode is given in Figure A.4.



Key Components

A3	standard CXPI transceiver IC
C1	capacitor $C = 220 \text{ pF}$ (node capacitance)
C2	capacitor $C = 100 \text{ nF}$
R1, R2	resistor $R \geq 200 \text{ k}\Omega$
R3	resistor $R = 10 \text{ k}\Omega$ (optional)
JP1, JP2	Jumper
X1	ESD suppression devices (optional)

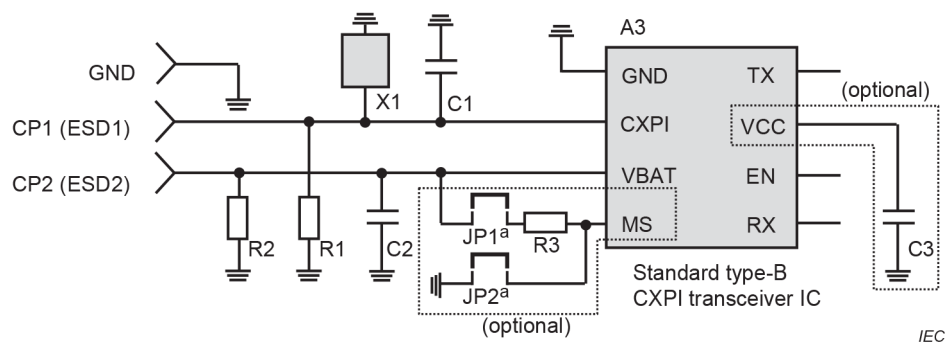
^a The jumper should connect the MS pin according to the transceiver datasheet. If the transceiver datasheet recommends connecting the MS pin to VCC for mode setting of the transceiver, for ESD tests, the MS pin should be left open.

Figure A.4 – A general drawing of the test circuit diagram for testing direct ESD of CXPI transceiver in unpowered mode

The test circuit for CXPI transceiver ESD test consists of a single CXPI transceiver IC with mandatory external components (C2), CXPI node capacitance (C1), coupling ports with discharge points, optional discharge resistors (R1, R2 with $R \geq 200 \text{ k}\Omega$), optional MS pin control resistor (R3), and optional ESD suppression devices (X1). The MS pin setting should be connected according to the transceiver datasheet. The default parameters of the passive components are for capacitors a tolerance of $\pm 10 \%$, material X7R according to electronic industry association (EIA-198) or similar, voltage rating $\geq 50 \text{ V}$ and dimension 1206 or 0805. The default parameters for resistors are $\pm 1 \%$ tolerance and dimension e.g. 1206 or 0805 to avoid spark over. The resistors shall be robust against impulses.

A.6 CXPI test circuit for unpowered ESD test on a standard type-B CXPI transceiver IC

A general drawing of the test circuit diagram for testing direct ESD of CXPI transceiver in unpowered mode is given in Figure A.5.



Key Components

A3	standard CXPI transceiver IC
C1	capacitor $C = 220 \text{ pF}$ (node capacitance)
C2	capacitor $C = 100 \text{ nF}$
C3	capacitor $C = 100 \text{ nF}$ (optional, to be used only if VCC pin is available)
R1, R2	resistor $R \geq 200 \text{ k}\Omega$
R3	resistor $R = 10 \text{ k}\Omega$ (optional, to be used only if MS pin is available)
JP1, JP2	Jumper (optional, to be used only if MS pin is available)
X1	ESD suppression devices (optional)

^a The jumper should connect the MS pin according to the transceiver datasheet. If the transceiver datasheet recommends connecting the MS pin to VCC for mode setting of the transceiver, for ESD tests, the MS pin should be left open.

Figure A.5 – A general drawing of the test circuit diagram for testing direct ESD of CXPI standard Type-B transceiver in unpowered mode

The test circuit for CXPI transceiver ESD test consists of a single CXPI transceiver IC with mandatory external components (C2), CXPI node capacitance (C1), coupling ports with discharge points, optional discharge resistors (R1, R2 with $R \geq 200 \text{ k}\Omega$), optional MS pin control resistor (R3), and optional ESD suppression devices (X1). If the standard type-B transceiver IC has a MS pin, the MS pin setting should be connected according to the transceiver datasheet. The default parameters of the passive components are for capacitors a tolerance of $\pm 10 \%$, material X7R according to electronic industry association (EIA-198) or similar, voltage rating $\geq 50 \text{ V}$ and dimension 1206 or 0805. The default parameters for resistors are $\pm 1 \%$ tolerance and dimension e.g. 1206 or 0805 to avoid spark over. The resistors shall be robust against impulses.

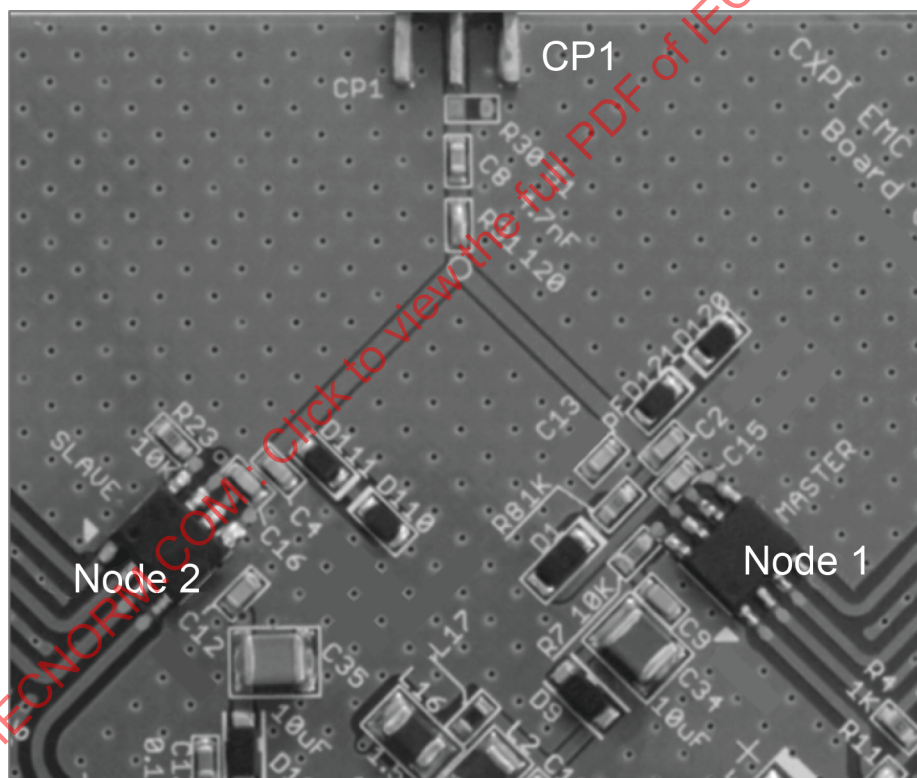
Annex B (normative)

Test circuit boards

B.1 Test circuit board for functional tests

For functional tests of CXPI transceiver ICs the test network shall be designed on a printed circuit board (PCB). To ensure good RF characteristics of the coupling and decoupling networks, an equal design of the circuitry for Node 1 and Node 2 on a minimum two layer PCB with a GND layer should be used. The length of the coupling paths on the test board should be kept as short as possible. The trace length for IC interconnections (CXPI) is recommended to be shorter than 30 mm from the star point of the interconnection to the IC pins and the RF injection point when applicable. The DUT shall be soldered on the test board to minimize parasitic effects. A layout example is shown in Figure B.1.

For proper shielding, all connections to the test peripheral of the test board should be connected via coaxial PCB sockets except for the filtered power supplies and GND.



IEC

Figure B.1 – Example of IC interconnections of CXPI signal

B.2 ESD test

For ESD tests, a PCB shall be used. At least a two-layer construction of the PCB with GND layer shall be chosen. The pads for the discharge points CP1 and CP2 shall be carried out in a way that a proper contact to the discharge tip of the test generator is ensured (e.g. by rounded vias in the layout of the ESD test board). The discharge point shall be directly connected by a trace to the respective pin under test of the transceiver IC. The passive components of the network shall be placed close to the transceiver to reduce parasitic effects. The DUT should be soldered on the test board to ensure application like conditions and avoid parasitic setup effects by sockets. The insulation distance between the signal lines and pads of the passive components and the extensive ground area should be designed in a way that a spark over at these points can be prevented up to the intended test voltage level. A layout example is shown in Figure B.2.

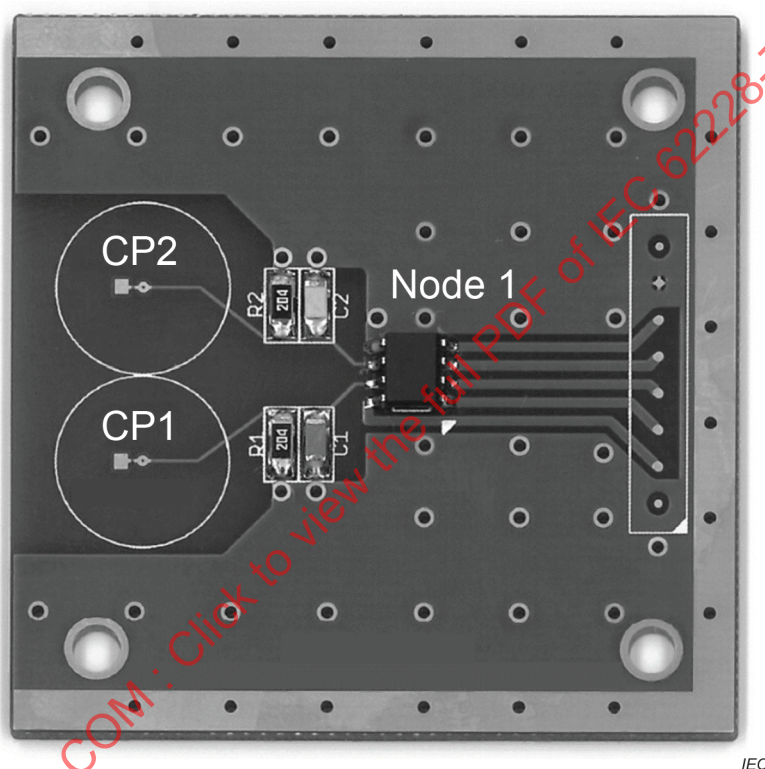


Figure B.2 – Example of ESD test board for CXPI transceiver ICs

Further requirements to the ESD test board are defined in Table B.1.

Table B.1 – Parameter ESD test circuit board

Parameter	Value mm
Trace length between transceiver pads and discharge point	15 ± 5
Trace width of the conducting path	0,254

Annex C (informative)

Examples for test limits for CXPI transceiver in automotive application

C.1 General

The purpose of this Annex C is to show examples of limits for CXPI transceiver ICs used in automotive applications. The EMC measurement method and test limits on specific applications can be agreed with the users. Refer to Annex A for the test circuit diagram. If changes occur, document these in the test report.

C.2 Emission of RF disturbances

This topic will be considered for future revisions of this document.

C.3 Immunity to RF disturbances

This topic will be considered for future revisions of this document.

C.4 Immunity to impulse

Table C.1 gives an example of limits for impulse immunity tests defined for functional status class C_{IC} or D_{IC} evaluation at the pins CXPI and VBAT using the non-synchronous transient injection method, according to IEC 62215-3.

Table C.1 – Example of limits for impulse immunity for functional status class C_{IC} or D_{IC}

Test pulse	Maximum pulse amplitude voltage V_{s_max} V
1	-100
2a	+75
3a	-150
3b	+100

C.5 Electrostatic discharge (ESD)

For test of ESD immunity to damage of the pins CXPI and VBAT the limit value VESD = ± 6 kV is recommended.

Annex D (informative)

Example of setting for test signals

Annex D describes an example of setting for test signals. Figure D.1 and Figure D.2 show an example of the test signals for standard type-A and type-B CXPI transceiver with a two-transceiver configuration.

