

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Integrated circuits – EMC evaluation of transceivers –  
Part 2: LIN transceivers**

**Circuits intégrés – Évaluation de la CEM des émetteurs-récepteurs –  
Partie 2: Émetteurs-récepteurs LIN**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-2:2016



**THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED**  
**Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland**

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

#### About the IEC

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

#### About IEC publications

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

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

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

#### IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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

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

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

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

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

#### A propos de l'IEC

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

#### A propos des publications IEC

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

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

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

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

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

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

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

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

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

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

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

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

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

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Integrated circuits – EMC evaluation of transceivers –  
Part 2: LIN transceivers**

**Circuits intégrés – Évaluation de la CEM des émetteurs-récepteurs –  
Partie 2: Émetteurs-récepteurs LIN**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 31.200

ISBN 978-2-8322-3776-2

**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 abbreviations .....	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviations.....	8
4 General .....	8
5 Test and operating conditions .....	9
5.1 Supply and ambient conditions.....	9
5.2 Test operation modes .....	10
5.3 Test configuration .....	10
5.3.1 General test configuration for functional test.....	10
5.3.2 General test configuration for unpowered ESD test.....	11
5.3.3 Coupling ports and coupling networks for functional tests.....	11
5.3.4 Coupling ports and coupling networks for unpowered ESD tests .....	12
5.4 Test signals .....	13
5.4.1 General .....	13
5.4.2 Test signals for normal operation mode .....	13
5.4.3 Test signal for wake-up from sleep mode.....	14
5.5 Evaluation criteria .....	14
5.5.1 General .....	14
5.5.2 Evaluation criteria in functional operation modes during exposure to disturbances .....	15
5.5.3 Evaluation criteria in unpowered condition after exposure to disturbances .....	16
5.5.4 Status classes .....	17
6 Test and measurement.....	17
6.1 Emission of RF disturbances.....	17
6.1.1 Test method .....	17
6.1.2 Test setup .....	17
6.1.3 Test procedure and parameters .....	18
6.2 Immunity to RF disturbances.....	19
6.2.1 Test method .....	19
6.2.2 Test setup .....	19
6.2.3 Test procedure and parameters .....	20
6.3 Immunity to impulses .....	22
6.3.1 Test method .....	22
6.3.2 Test setup .....	23
6.3.3 Test procedure and parameters .....	23
6.4 Electrostatic Discharge (ESD).....	26
6.4.1 Test method .....	26
6.4.2 Test setup .....	26
6.4.3 Test procedure and parameters .....	28
7 Test report.....	28
Annex A (normative) LIN test circuits .....	29
A.1 General.....	29

A.2	LIN test circuit for standard LIN transceiver ICs for functional tests.....	29
A.3	LIN test circuit for IC with embedded LIN transceiver for functional tests .....	31
A.4	LIN test circuit for LIN transceiver ICs for unpowered ESD test.....	32
Annex B	(normative) Test circuit boards.....	33
B.1	Test circuit board for functional tests .....	33
B.2	ESD test .....	33
Annex C	(informative) Examples for test limits for LIN transceiver in automotive application .....	35
C.1	General.....	35
C.2	Emission of RF disturbances.....	35
C.3	Immunity to RF disturbances.....	36
C.4	Immunity to impulses .....	37
C.5	Electrostatic Discharge (ESD).....	37
Annex D	(informative) Test of indirect ESD discharge .....	38
D.1	General.....	38
D.2	Test setup.....	38
D.3	Typical current wave form for indirect ESD test.....	39
D.4	Test procedure and parameters .....	39
Figure 1	– General test configuration for tests in functional operation modes .....	10
Figure 2	– General test configuration for unpowered ESD test .....	11
Figure 3	– Coupling ports and networks for functional tests .....	11
Figure 4	– Coupling ports and networks for unpowered ESD tests .....	12
Figure 5	– Principal drawing of the maximum deviation on an I-V characteristic .....	16
Figure 6	– Test setup for measurement of RF disturbances .....	18
Figure 7	– Test setup for DPI tests.....	19
Figure 8	– Test setup for impulse immunity tests .....	23
Figure 9	– Test setup for direct ESD tests.....	27
Figure A.1	– General drawing of the circuit diagram of test network for standard LIN transceiver ICs for functional test.....	30
Figure A.2	– General drawing of the circuit diagram of the test network for ICs with embedded LIN transceiver for functional test .....	32
Figure A.3	– General drawing of the circuit diagram for direct ESD tests of LIN transceiver ICs in unpowered mode .....	32
Figure B.1	– Example of IC interconnections of LIN signal .....	33
Figure B.2	– Example of ESD test board for LIN transceiver ICs .....	34
Figure C.1	– Example of limits for RF emission.....	36
Figure C.2	– Example of limits for RF immunity for functional status class A <sub>IC</sub> .....	36
Figure C.3	– Example of limits for RF immunity for functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub> .....	37
Figure D.1	– Test setup for indirect ESD tests .....	38
Figure D.2	– Example of ESD current wave form for indirect ESD test at V <sub>ESD</sub> = -8 kV.....	39
Table 1	– Overview of required measurements and tests .....	9
Table 2	– Supply and ambient conditions for functional operation .....	10
Table 3	– Definition of coupling ports and coupling network component values for functional tests .....	12