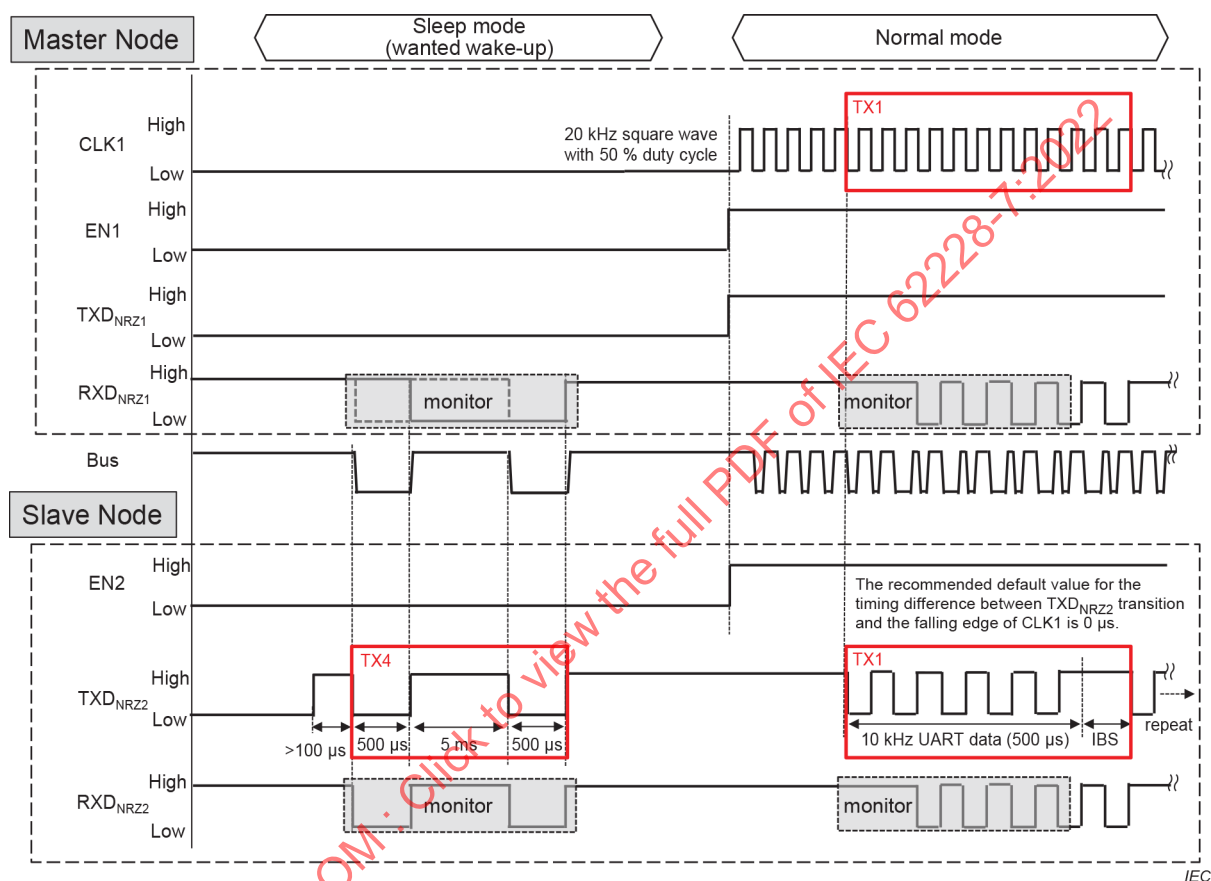


Figure D.1 – Example of signal setting for standard type-A in 2 transceiver configuration

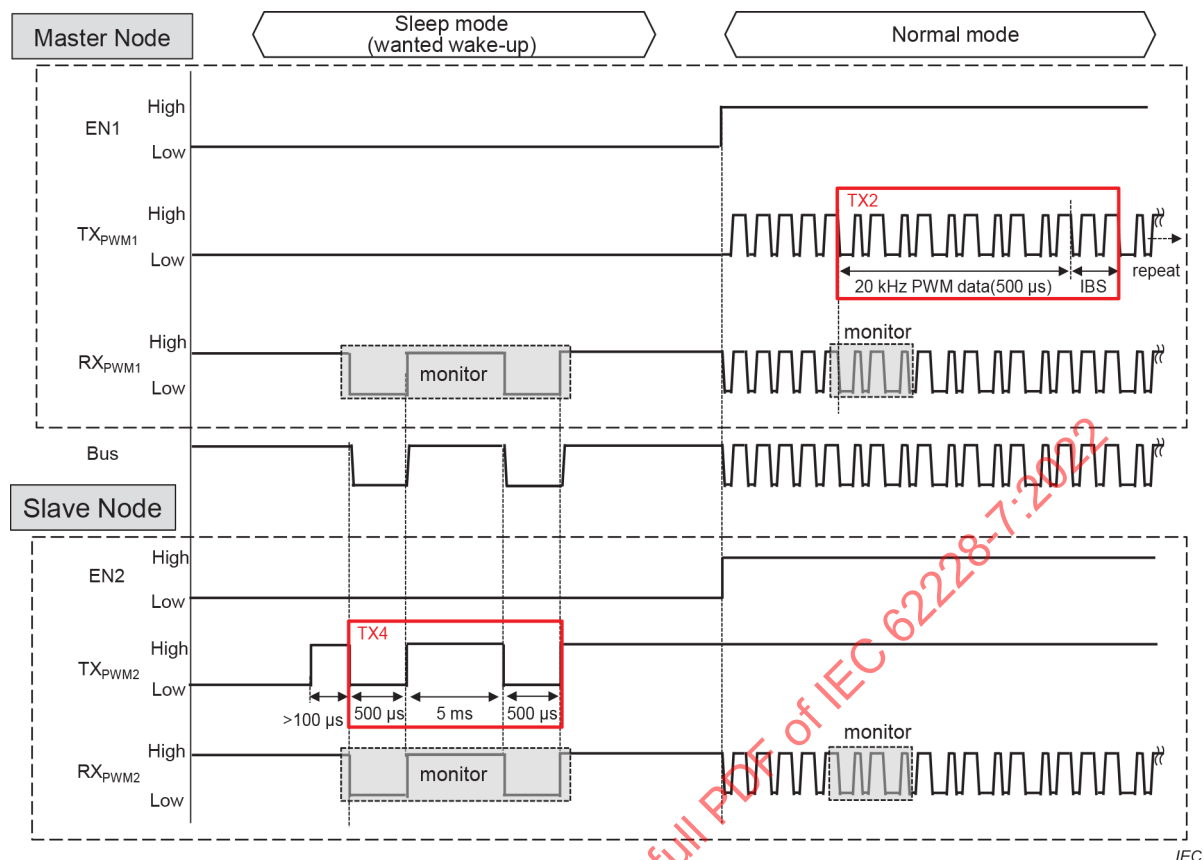


Figure D.2 – Example of signal setting for standard type-B in 2 transceiver configuration

Annex E (informative)

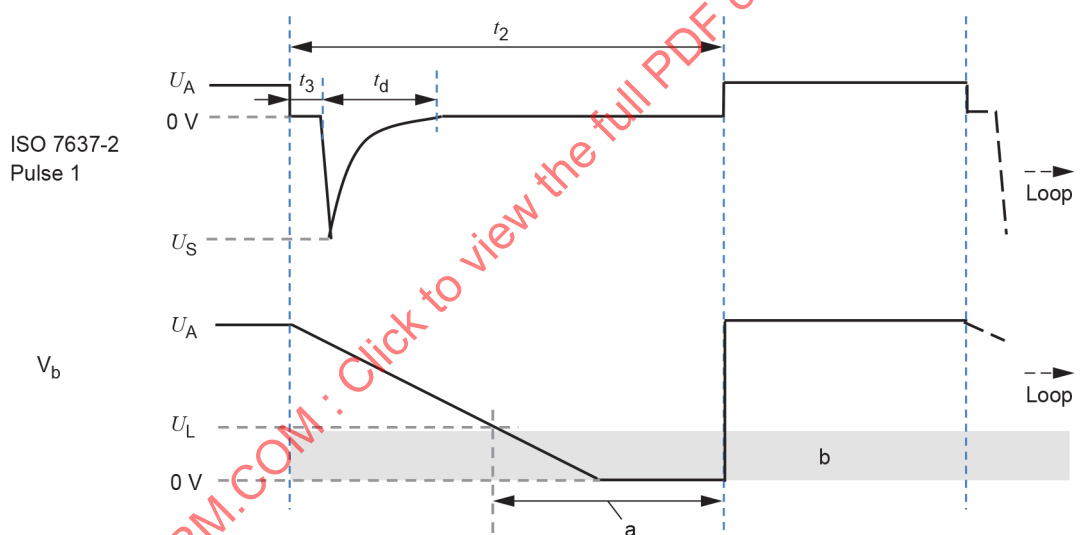
Points to note for impulse immunity measurement for functional status class A_{IC}

E.1 General

Annex E describes the points to note for test pulse 1 (according to ISO 7637-2) in impulse immunity test for functional status class A_{IC}.

E.2 Points to note when testing Pulse 1

Figure E.1 shows the ISO 7637-2 pulse 1 and the waveform of the VBAT terminal voltage on a transceiver. When the VBAT supply is disconnected in t_2 , the charge stored in the capacitor of the VBAT supply is discharged by the transceiver IC, causing the terminal voltage to fall. When the VBAT supply falls below the minimum operating voltage of the transceiver IC, an unintended failure can give the wrong test result. To avoid this issue, the battery shall be switched off only during the pulse.

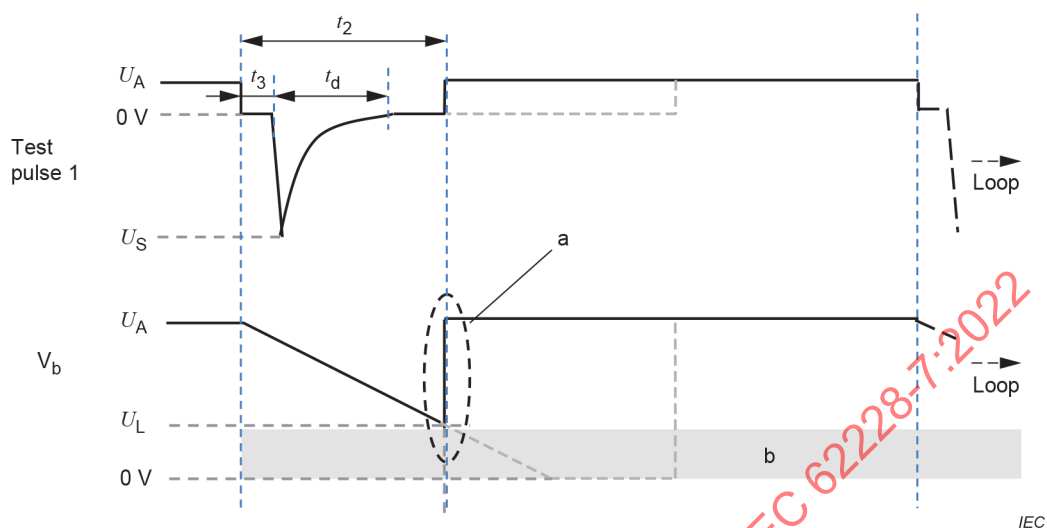


IEC

- U_A Supply voltage
- U_S Negative applied voltage
- U_L Transceiver minimum operating voltage
- t_2 Momentary interruption time from application of negative voltage to re-supply VBAT
 $t_2 = 200 \text{ ms}$ (ISO 7637-2 default)
- t_3 Wait time from stop supply VBAT to application of negative voltage $t_3 < 100 \text{ } \mu\text{s}$ (ISO 7637-2 default)
- t_d Time of application of negative voltage $t_d = 2 \text{ ms}$ (ISO 7637-2 default)
- V_b VBAT supply voltage of transceiver IC
- a A section below the minimum operating voltage of the transceiver
- b Voltage level to turn off the transceiver IC

Figure E.1 – Relationship between ISO 7637-2 Pulse 1 and transceiver VBAT supply

Figure E.2 shows the case where t_2 is changed to several ms. This avoids the issue, since the U_A switches on again before the VBAT voltage of the transceiver IC falls below the minimum operating voltage. When the test pulse condition changes, document this in the test report.



- U_A Supply voltage
- U_S Negative applied voltage
- U_L Transceiver minimum operating voltage
- t_2 Momentary interruption time from application of negative voltage to re-supply VBAT
VBAT shall be off only during the pulse
- t_3 Wait time from stop supply VBAT to application of negative voltage $t_3 < 100 \mu s$
- t_d Time of application of negative voltage $t_d = 2 \text{ ms}$
- V_b VBAT supply voltage of transceiver IC
- a Avoid turning off the transceiver
- b Voltage level to turn off the transceiver IC

Figure E.2 – Transceiver VBAT supply image when t_2 time is shortened

Bibliography

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-7:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	54
1 Domaine d'application	56
2 Références normatives	56
3 Termes, définitions et termes abrégés	57
3.1 Termes et définitions	57
3.2 Termes abrégés	57
4 Généralités	58
5 Conditions d'essai et conditions de fonctionnement	60
5.1 Conditions d'alimentation et conditions ambiantes	60
5.2 Modes de fonctionnement pour l'essai	61
5.3 Configuration d'essai	61
5.3.1 Configuration d'essai générale pour les essais fonctionnels	61
5.3.2 Configuration d'essai générale pour l'essai de DES sur dispositif non alimenté	62
5.3.3 Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais fonctionnels	63
5.3.4 Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais de DES sur dispositif non alimenté	64
5.3.5 Alimentation avec réseau de découplage	65
5.4 Signaux d'essai	65
5.4.1 Généralités	65
5.4.2 Signaux d'essai pour le mode fonctionnel normal	65
5.4.3 Signal d'essai pour la phase de réveil du mode veille	68
5.5 Critères d'évaluation	68
5.5.1 Généralités	68
5.5.2 Critères d'évaluation dans les modes fonctionnels durant l'exposition aux perturbations	68
5.5.3 Critères d'évaluation en mode passif après exposition aux perturbations	70
5.5.4 Classes d'état	71
6 Essai et mesure	71
6.1 Emission de perturbations radioélectriques	71
6.1.1 Méthode d'essai	71
6.1.2 Montage d'essai	71
6.1.3 Mode opératoire d'essai et paramètres	72
6.2 Immunité aux perturbations radioélectriques	73
6.2.1 Méthode d'essai	73
6.2.2 Montage d'essai	73
6.2.3 Mode opératoire d'essai et paramètres	75
6.3 Immunité aux impulsions	77
6.3.1 Méthode d'essai	77
6.3.2 Montage d'essai	77
6.3.3 Mode opératoire d'essai et paramètres	79
6.4 Décharge électrostatique (DES)	81
6.4.1 Méthode d'essai	81
6.4.2 Montage d'essai	81
6.4.3 Mode opératoire d'essai et paramètres	83
7 Rapport d'essai	84

Annexe A (normative) Circuits d'essai CXPI.....	85
A.1 Généralités	85
A.2 Circuit d'essai CXPI pour les essais fonctionnels sur des CI émetteurs- récepteurs CXPI standard du type A	85
A.3 Circuit d'essai CXPI pour les essais fonctionnels sur des CI émetteurs- récepteurs CXPI standard du type B	88
A.4 Circuit d'essai CXPI pour les essais fonctionnels sur des CI avec émetteur- récepteur CXPI intégré	90
A.5 Circuit d'essai CXPI pour essai de DES sur dispositif non alimenté sur un CI émetteur-récepteur CXPI standard du type A	92
A.6 Circuit d'essai CXPI pour essai de DES sur dispositif non alimenté sur un CI émetteur-récepteur CXPI standard du type B	92
Annexe B (normative) Cartes à circuits d'essai	94
B.1 Cartes à circuits d'essai pour les essais fonctionnels	94
B.2 Essai des décharges électrostatiques	95
Annexe C (informative) Exemples de limites d'essai pour les émetteurs-récepteurs CXPI dans les applications automobiles	96
C.1 Généralités	96
C.2 Emission de perturbations radioélectriques	96
C.3 Immunité aux perturbations radioélectriques	96
C.4 Immunité aux impulsions	96
C.5 Décharge électrostatique (DES)	96
Annexe D (informative) Exemple de réglage pour les signaux d'essai	97
Annexe E (informative) Points à noter pour la mesure de l'immunité aux impulsions pour la classe d'état fonctionnel A _{IC}	99
E.1 Généralités	99
E.2 Points à consigner lors de l'essai Impulsion 1	99
Bibliographie.....	101
Figure 1 – Vue d'ensemble des sous-couches PHY et types d'émetteurs-récepteurs CXPI.....	59
Figure 2 – Configuration d'essai générale pour les essais dans les modes fonctionnels.....	62
Figure 3 – Configuration d'essai générale pour l'essai de DES sur dispositif non alimenté.....	63
Figure 4 – Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais fonctionnels	63
Figure 5 – Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais de DES sur dispositif non alimenté	65
Figure 6 – Ecart maximal par rapport à la caractéristique I-V	71
Figure 7 – Montage d'essai pour la mesure des perturbations radioélectriques	72
Figure 8 – Montage d'essai pour les essais DPI.....	74
Figure 9 – Montage d'essai pour les essais d'immunité aux impulsions.....	78
Figure 10 – Montage d'essai pour les essais de DES directe	82
Figure A.1 – Schéma général du circuit du réseau d'essai des CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type A pour les essais fonctionnels.....	87
Figure A.2 – Schéma général du circuit du réseau d'essai des CI émetteurs-récepteurs CXPI standard de type B pour les essais fonctionnels.....	89
Figure A.3 – Schéma général du circuit du réseau d'essai des CI avec émetteur- récepteur CXPI intégré pour les essais fonctionnels	91

Figure A.4 – Schéma général du circuit pour l'essai de DES directe sur les émetteurs-récepteurs CXPI en mode passif	92
Figure A.5 – Schéma général du circuit d'essai pour l'essai de DES directe sur les émetteurs-récepteurs CXPI standard du type B en mode passif	93
Figure B.1 – Exemple d'interconnexions de CI pour signal CXPI	94
Figure B.2 – Exemple de carte d'essai de DES pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI	95
Figure D.1 – Exemple de réglage de signal pour les émetteurs-récepteurs standard du type A avec une configuration à deux émetteurs-récepteurs	97
Figure D.2 – Exemple de réglage de signal pour les émetteurs-récepteurs standard du type B avec une configuration à deux émetteurs-récepteurs	98
Figure E.1 – Relation entre l'Impulsion 1 de l'ISO 7637-2 et l'alimentation VBAT de l'émetteur-récepteur	99
Figure E.2 – Image de l'alimentation VBAT de l'émetteur-récepteur lorsque le temps t_2 est raccourci	100
Tableau 1 – Types pour émetteur-récepteur CXPI	58
Tableau 2 – Vue d'ensemble des mesures et essais exigés	60
Tableau 3 – Conditions d'alimentation et conditions ambiantes pour le fonctionnement	61
Tableau 4 – Définition des ports de couplage et des composants des réseaux de couplage pour les essais fonctionnels	64
Tableau 5 – Définitions des ports de couplage pour les essais de DES sur dispositif non alimenté	65
Tableau 6 – Signal d'essai de communication TX1	66
Tableau 7 – Signal d'essai de communication TX2	67
Tableau 8 – Signal d'essai de communication TX3	67
Tableau 9 – Signal d'essai de réveil TX4	68
Tableau 10 – Critères d'évaluation pour les émetteurs-récepteurs standard du type A dans les modes fonctionnels	69
Tableau 11 – Critères d'évaluation pour les émetteurs-récepteurs standard du type B dans les modes fonctionnels	69
Tableau 12 – Critères d'évaluation pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré dans les modes fonctionnels	70
Tableau 13 – Paramètres pour les mesures des émissions	73
Tableau 14 – Réglages des équipements de mesure des émissions radioélectriques	73
Tableau 15 – Spécifications pour les essais DPI	75
Tableau 16 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel AIC pour les émetteurs-récepteurs standard du type A	76
Tableau 17 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel AIC pour les émetteurs-récepteurs standard du type B	76
Tableau 18 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel AIC pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré	77
Tableau 19 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel CIC, D1IC ou D2IC pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard et les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré	77
Tableau 20 – Spécifications pour les essais d'immunité aux impulsions	79
Tableau 21 – Paramètres des essais d'immunité aux impulsions	79
Tableau 22 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel AIC pour les émetteurs-récepteurs standard du type A	80

Tableau 23 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel AIC pour les émetteurs-récepteurs standard du type B	80
Tableau 24 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel AIC pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré	81
Tableau 25 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel CIC, D1IC ou D2IC pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard et les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré	81
Tableau 26 – Spécifications pour les essais de DES directe	83
Tableau B.1 – Paramètres de la carte à circuits d'essai de DES	95
Tableau C.1 – Exemple de limites pour l'immunité aux impulsions pour la classe d'état fonctionnel C _{IC} ou D _{IC}	96

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-7:2022

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 7: Émetteurs-récepteurs CXPI

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 du présent document 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 brevet.

L'IEC 62228-7 a été établie par le sous-comité 47A: Circuits intégrés, du comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
47A/1130/FDIS	47A/1133/RVD

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

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. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail à l'adresse www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62228, publiées sous le titre général *Circuits intégrés – Evaluation de la CEM des émetteurs-récepteurs*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 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 7: Émetteurs-récepteurs CXPI

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 émetteurs-récepteurs CXPI placés en réseau. Elle définit les configurations d'essai, les conditions d'essai, les signaux d'essai, les critères de défaillance, les modes opératoires d'essai, les montages d'essai et les cartes d'essai. La présente spécification s'applique aux circuits intégrés émetteurs-récepteurs CXPI standard et aux circuits intégrés avec émetteur-récepteur CXPI intégré, et couvre:

- l'émission de perturbations radioélectriques;
- l'immunité aux perturbations radioélectriques;
- l'immunité aux transitoires électriques;
- 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 – Partie 4: Mesure des émissions conduites – Méthode par couplage direct 1 Ω /150 Ω*

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

IEC 62132-4:2006, *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 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 10605, *Véhicules routiers – Méthodes d'essai des perturbations électriques provenant de décharges électrostatiques*

ISO 20794-4, *Véhicules routiers – Interface du périphérique d'extension d'horloge (CXPI) – Partie 4: Couches de liaison de données et physique*

ISO 20794-7:2020, *Véhicules routiers – Interface périphérique d'extension d'horloge (CXPI) – Partie 7: Plan de test de conformité des couches de liaison de données et physique*

3 Termes, définitions et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 62228-1, l'IEC 61967-1 et l'IEC 62132-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

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

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

3.1 Termes et définitions

3.1.1

broche externe

broche qui transporte un signal ou une puissance qui entre ou sort de la carte d'application sans composant actif interposé

3.1.2

CI émetteur-récepteur CXPI standard

émetteur-récepteur CXPI indépendant conforme à l'ISO 20794-4, ou circuit intégré (CI) avec étage interne émetteur-récepteur CXPI avec accès aux signaux CXPI, RXD et TXD

3.1.3

CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré

CI avec étage interne émetteur-récepteur CXPI intégré et avec gestionnaire de protocole CXPI intégré, mais sans accès aux signaux CXPI, RXD ou TXD

3.1.4

composants obligatoires

composants nécessaires au fonctionnement correct du CI comme spécifié par son fabricant

3.2 Termes abrégés

ASSP	Application Specific Standard Product (composant standard pour application spécifique)
CRC	contrôle par redondance cyclique
CXPI	Clock Extension Peripheral Interface (interface périphérique d'extension d'horloge)
DLL	Data Link Layer (couche liaison de données)
EN	enable (activation)
FI	Frame Information (information de trame)
IBS	Inter Byte Space (espace interoctets)
NRZ	Non-Return to Zero (non-retour à zéro)
PCB	Printed Circuit Board (carte à circuit imprimé)
PID	Protected IDentifier (identifiant protégé)
PMA	Physical Media Attachment (raccordement au support physique)
PS	Physical Signalling (signalisation physique)

MLI	modulation de largeur d'impulsions
RX_{MLI}	signal de sortie pour le récepteur dans le pilote de ligne de bus CXPI
RXD_{NRZ}	signal de sortie pour le récepteur dans le circuit codec CXPI
TX_{MLI}	signal d'entrée pour l'émetteur dans le pilote de ligne de bus CXPI
TXD_{NRZ}	signal d'entrée pour l'émetteur dans le circuit codec CXPI
UART	Universal Asynchronous Receiver / Transmitter (émetteur/récepteur asynchrone universel)

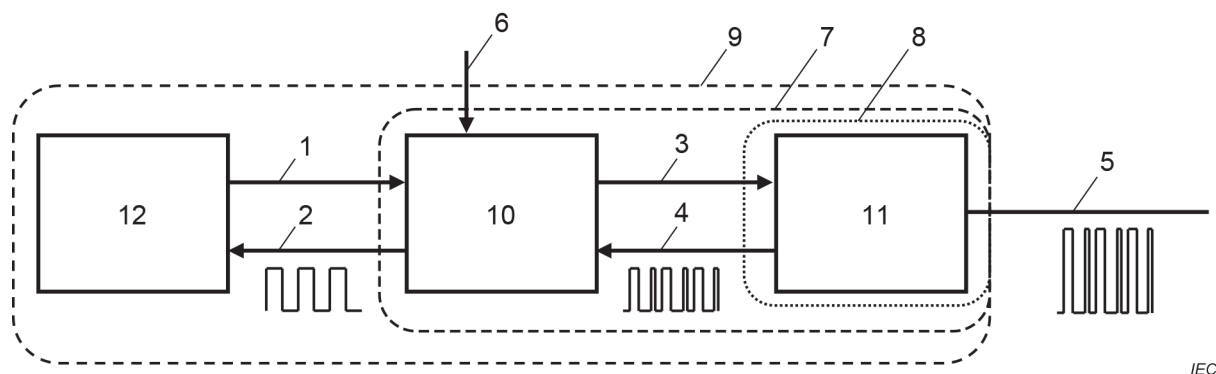
4 Généralités

L'objectif du présent document est d'évaluer les performances CEM des CI émetteurs-récepteurs CXPI dans les conditions d'application d'un réseau minimal. Les CI émetteurs-récepteurs CXPI sont généralement classés en trois types, énumérés dans le Tableau 1.

La Figure 1 représente un exemple de configuration de chaque type de CI émetteurs-récepteurs CXPI. La vue d'ensemble des sous-couches PHY suit l'ISO 20794-4. Les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type A comportent la sous-couche PS et la sous-couche PMA. Les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type B comportent uniquement la sous-couche PMA. Un CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré comprend une fonction microcontrôleur ou ASSP, en plus des fonctions standard du type A. La sous-couche PMA émet et reçoit des données de communication sur la ligne de bus au format de signal MLI. La sous-couche PS possède la fonction de génération d'horloge, le codage et le décodage des trames CXPI et la logique de résolution de collision bit à bit. Le microcontrôleur ou l'ASSP émet et reçoit les données de communication au format de signal NRZ en fonction des spécifications de l'application.

Tableau 1 – Types pour émetteur-récepteur CXPI

Classification des émetteurs-récepteurs	Type d'émetteur-récepteur	Mise en œuvre de la sous-couche de communication
CI émetteur-récepteur CXPI standard	Standard du type A	avec sous-couches PMA et PS
	Standard du type B	avec sous-couche PMA uniquement
CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré	Type intégré	avec sous-couches PMA, PS et DLL



Légende

- 1 TXD_{NRZ}
- 2 RXD_{NRZ}
- 3 TX_{MLI}
- 4 RX_{MLI}
- 5 Réseau CXPI
- 6 Horloge (nœud principal uniquement, externe ou fournie par le microcontrôleur)
- 7 Standard du type A
- 8 Standard du type B
- 9 Type intégré
- 10 PMA
- 11 PS
- 12 Microcontrôleur ou ASSP, etc., y compris DLL

Figure 1 – Vue d'ensemble des sous-couches PHY et types d'émetteurs-récepteurs CXPI

L'évaluation des caractéristiques de CEM des émetteurs-récepteurs CXPI doit être faite en modes fonctionnels dans les conditions réseau pour les essais d'émissions radioélectriques, d'immunité aux perturbations radioélectriques et d'immunité aux impulsions, et sur un CI émetteur-récepteur individuel non alimenté pour les essais de décharge électrostatique.

Le but de ces essais est de déterminer les performances CEM de l'émetteur-récepteur CXPI sur les broches externes dédiées, qui sont considérées appropriées pour la CEM dans l'application. Pour un CI émetteur-récepteur CXPI standard et un CI avec un émetteur-récepteur CXPI intégré, ces broches sont VBAT et CXPI.

Les méthodes d'essai utilisées pour la caractérisation de la CEM sont basées sur les Normes internationales présentant les essais CEM des CI et sont décrites dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Vue d'ensemble des mesures et essais exigés

Mode de l'émetteur-récepteur	Essai exigé	Méthode d'essai	Evaluation	Mode fonctionnel
Fonctionnel (alimenté)	Emissions RF	Couplage direct 150 Ω (IEC 61967-4)	Spectre	Normal
	Immunité aux RF	DPI (IEC 62132-4)	Fonction	Normal
				Veille
	Immunité aux impulsions	Injection de transitoires non synchrones (IEC 62215-3)	Fonction	Normal
				Veille
Passif (non alimenté)	DES	Décharge par contact (ISO 10605)	Dommages	Non alimenté

Les méthodes d'essai d'émissions radioélectriques, d'immunité aux RF et d'immunité aux impulsions sont sélectionnées pour l'évaluation des caractéristiques de CEM des émetteurs-récepteurs dans les différents modes fonctionnels (alimentés). Ces trois méthodes d'essai sont basées sur la même approche, exploitant le couplage par conduction. Il est donc possible d'utiliser la même carte d'essai pour tous ces essais en mode fonctionnel, ce qui allège les procédures et améliore la reproductibilité et la comparaison des résultats d'essai.

L'essai de DES est effectué sur un CI émetteur-récepteur passif (non alimenté), sur une carte d'essai dédiée.

Il convient d'effectuer tous les essais et mesures avec des émetteurs-récepteurs soudés sur des cartes d'essai, comme décrit à l'Annex B, afin d'assurer des conditions conformes à l'application et d'éviter les effets de mise en œuvre induits par les supports.

L'Annex C fournit des exemples de limites et de niveaux d'essai pour les émetteurs-récepteurs CXPI dans les applications automobiles.

En général, la définition des essais est effectuée pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard. Pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré, certaines adaptations sont nécessaires et sont décrites dans le présent document. Des adaptations spécifiques doivent être effectuées pour le CI dédié seul, mais elles doivent respecter les définitions générales identifiées.

5 Conditions d'essai et conditions de fonctionnement

5.1 Conditions d'alimentation et conditions ambiantes

Tous les essais et mesures effectués dans les conditions de fonctionnement se basent sur des systèmes avec une alimentation de 12 V, ce qui constitue la principale application des émetteurs-récepteurs CXPI. Si un émetteur-récepteur est conçu ou prévu pour une tension d'alimentation plus élevée, les conditions d'essai et les performances d'essai doivent être adaptées et documentées en conséquence. Les conditions d'alimentation et les conditions ambiantes définies pour le fonctionnement sont données dans le Tableau 3. Bien que la tension normale de $V_{CC_{ext}}$ soit de 5 V, d'autres tensions comme 3,3 V peuvent être fournies en fonction du produit.

Tableau 3 – Conditions d'alimentation et conditions ambiantes pour le fonctionnement

Paramètre	Valeur
Tension d'alimentation $V_{BAT_{ext}}$	$(14 \pm 0,2)$ V (par défaut)
Tension d'alimentation $V_{CC_{ext}}$	$(5 \pm 0,1)$ V (par défaut), $(3,3 \pm 0,1)$ V
Température d'essai	(23 ± 5) °C

Pour les mesures des émissions radioélectriques, le bruit de fond ambiant doit être inférieur d'au moins 6 dB à la limite cible appliquée, et être documenté dans le rapport d'essai.

Les essais de DES sur dispositif non alimenté doivent être effectués sans aucune tension d'alimentation, et les exigences de conditions climatiques de l'ISO 10605 doivent être appliquées.

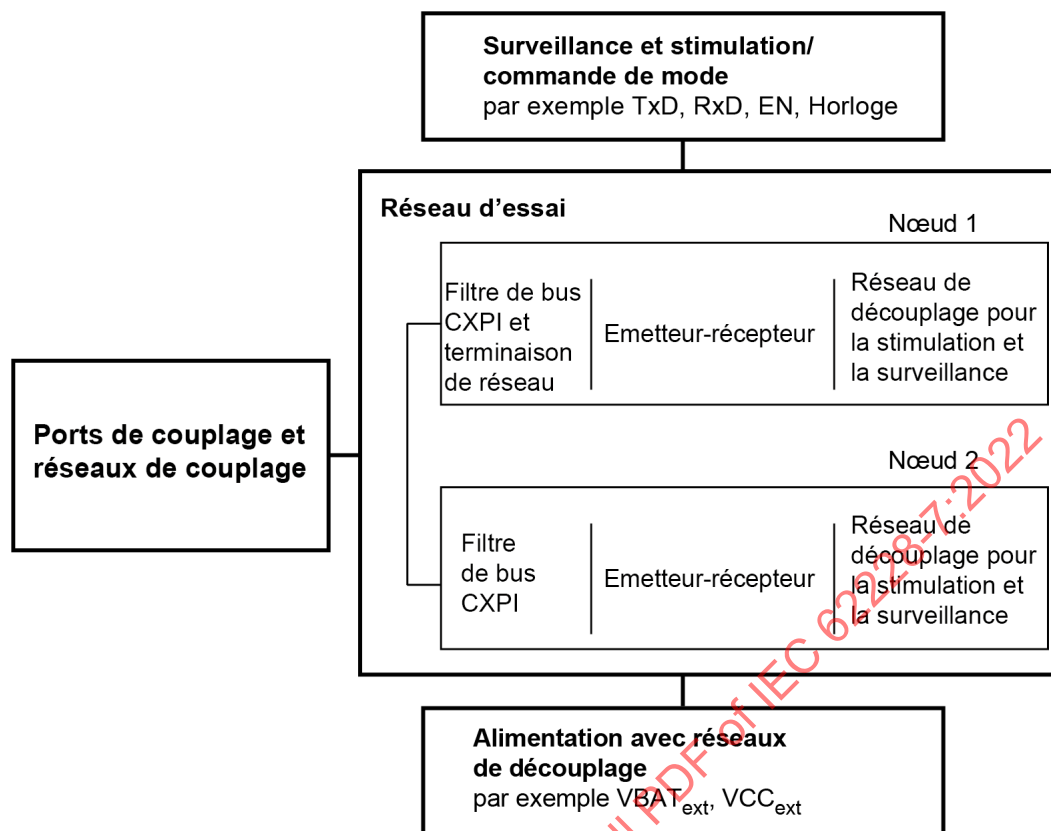
5.2 Modes de fonctionnement pour l'essai

Les CI émetteurs-récepteurs CXPI doivent être soumis à essai dans les modes fonctionnels (alimenté) et en mode non alimenté. Les modes fonctionnels correspondent au fonctionnement normal et au mode veille.

5.3 Configuration d'essai

5.3.1 Configuration d'essai générale pour les essais fonctionnels

La configuration d'essai se compose, d'une manière générale, des émetteurs-récepteurs CXPI avec leurs composants externes obligatoires, et des composants nécessaires au filtrage et au découplage (nœud $CXPI_{ext}$), dans un réseau d'essai minimal, dans lequel les alimentations filtrées, les signaux, les sondes de surveillance et les réseaux de couplage sont connectés comme représenté à la Figure 2. Le Nœud 1 est le nœud principal et le Nœud 2 est le nœud subordonné.



IEC

Figure 2 – Configuration d'essai générale pour les essais dans les modes fonctionnels

Pour l'évaluation des caractéristiques d'émissions radioélectriques, d'immunité aux émissions radioélectriques et d'immunité aux impulsions d'un émetteur-récepteur CXPI en mode fonctionnel, un réseau d'essai CXPI minimal composé de deux CI émetteurs-récepteurs CXPI doit être utilisé. Selon le type d'émetteur-récepteur, les configurations réseau suivantes sont définies :

- deux émetteurs-récepteurs du même type, dans le cas de CI émetteurs-récepteurs CXPI standard (composant soumis à essai (DUT, Device Under Test)); ou
- un CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré (DUT) et un CI émetteur-récepteur CXPI standard.

NOTE Dans des cas spécifiques ou à des fins d'analyse, un écart par rapport à ce montage peut être convenu entre les utilisateurs du présent document et est consigné dans le rapport d'essai.

Si la terminaison de réseau CXPI et le filtre de bus comprenant des dispositifs de suppression des DES (par exemple une diode Zener) sont utilisés, ils doivent être conformes à la constante de temps définie dans l'ISO 20794-4. Si un dispositif facultatif de suppression des DES est utilisé (par exemple pour atteindre un certain niveau d'immunité aux DES ou aux impulsions), il doit être utilisé pour tous les autres essais du présent document et consigné dans le rapport d'essai.

Un schéma général plus détaillé du réseau d'essai des émetteurs-récepteurs CXPI est donné à l'Annex A.

5.3.2 Configuration d'essai générale pour l'essai de DES sur dispositif non alimenté

La configuration d'essai générale pour l'essai de DES des CI émetteurs-récepteurs CXPI non alimentés se compose d'un CI émetteur-récepteur CXPI seul avec ses composants externes obligatoires et ses composants de filtrage montés sur une carte d'essai avec réseaux de couplage de décharge, comme représenté à la Figure 3.

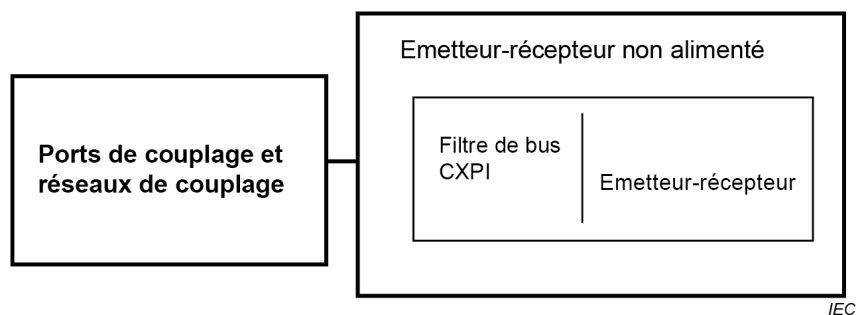
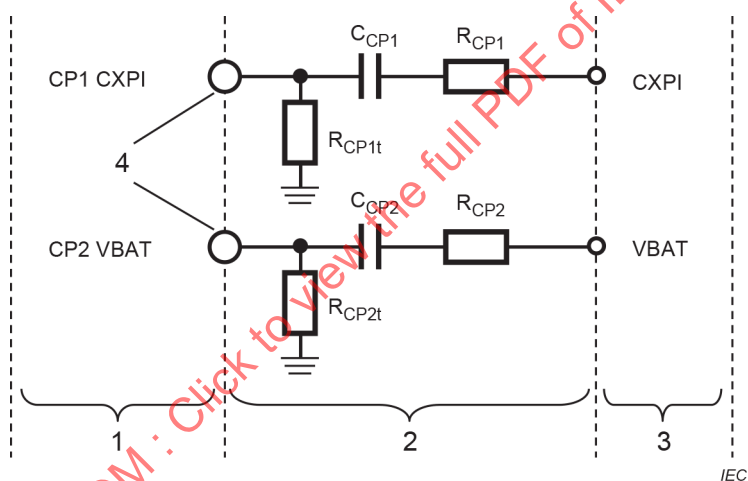


Figure 3 – Configuration d'essai générale pour l'essai de DES sur dispositif non alimenté

5.3.3 Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais fonctionnels

Les ports de couplage et les réseaux de couplage sont destinés à conduire les perturbations depuis ou vers le réseau d'essai, avec une caractéristique de transfert définie. La représentation schématique des ports et des réseaux de couplage et des broches est donnée à la Figure 4. Les valeurs des composants dépendent de la méthode d'essai et sont définies dans le Tableau 4. Il convient que la tolérance des composants soit inférieure ou égale à 1 %.



Légende

- 1 Ports de couplage
- 2 Réseaux de couplage
- 3 Réseaux de broches (y compris tous les composants externes obligatoires pour la broche respective)
- 4 Connecteur RF

Figure 4 – Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais fonctionnels

Tableau 4 – Définition des ports de couplage et des composants des réseaux de couplage pour les essais fonctionnels

Port	Type	Objectif	Composant		
			R_{CP1} , R_{CP2}	C_{CP1} , C_{CP2}	R_{CP1t} , R_{CP2t}
CP1	EMI1	Mesure des émissions RF sur port CXPI	120 Ω	4,7 nF	51 Ω
	RF1	Couplage RF pour les essais sur port CXPI	0 Ω	4,7 nF	non utilisé
	IMP1	Couplage d'impulsion sur port CXPI	0 Ω	1,0 nF	non utilisé
CP2	EMI2	Mesure des émissions RF sur port VBAT	120 Ω	6,8 nF	51 Ω
	RF2	Couplage RF pour les essais sur port VBAT	0 Ω	6,8 nF	non utilisé
	IMP2	Couplage d'impulsion sur port VBAT	0 Ω	court-circuité	non utilisé

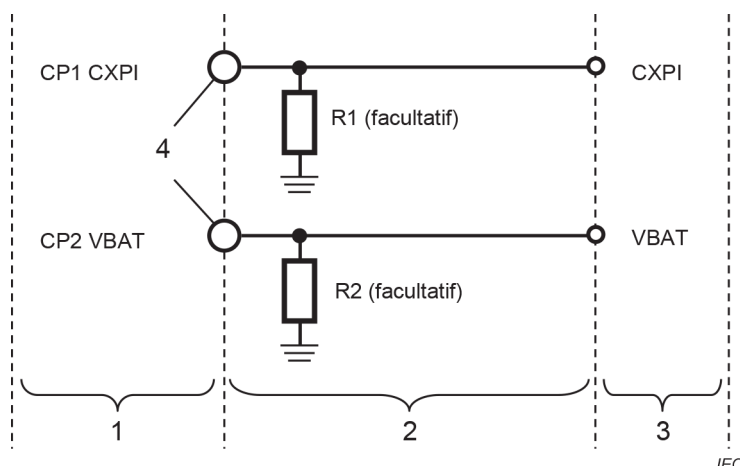
Les configurations d'essai avec les ports de couplage et les réseaux de couplage connectés au réseau d'essai CXPI sont données dans le schéma général de la Figure A.1 pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type-A, dans celui de la Figure A.2 pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type B et dans celui de la Figure A.3 pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré.

La caractérisation des ports de couplage et des réseaux de couplage est effectuée comme suit:

L'amplitude des pertes d'insertion (mesure de S_{21}) entre les ports CP1, CP2 et les plages de signaux respectives de l'émetteur-récepteur sur la carte d'essai doit être mesurée et consignée dans le rapport d'essai. Pour cette caractérisation, le port de couplage doit être configuré pour l'essai d'immunité aux perturbations radioélectriques ou l'essai des émissions RF, et les CI émetteurs-récepteurs CXPI doivent être retirés. Tous les autres composants directement connectés au port de couplage (par exemple filtre de l'alimentation ou charges) restent montés sur la carte d'essai.

5.3.4 Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais de DES sur dispositif non alimenté

Les ports de couplage et réseaux de couplage utilisés pour les essais de DES directe sur dispositif non alimenté relient les points de décharge au circuit d'essai du CI émetteur-récepteur CXPI. La représentation schématique et les définitions des ports et des réseaux de couplage et des broches sont données à la Figure 5 et dans le Tableau 5.



Légende

- 1 Ports de couplage
- 2 Réseaux de couplage
- 3 Réseaux de broches (y compris tous les composants externes obligatoires pour la broche respective)
- 4 Point de décharge

Figure 5 – Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais de DES sur dispositif non alimenté

Tableau 5 – Définitions des ports de couplage pour les essais de DES sur dispositif non alimenté

Port	Type	Objectif	Composant
CP1	ESD1	Couplage de DES sur port CXPI	Piste métallique pour connexion galvanique ^a
CP2	ESD2	Couplage de DES sur port VBAT	Piste métallique pour connexion galvanique ^a

^a Les résistances facultatives R1 et R2, avec $R \geq 200 \text{ k}\Omega$, sont utilisées pour éviter toute précharge du point de décharge, due au générateur de DES. Aux valeurs d'essai élevées, la formation d'un arc électrique entre les bornes de ces résistances doit être évitée. Si le problème de précharge statique est évité du fait de la structure du générateur de DES, alors ces résistances ne sont pas nécessaires. Une résistance externe peut également être utilisée pour éliminer la précharge sur chaque point de décharge avant chaque essai.

5.3.5 Alimentation avec réseau de découplage

Dans les configurations d'essai générales, les circuits de découplage doivent être ajoutés aux lignes d'alimentation telles que VBAT, VCC, etc.

L'Annex A donne un exemple des circuits de découplage utilisés dans une configuration d'essai avec deux CI émetteurs-récepteurs CXPI.

5.4 Signaux d'essai

5.4.1 Généralités

Selon le type d'émetteur-récepteur, différents signaux d'essai sont définis pour les communications en mode fonctionnel normal et en phase de réveil depuis le mode veille.

5.4.2 Signaux d'essai pour le mode fonctionnel normal

Le signal d'essai de communication TX1 doit être utilisé pour soumettre à essai les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type A en mode fonctionnel normal. Le signal d'essai de communication TX2 doit être utilisé pour soumettre à essai les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type B en mode fonctionnel normal. Les paramètres de ces signaux périodiques sont définis dans le Tableau 6 et le Tableau 7. L'Annex D donne un exemple de réglage pour les signaux d'essai.

Tableau 6 – Signal d'essai de communication TX1

Signal d'essai	TX1 ^a
Type de signal	TXD_{NRZ}^d données d'UART (500 µs) Horloge^c IEC
Fréquence	TXD _{NRZ} : 10 kHz Horloge: 20 kHz
Taux de transfert	20 kbit/s
Amplitude	VCC ±0,1 V
Légende t1 Largeur d'impulsion de la valeur logique "1" = 50 µs t0 Largeur d'impulsion de la valeur logique "0" = 50 µs ^a Le signal TXD _{NRZ} de TX1 est appliqué à la broche d'entrée des données de transmission du Nœud 2 (CXPI subordonné) et le signal d'horloge de TX1 est appliqué à la broche d'entrée du signal d'horloge du Nœud 1 (CXPI principal). ^b Valeur par défaut = 100 µs. Les détails sont décrits dans l'ISO 20794-4 et les spécifications du produit. ^c Le signal d'horloge est carré avec un rapport cyclique de 50 % (par défaut). ^d Le déphasage entre TXD _{NRZ} et le signal d'horloge est défini pour les besoins de l'essai. La valeur par défaut recommandée pour le déphasage entre le front descendant du signal TXD _{NRZ} et le front descendant du signal d'horloge est de 0 µs.	

Tableau 7 – Signal d'essai de communication TX2

Signal d'essai	TX2 ^a
Type de signal	TX_{PWM} t_1 t_0 IBS^b t_{1d} t_{0d} Données MLI (500 μs) (répétition) IEC
Fréquence	20 kHz
Taux de transfert	20 kbit/s
Amplitude	VCC $\pm$ 0,1 V
Légende t_1 Largeur d'impulsion de la valeur logique "1" = 50 μ s t_0 Largeur d'impulsion de la valeur logique "0" = 50 μ s t_{1d} Durée dominante de la valeur logique "1" = 12,5 μ s t_{0d} Durée dominante de la valeur logique "0" = 35 μ s ^a Le signal TX2 est appliqué à la broche d'entrée des données de transmission du Nœud 1 (CXPI principal). ^b Valeur par défaut = 100 μ s. Les détails sont décrits dans l'ISO 20794-4 et les spécifications du produit.	

Le signal d'essai de communication TX3 doit être utilisé pour les essais en mode fonctionnel normal des CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré. Le signal est une trame CXPI dont les paramètres sont donnés dans le Tableau 8. L'émetteur-récepteur CXPI intégré doit l'émettre ou y répondre, en fonction de ses fonctionnalités propres ou programmées. Le signal TX3 doit être basé sur le protocole de l'ISO 20794-7:2020, Article 6. Le signal est appliqué comme signal d'entrée au nœud principal qui est un CI émetteur-récepteur CXPI standard de type A ou de type B. Le signal d'émission et/ou de réponse provenant du CI avec émetteur-récepteur intégré constituant le nœud subordonné est surveillé sur le signal RX (RXD_{NRZ} ou RX_{MLI}) du nœud principal.

Tableau 8 – Signal d'essai de communication TX3

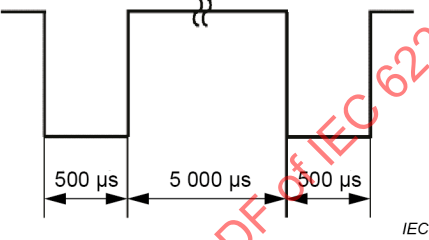
Signal d'essai	TX3
Type de signal	Trame CXPI
Protocole	ISO 20794-7:2020, Article 6 ^a
Taux de transfert	20 kbit/s ^b
PID, FI et données	Selon les fonctionnalités propres ou programmées du CI émetteur-récepteur CXPI en essai
Amplitude	VCC $\pm$ 0,1 V
^a Il convient dans la mesure du possible de l'utiliser pour tous les essais. Il est cependant possible de réaliser les essais en utilisant une autre version du protocole. ^b Le taux de transfert de données spécifié correspond au taux par défaut. Il convient dans la mesure du possible de l'utiliser pour tous les essais. Il est cependant possible de réaliser les essais en utilisant un autre taux de transfert de données.	

5.4.3 Signal d'essai pour la phase de réveil du mode veille

Le signal d'essai de réveil TX4 doit être utilisé pour soumettre à essai la phase de réveil depuis le mode veille demandée par le nœud subordonné au nœud principal pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard. Les paramètres de ce signal sont définis dans le Tableau 9. Il ne doit être envoyé qu'une seule fois, sous forme de demande de réveil.

Selon l'émetteur-récepteur en essai, un deuxième signal avec une trame de données ou une demande de réveil plus longue peut s'avérer nécessaire pour obtenir des données de réponse de la part de l'émetteur-récepteur en essai, ou pour remettre le DUT en mode veille avant l'essai suivant. Le signal d'essai de réveil appliqué à un émetteur-récepteur spécifique doit satisfaire à la définition de l'ISO 20794-4.

Tableau 9 – Signal d'essai de réveil TX4

Signal d'essai	TX4
Type de signal	
Amplitude	VCC ±0,1 V
^a Le signal d'essai utilisé dépend du type d'émetteur-récepteur, TXD_{NRZ} pour le type A standard, TX_{MLI} pour le type B standard. Le TX4 est introduit dans la broche d'entrée de données de transmission du Nœud 2 (CXPI subordonné).	

5.5 Critères d'évaluation

5.5.1 Généralités

Différents critères sont définis pour l'évaluation des performances d'immunité des CI émetteurs-récepteurs CXPI, pour les modes fonctionnels, durant l'exposition aux perturbations et, pour le mode passif, après l'exposition aux perturbations.

L'état fonctionnel obtenu pour le CI émetteur-récepteur CXPI doit être défini conformément à l'IEC 62132-1 dans la classe A_{IC}, C_{IC}, D_{1IC} ou D_{2IC}, dont les définitions sont données en 5.5.4.

5.5.2 Critères d'évaluation dans les modes fonctionnels durant l'exposition aux perturbations

Les critères d'évaluation dans les modes fonctionnels sont définis dans le Tableau 10 pour les émetteurs-récepteurs standard du type A, dans le Tableau 11 pour les émetteurs-récepteurs standard du type B et dans le Tableau 12 pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré.

Les valeurs limites spécifiées identifiées dans le Tableau 10, le Tableau 11 et le Tableau 12 doivent être utilisées pour la surveillance des défaillances. La validation de défaillance s'applique à tous les émetteurs-récepteurs du réseau d'essai, sauf indication contraire. Dès lors qu'un émetteur-récepteur en essai dépasse les valeurs limites spécifiques, un événement d'erreur est consigné pour l'essai concerné. Les valeurs de référence des signaux contrôlés dépendent de l'émetteur-récepteur en essai et doivent être mesurées dans des conditions exemptes de perturbations, avant l'essai. Ces signaux de référence, combinés aux valeurs limites, permettent de générer les masques de validation de défaillance. Des écarts par rapport aux valeurs limites définies peuvent être tolérés sur la base d'un accord mutuel et qu'il convient de consigner dans le rapport d'essai.

Dans le mode fonctionnel normal, la communication est évaluée. En mode veille, les fonctions de réveil souhaitées et indésirables sont évaluées.

Tableau 10 – Critères d'évaluation pour les émetteurs-récepteurs standard du type A dans les modes fonctionnels

Mode de l'émetteur-récepteur	Objectif	Signal d'essai TXD_{NRZ}	Déclenchement de la condition de surveillance		Variation maximale en tension/temps RXD_{NRZ}
			Déclencheur	Fenêtre d'observation	
Normal	Communication	TX1	Premier front descendant du signal TXD_{NRZ}	–100 μ s / 400 μ s	± 20 % VCC / $\pm 7,5$ μ s
Veille ^a	Réveil indésirable	Aucun	Déclenchement automatique	200 μ s	± 20 % VCC / – ^b
	Réveil souhaité ^c	TX4	Premier front descendant du signal TX4	–100 μ s / 6 100 μ s	± 20 % VCC / ± 100 μ s
Des valeurs limites différentes peuvent être tolérées sur la base d'un accord mutuel, pour des cas bien spécifiques, et doivent être consignées dans le rapport d'essai.					
^a L'évaluation du réveil dépend de la fonctionnalité de l'émetteur-récepteur CXPI. Le courant au niveau de VBAT et VCC peut être surveillé, ainsi que RXD_{NRZ} . Les deux nœuds doivent être définis en mode veille avant l'essai comme représenté à la Figure D.1. ^b Signal fixe, indépendant de la durée. ^c Détails du réveil souhaité, voir Annex D.					

Tableau 11 – Critères d'évaluation pour les émetteurs-récepteurs standard du type B dans les modes fonctionnels

Mode de l'émetteur-récepteur	Objectif	Signal d'essai TX_{MLI}	Déclenchement de la condition de surveillance		Variation maximale en tension/temps RX_{MLI}
			Déclencheur	Fenêtre d'observation	
Normal	Communication	TX2	Premier front descendant de la durée dominante $t_{0d} = 35$ μ s du signal TX2	–40 μ s / 160 μ s	± 20 % VCC / $\pm 3,75$ μ s
Veille ^a	Réveil indésirable	Aucun	Déclenchement automatique	200 μ s	± 20 % VCC / – ^b
	Réveil souhaité ^c	TX4	Premier front descendant du signal TX4	–100 μ s / 6 100 μ s	± 20 % VCC / ± 100 μ s
Des valeurs limites différentes peuvent être tolérées sur la base d'un accord mutuel, pour des cas bien spécifiques, et doivent être consignées dans le rapport d'essai.					
^a L'évaluation du réveil dépend de la fonctionnalité de l'émetteur-récepteur CXPI. Le courant au niveau de VBAT et VCC peut être surveillé, ainsi que RX_{MLI} . Les deux nœuds doivent être définis en mode veille avant l'essai comme représenté à la Figure D.2. ^b Signal fixe, indépendant de la durée. ^c Détails du réveil souhaité, voir Annex D.					

Pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré, la validation de défaillance doit être composée conformément à leurs fonctionnalités qui découlent des définitions.

Tableau 12 – Critères d'évaluation pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré dans les modes fonctionnels

Mode de l'émetteur-récepteur	Objectif	Signal d'essai	Déclenchement de la condition de surveillance		Variation maximale en tension/temps Autres fonctions	Outil de surveillance de données CXPI
			Déclencheur	Fenêtre d'observation		
Normal	Communication effective	TX3	–	–	–	Indication d'erreur ^a
Veille	Réveil indésirable	Aucun	Déclenchement automatique	–	Indication de réveil ^b	–
	Réveil souhaité ^c	En fonction des spécifications du produit	Signal de commande du mode veille	En fonction des spécifications du produit	Indication de réveil ^b	Indication de réveil ^d

Des valeurs limites différentes peuvent être tolérées sur la base d'un accord mutuel, pour des cas bien spécifiques, et doivent être consignées dans le rapport d'essai.

^a Surveillance d'erreur d'octet, d'erreur de CRC et d'erreur de parité décrite dans l'ISO 20794-4

^b Signal émis par une fonction du DUT, capable d'indiquer un événement de réveil (par exemple présence d'une tension de sortie, consommation de courant, etc.)

^c Il convient de déterminer les signaux d'essai et la condition de surveillance par référence à l'ISO 20794-4 et à la spécification du produit.

^d Une indication de réveil peut être utilisée pour déterminer le réveil en utilisant une communication réelle.

5.5.3 Critères d'évaluation en mode passif après exposition aux perturbations

La caractéristique d'entrée d'une broche en essai par rapport à la masse (rapport courant/tension) doit être mesurée en utilisant par exemple un analyseur de paramètres de semiconducteurs. Il convient que la plage de tensions d'essai englobe ou dépasse la valeur maximale spécifiée de la broche en essai, par exemple jusqu'à la valeur de claquage, de repliement ou d'écrêtage.

NOTE Les tensions d'essai généralement utilisées sont comprises entre ± 50 V et ± 70 V, avec des courants d'essai limités dans la plage comprise entre $\pm 0,5$ mA et ± 5 mA afin d'éviter d'endommager le CI lors de la mesure de la courbe caractéristique.

Toute modification significative de la caractéristique I-V (par exemple une hausse de plus de ± 5 % de la tension ou du courant d'essai maximal appliqué) entre la mesure avant et la mesure après l'essai d'immunité est considérée comme une défaillance. La Figure 6 représente l'écart maximal par rapport à la caractéristique I-V.

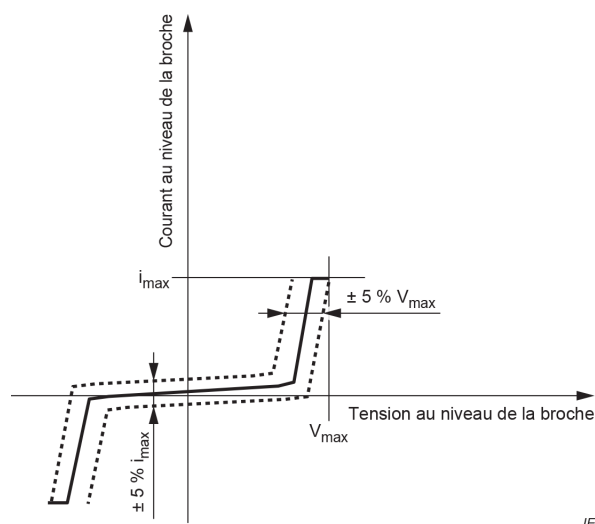


Figure 6 – Ecart maximal par rapport à la caractéristique I-V

En alternative à la caractéristique I-V mesurée décrite ci-dessus, les paramètres donnés dans la spécification du DUT peuvent être utilisés pour vérifier les dommages subis par le CI.

5.5.4 Classes d'état

Les classes d'état fonctionnel pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI basés sur les critères d'évaluation sont définis comme A_{IC} , C_{IC} , $D1_{IC}$ ou $D2_{IC}$ en 8.3 de l'IEC 62132-1:2015.

6 Essai et mesure

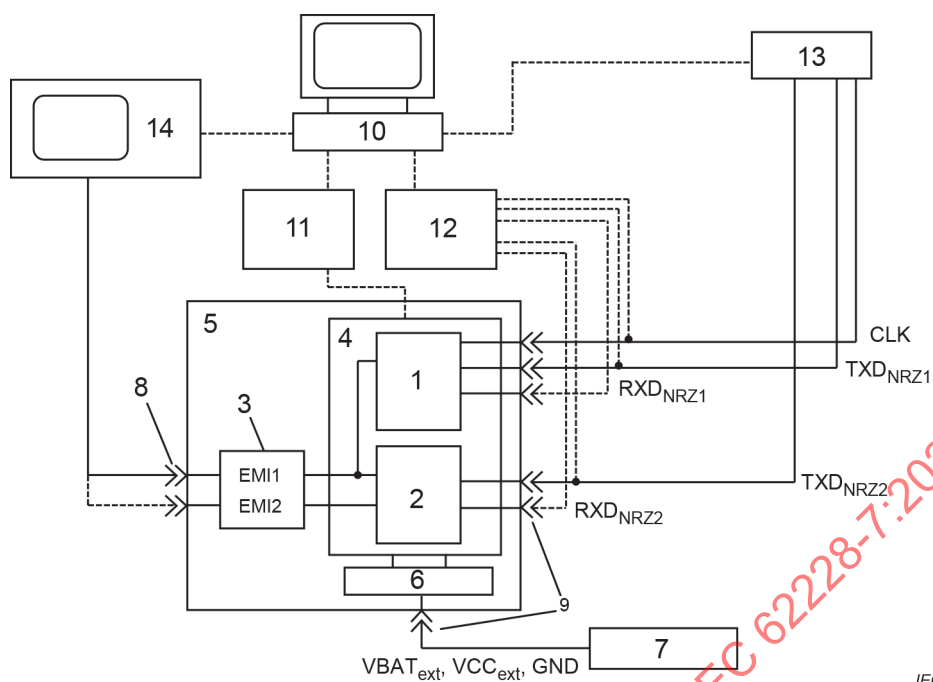
6.1 Emission de perturbations radioélectriques

6.1.1 Méthode d'essai

La mesure des émissions radioélectriques doit être effectuée par la méthode de couplage direct 150 Ω , conformément à l'IEC 61967-4.

6.1.2 Montage d'essai

La mesure des émissions radioélectriques de l'émetteur-récepteur doit être effectuée en appliquant le montage typique représenté à la Figure 7. L'Annex A fournit des détails complémentaires.



Légende

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1 | Nœud 1 (principal) | 11 | Unité de commande de mode (facultative) |
| 2 | Nœud 2 (subordonné) | 12 | Analyseur CXPI (facultatif) |
| 3 | Port de couplage (EMI1:CP1, EMI2: CP2) | 13 | Générateur de trame pour la stimulation |
| 4 | Réseau d'essai | 14 | Analyseur de spectre/récepteur de mesure des interférences électromagnétiques |
| 5 | Carte d'essai | | |
| 6 | Réseaux de découplage | | |
| 7 | Alimentation (VBAT, VCC, GND) | | |
| 8 | Connecteur coaxial (CXPI: EMI1, VBAT: EMI2) | | |
| 9 | Connecteurs | | |
| 10 | PC de commande (facultatif) | | |

Figure 7 – Montage d'essai pour la mesure des perturbations radioélectriques

Les exigences relatives aux équipements d'essai sont les suivantes:

- analyseur de spectre/récepteur de mesure des interférences électromagnétiques;
- carte d'essai;
- générateur de trame;
- alimentation;
- unité de commande de mode (facultative, si possible commandée à distance par le PC);
- PC de commande (facultatif);
- analyseur CXPI (facultatif, uniquement exigé pour soumettre à essai des CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré).

6.1.3 Mode opératoire d'essai et paramètres

L'essai des émissions RF doit être réalisé conformément au Tableau 13. Les dispositifs de suppression des DES utilisés doivent être documentés dans le rapport d'essai.

Tableau 13 – Paramètres pour les mesures des émissions

Mode de l'émetteur-récepteur	Type d'émetteur-récepteur	Port de couplage	Broche	Signal d'essai
Normal	Standard du type A	EMI1	CXPI	TX1
		EMI2	VBAT	
	Standard du type B	EMI1	CXPI	TX2
		EMI2	VBAT	
	Type intégré	EMI1	CXPI	TX3
		EMI2	VBAT	

Les réglages des équipements de mesure des émissions radioélectriques sont donnés dans le Tableau 14.

Tableau 14 – Réglages des équipements de mesure des émissions radioélectriques

Équipement de mesure des émissions radioélectriques	Analyseur de spectre	Récepteur de mesure des interférences électromagnétiques
Détecteur	Crête	
Plage de fréquences	0,15 MHz à 1 000 MHz	
Largeur spectrale de résolution (RBW) 150 kHz à 30 MHz: 30 MHz à 1 000 MHz:	10 kHz 100 kHz	9 kHz 120 kHz
Largeur du filtre vidéo (VBW)	≥ 3 fois la largeur spectrale de résolution	–
Nombre de balayages	10 (conservation de la valeur maximale)	–
Temps de palier par pas de mesure	–	≥ 10 ms
Temps de balayage en fréquence	≥ 20 s	–
Pas de fréquence 150 kHz à 30 MHz: 30 MHz à 1 000 MHz:	– –	≤ 5 kHz ≤ 50 kHz
NOTE Les récepteurs de mesure des interférences électromagnétiques basés sur une FFT peuvent également être utilisés s'ils sont conformes aux définitions de la CISPR 16-1-1.		

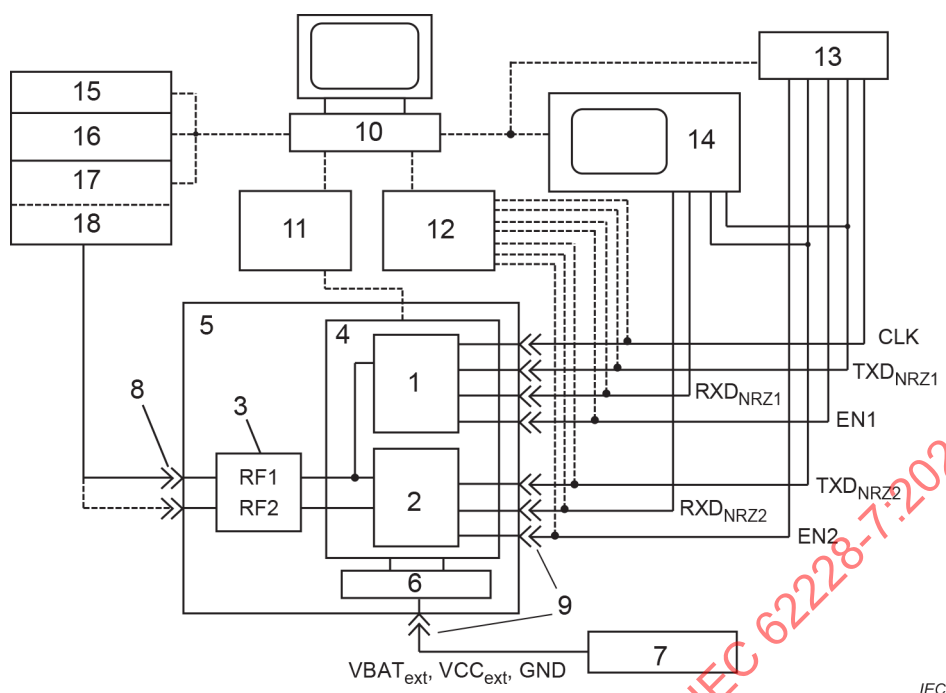
6.2 Immunité aux perturbations radioélectriques

6.2.1 Méthode d'essai

L'essai d'immunité aux perturbations radioélectriques doit être effectué en appliquant la méthode d'injection directe de puissance RF (DPI), conformément à l'IEC 62132-4.

6.2.2 Montage d'essai

Les essais d'immunité aux RF de l'émetteur-récepteur doivent être effectués en appliquant le montage représenté à la Figure 8.



Légende

1	Nœud 1 (principal)	11	Unité de commande de mode (facultative)
2	Nœud 2 (subordonné)	12	Analyseur CXPI (facultatif)
3	Port de couplage (RF1; CP1, RF2: CP2)	13	Générateur de trame pour la stimulation
4	Réseau d'essai	14	Oscilloscope à mémoire numérique (DSO) pour la surveillance
5	Carte d'essai	15	Générateur RF
6	Réseaux de découplage	16	Amplificateur RF
7	Alimentation (VBAT, VCC, GND)	17	Appareil de mesure de la puissance RF
8	Connecteur coaxial (CXPI: RF1, VBAT: RF2)	18	Coupleur directionnel
9	Connecteurs		
10	PC de commande (facultatif)		

Figure 8 – Montage d'essai pour les essais DPI

Les exigences relatives aux équipements d'essai sont les suivantes:

- générateur RF ($f = 1 \text{ MHz}$ à $1\,000 \text{ MHz}$);
- amplificateur RF ($P \geq 10 \text{ W}$);
- appareil de mesure de puissance avec coupleur directionnel ($f = 1 \text{ MHz}$ à $1\,000 \text{ MHz}$);
- carte d'essai;
- générateur de trame;
- alimentation;
- unité de commande de mode (facultative, si possible commandée à distance par le PC);
- PC de commande (facultatif);
- oscilloscope à mémoire numérique (DSO, Digital Storage Oscilloscope);
- analyseur CXPI (facultatif, uniquement exigé pour soumettre à essai des CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré).

6.2.3 Mode opératoire d'essai et paramètres

Pour déterminer l'immunité aux perturbations radioélectriques des CI émetteurs-récepteurs CXPI, des essais avec les paramètres donnés dans le Tableau 15 doivent être effectués.

Tableau 15 – Spécifications pour les essais DPI

Elément	Paramètre	
Fréquence	Plage	Pas
	1 MHz à 10 MHz	0,25 MHz
	10 MHz à 100 MHz	1 MHz
	100 MHz à 200 MHz	2 MHz
	200 MHz à 400 MHz	4 MHz
	400 MHz à 1 000 MHz	10 MHz
Puissance incidente minimale	10 dBm (10 mW)	
Puissance incidente maximale	36 dBm (4 W)	
Incrément de puissance	0,5 dB	
Temps de palier	1 s	
Modulation	Onde entretenue (CW, Continuous Wave): $f = 1 \text{ MHz à } 1\,000 \text{ MHz}$ Modulation d'amplitude (AM, Amplitude Modulation) 80 % 1 kHz ($\hat{P}_{AM} = \hat{P}_{CW}$): $f = 1 \text{ MHz à } 800 \text{ MHz}$ Modulation de phase (PM, Phase Modulation) 217 Hz, ton 577 μs ($\hat{P}_{PM} = \hat{P}_{CW}$): $f = 806 \text{ MHz à } 915 \text{ MHz}$	
Mode opératoire d'essai pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A_{IC}	Recherche de dysfonctionnement sur l'ensemble du temps de palier, tandis que la puissance est augmentée par incréments. Un mode opératoire optimisé de commande peut être utilisé pour réduire la durée de l'essai. EXEMPLE: Mode opératoire pour chaque pas de fréquence: – Commencer avec la puissance incidente maximale ou au niveau ayant provoqué un dysfonctionnement au pas de fréquence précédent; – Dans le cas d'un dysfonctionnement à ce niveau de puissance, réduire la puissance de 6 dB et répéter l'essai; – Augmenter la puissance par incréments jusqu'à ce qu'un dysfonctionnement se produise, ou que la puissance incidente maximale soit atteinte; – Le niveau d'immunité à cette fréquence correspond à la puissance incidente maximale n'entraînant aucun dysfonctionnement.	
Mode opératoire d'essai pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel C_{IC} , D_{1IC} ou D_{2IC}	Appliquer la puissance d'essai à chaque pas de fréquence et évaluer l'état fonctionnel après chaque essai.	

Les essais pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A_{IC} des CI émetteurs-récepteurs CXPI standard doivent être effectués conformément au Tableau 16 et au Tableau 17, et ceux des CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré conformément au Tableau 18. Les dispositifs de suppression des DES utilisés doivent être documentés dans le rapport d'essai.

Pour chaque essai, il convient de déterminer la courbe des seuils d'immunité, prenant comme paramètre la puissance incidente, et de la consigner dans un schéma joint au rapport d'essai.

Tableau 16 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A1c pour les émetteurs-récepteurs standard du type A

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Port de couplage	Broche	Signal d'essai	Modulation RF	Validation de défaillance sur broche RXD _{NRZ}
Normal	RF1	CXPI	TX1	CW, AM, PM	X
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	X
Veille/réveil indésirable	RF1	CXPI	Aucun	CW, AM, PM	X
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	X
Veille/réveil souhaité	RF1	CXPI	TX4	CW, AM, PM	X
Légende					
X Un essai doit être effectué.					

Tableau 17 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A1c pour les émetteurs-récepteurs standard du type B

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Port de couplage	Broche	Signal d'essai	Modulation RF	Validation de défaillance sur broche RX _{MLI}
Normal	RF1	CXPI	TX2	CW, AM, PM	X
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	X
Veille/réveil indésirable	RF1	CXPI	Aucun	CW, AM, PM	X
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	X
Veille/réveil souhaité	RF1	CXPI	TX4	CW, AM, PM	X
Légende					
X Un essai doit être effectué.					

Tableau 18 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A1C pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Port de couplage	Broche	Signal d'essai	Modulation RF	Validation de défaillance	
					Outil de surveillance de données CXPI	Indication de réveil
Normal	RF1	CXPI	TX3	CW, AM, PM	X ^a	–
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	X ^a	–
Veille/réveil indésirable	RF1	CXPI	Aucun	CW, AM, PM	–	X ^b
	RF2	VBAT		CW, AM, PM	–	X ^b
Veille/réveil souhaité	RF1	CXPI	Dépend des spécifications du produit	CW, AM, PM	Y ^a	Y ^b
Légende X Un essai doit être effectué. Y Un des essais doit être effectué. ^a Evaluation de la transmission du DUT pendant la communication de trame CXPI. ^b L'indication d'un réveil dépend des fonctionnalités de l'émetteur-récepteur CXPI (par exemple, la consommation de courant de la broche VBAT).						

Les essais pour la classe d'état fonctionnel C1C, D11C ou D21C doivent être effectués pour tous les types d'émetteur-récepteur CXPI conformément au Tableau 19. Les dispositifs de suppression des DES utilisés doivent être documentés dans le rapport d'essai.

Tableau 19 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel C1C, D11C ou D21C pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard et les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Port de couplage	Broche	Signal d'essai	Modulation RF	Validation de défaillance
Normal	RF1	CXPI	TX1/TX2/TX3 ^a	CW	RXD _{NRZ} /RX _{MLI} /outil de surveillance de données CXPI ^a
	RF2	VBAT	TX1/TX2/TX3 ^a	CW	
^a Le signal d'essai utilisé dépend du type d'émetteur-récepteur: TX1 et RXD _{NRZ} pour les émetteurs-récepteurs standard du type A, TX2 et RX _{MLI} pour les émetteurs-récepteurs standard du type B ou TX3 et l'outil de surveillance de données CXPI pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré.					

6.3 Immunité aux impulsions

6.3.1 Méthode d'essai

L'essai d'immunité aux impulsions doit être effectué en appliquant la méthode d'injection de transitoires non synchrones spécifiée dans l'IEC 62215-3.

6.3.2 Montage d'essai

Les essais d'immunité aux impulsions de l'émetteur-récepteur doivent être effectués en appliquant la configuration représentée à la Figure 9 avec le réseau de couplage défini dans le Tableau 4. L'Annex A fournit des détails complémentaires.

6.3.3 Mode opératoire d'essai et paramètres

Pour déterminer l'immunité de l'émetteur-récepteur aux impulsions comme défini dans l'ISO 7637-2, des essais basés sur les définitions et paramètres donnés dans le Tableau 20 et le Tableau 21 doivent être effectués.

Tableau 20 – Spécifications pour les essais d'immunité aux impulsions

Elément	Définition et paramètres
Impulsions d'essai (voir Tableau 21)	3a, 3b (1 et 2a facultatives) au port de couplage IMP1: le générateur d'impulsions d'essai envoie des impulsions, mais ne fournit aucune tension d'alimentation 1, 2a, 3a, 3b au port de couplage IMP2: le générateur d'impulsions d'essai envoie des impulsions et fournit la tension d'alimentation VBAT pour le DUT
Incrément d'amplitude	10 V
Temps de palier	3 min pour les essais de la classe d'état fonctionnel A _{IC} 10 min pour les essais de la classe d'état fonctionnel C _{IC} , D _{1IC} ou D _{2IC}
Mode opératoire d'essai pour la classe d'état fonctionnel A _{IC}	Recherche de dysfonctionnement sur un temps de palier minimal de 3 min, tandis que l'amplitude des impulsions est augmentée par incréments jusqu'aux niveaux des impulsions d'essai définies (par exemple celles données dans le Tableau C.1).
Mode opératoire d'essai pour la classe d'état fonctionnel C _{IC} , D _{1IC} ou D _{2IC}	Appliquer les impulsions d'essai définies (par exemple celle du Tableau C.1), puis évaluer l'état fonctionnel après chaque essai.

Tableau 21 – Paramètres des essais d'immunité aux impulsions

Impulsions d'essai ^a	Tension d'amplitude d'impulsion V _s V	Fréquence de répétition des impulsions/salves (1/T ₁) Hz	Résistance interne R _i Ω	Notes
1	-10 à -100	2	10	La batterie doit être déconnectée uniquement pendant l'impulsion ^b
2a	+10 à +75	2	2	–
3a	-30 à -150	10 000	50	–
3b	+20 à +100	10 000	50	–
^a Selon l'ISO 7637-2, les amplitudes des impulsions sont définies dans des conditions de charge en circuit ouvert, les paramètres de temps de montée et de durée des systèmes 12 V étant fixés par défaut. D'autres valeurs d'impulsions pour des applications cibles dans d'autres domaines de puissance tels que 24 V ou des impulsions définies dans les normes IEC (par exemple l'IEC 61000-4-4 et l'IEC 61000-4-5) peuvent être utilisées si cela est exigé pour l'application de l'émetteur-récepteur. ^b L'injection d'impulsions est décrite en détail à l'Annex E.				

Les essais pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A_{IC} des CI émetteurs-récepteurs CXPI standard doivent être effectués conformément au Tableau 22 et au Tableau 23, et ceux des CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré conformément au

Tableau 24. Les dispositifs de suppression des DES utilisés doivent être documentés dans le rapport d'essai.

Pour chaque essai, il convient de déterminer le niveau d'immunité aux impulsions et de le consigner dans le rapport d'essai.

Tableau 22 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A1c pour les émetteurs-récepteurs standard du type A

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Port de couplage	Broche	Signal d'essai	Validation de défaillance sur broche RXD _{NRZ}
Normal	IMP1	CXPI	TX1	X
	IMP2	VBAT		X
Veille/réveil indésirable	IMP1	CXPI	Aucun	X
	IMP2	VBAT		X
Veille/réveil souhaité	IMP1	CXPI	TX4	X
Légende X Un essai doit être effectué.				

Tableau 23 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A1c pour les émetteurs-récepteurs standard du type B

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Port de couplage	Broche	Signal d'essai	Validation de défaillance sur broche RX _{MLI}
Normal	IMP1	CXPI	TX2	X
	IMP2	VBAT		X
Veille/réveil indésirable	IMP1	CXPI	Aucun	X
	IMP2	VBAT		X
Veille/réveil souhaité	IMP1	CXPI	TX4	X
Légende X Un essai doit être effectué.				

Tableau 24 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A1C pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Port de couplage	Broche	Signal d'essai	Validation de défaillance	
				Outil de surveillance de données CXPI	Indication de réveil
Normal	IMP1	CXPI	TX3	X ^a	–
	IMP2	VBAT		X ^a	–
Veille/réveil indésirable	IMP1	CXPI	Aucun	–	X ^b
	IMP2	VBAT		–	X ^b
Veille/réveil souhaité	IMP1	CXPI	En fonction des spécifications du produit	Y ^a	Y ^b
	IMP2	VBAT		Y ^a	Y ^b
Légende					
X Un essai doit être effectué.					
Y Un des essais doit être effectué.					
a Evaluation de la transmission du DUT pendant la communication de trame CXPI.					
b L'indication d'un réveil dépend des fonctionnalités de l'émetteur-récepteur CXPI (par exemple, la consommation de courant de la broche VBAT).					

Les essais pour la classe d'état fonctionnel C1C, D11C ou D21C doivent être effectués pour tous les types d'émetteur-récepteur CXPI conformément au Tableau 25. Les dispositifs de suppression des DES utilisés doivent être documentés dans le rapport d'essai.

Tableau 25 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel C1C, D11C ou D21C pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard et les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Port de couplage	Broche	Signal d'essai	Validation de défaillance
Normal	IMP1	CXPI	TX1/TX2/TX3 ^a	RXD _{NRZ} /RX _{MLI} / outil de surveillance de données CXPI ^a
	IMP2	VBAT	TX1/TX2/TX3 ^a	
^a Le signal d'essai et la validation de défaillance utilisés dépendent du type d'émetteur-récepteur: TX1 et RXD _{NRZ} pour les émetteurs-récepteurs standard du type A, TX2 et RX _{MLI} pour les émetteurs-récepteurs standard du type B ou TX3 et l'outil de surveillance de données CXPI pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré.				

6.4 Décharge électrostatique (DES)

6.4.1 Méthode d'essai

L'essai d'immunité aux DES doit être effectué en mode passif en appliquant la méthode pour les décharges directes, conformément à l'ISO 10605.

6.4.2 Montage d'essai

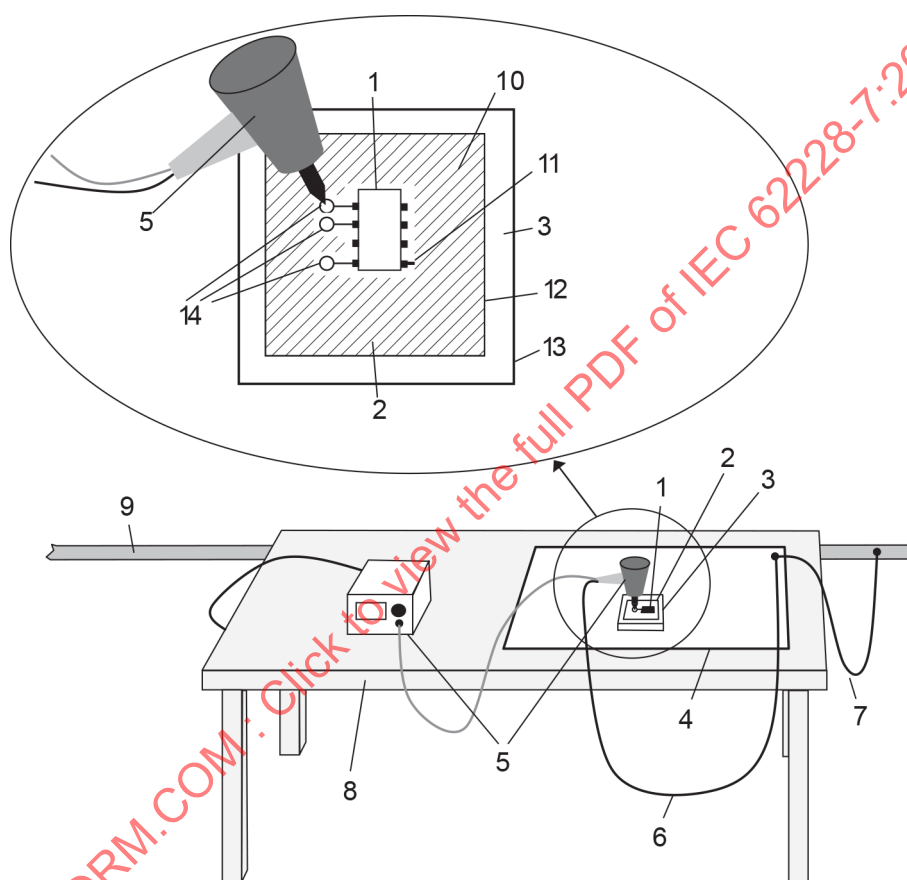
Les essais d'immunité aux DES des CI émetteurs-récepteurs CXPI doivent être effectués en utilisant le montage d'essai représenté à la Figure 10.

Le plan de masse, d'une surface minimale de 0,5 m × 0,5 m, doit être relié à la terre de protection du système de mise à la terre de protection du laboratoire d'essai. Le câble de retour à la masse du générateur de DES doit être directement relié à ce plan de masse.

Le support d'essai métallique accueille la carte d'essai de DES et relie directement le plan de masse de celle-ci au plan de masse de référence. La connexion de masse du support d'essai doit être connectée au plan de masse par une impédance et une inductance faibles. Il convient que la surface en contact représente au moins 4 cm². Des rubans de cuivre peuvent être utilisés en complément.

Lors de l'essai, la pointe du générateur de DES doit être mise en contact direct avec l'un des points de décharge de la carte d'essai de DES (décrits à l'Annex B).

Pour la validation de défaillance due à des dommages, un cadre d'extension d'essai spécifique ou un adaptateur de CI peut être utilisé pour la mise en contact des broches de l'émetteur-récepteur.



Légende

- 1 DUT
- 2 Carte d'essai de DES
- 3 Support d'essai métallique
- 4 Plan de masse
- 5 Générateur de DES
- 6 Câble de retour à la masse du générateur de DES
- 7 Connexion à la terre de protection
- 8 Table non métallique
- 9 Terre de protection
- 10 Plan de masse de la carte d'essai de DES
- 11 Broche de masse (GND) reliée au plan de masse de la carte d'essai de DES
- 12 Surface du plan de masse de la carte d'essai de DES en contact avec le support d'essai
- 13 Surface du support d'essai en contact avec le plan de masse
- 14 Points de décharge

Figure 10 – Montage d'essai pour les essais de DES directe