Table 4 – Definitions of coupling ports for unpowered ESD tests.....	13
Table 5 – Communication test signal TX1 .....	13
Table 6 – Communication test signal TX2 .....	14
Table 7 – Wake-up test signal TX3 .....	14
Table 8 – Evaluation criteria for Standard LIN transceiver IC in functional operation modes.....	15
Table 9 – Evaluation criteria for ICs with embedded LIN transceiver in functional operation modes .....	16
Table 10 – Definition of functional status classes .....	17
Table 11 – Parameters for emission measurements .....	18
Table 12 – Settings of the RF measurement equipment .....	19
Table 13 – Specifications for DPI tests .....	20
Table 14 – Required DPI tests for functional status class A <sub>IC</sub> evaluation of standard LIN transceiver ICs .....	21
Table 15 – Required DPI tests for functional status class A <sub>IC</sub> evaluation of ICs with embedded LIN transceiver .....	22
Table 16 – Required DPI tests for functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub> evaluation of standard LIN transceiver ICs and ICs with embedded LIN transceiver.....	22
Table 17 – Specifications for impulse immunity tests .....	24
Table 18 – Parameters for impulse immunity test.....	24
Table 19 – Required impulse immunity tests for functional status class A <sub>IC</sub> evaluation of standard LIN transceiver ICs.....	25
Table 20 – Required impulse immunity tests for functional status class A <sub>IC</sub> evaluation of ICs with embedded LIN transceiver.....	25
Table 21 – Required impulse immunity tests for functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub> evaluation of standard LIN transceiver ICs and ICs with embedded LIN transceiver .....	26
Table 22 – Recommendations for direct ESD tests.....	28
Table B.1 – Parameter ESD test circuit board .....	34
Table C.1 – Example of limits for impulse immunity for functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub> 37	
Table D.1 – Specifications for indirect ESD tests .....	40

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62228-2:2016

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

—————

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

**Part 2: LIN transceivers**

**FOREWORD**

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

International Standard IEC 62228-2 has been prepared by subcommittee 47A: Integrated circuits, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

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

FDIS	Report on voting
47A/994/FDIS	47A/998/RVD

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

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

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 publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-2:2016

# INTEGRATED CIRCUITS – EMC EVALUATION OF TRANSCEIVERS –

## Part 2: LIN transceivers

### 1 Scope

This part of IEC 62228 specifies test and measurement methods for EMC evaluation of LIN transceiver ICs under network condition. It defines test configurations, test conditions, test signals, failure criteria, test procedures, test setups and test boards. It is applicable for standard LIN transceiver ICs and ICs with embedded LIN 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 150 kHz to 1 GHz – Part 1: General conditions and definitions*

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

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

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

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

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 17987-6.2<sup>1</sup>, *Road vehicles – Local interconnect network (LIN) – Part 6: Protocol conformance test specification*

---

<sup>1</sup> To be published.

### 3 Terms, definitions and abbreviations

#### 3.1 Terms and definitions

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

##### 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 LIN transceiver IC**

stand alone LIN transceiver according to ISO 17987 or IC with integrated LIN transceiver cell with access to LIN RxD and TxD signal

##### 3.1.3

##### **IC with embedded LIN transceiver**

IC with integrated LIN transceiver cell and LIN protocol handler but without access to LIN RxD or TxD signal

#### 3.2 Abbreviations

DUT	Device under test
DPI	Direct RF power injection
INH	Inhibit
LIN	Local interconnect network
PCB	Printed circuit board
RxD	Receive data
SBC	System base chip
TxD	Transmit data

### 4 General

The intention of this document is to evaluate the EMC performance of LIN transceiver ICs under application conditions in a minimal network. LIN transceiver ICs are in general available in two types as standard LIN transceiver IC and as IC with embedded LIN transceiver.

The evaluation of the EMC characteristics of LIN transceivers shall be performed in functional operation modes under network condition 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 on dedicated global pins of the LIN transceiver which are considered as EMC relevant in the application. For a standard LIN transceiver IC, these pins are LIN, VBAT and local WAKE and for an IC with an embedded LIN transceiver, these pins are at least LIN and VBAT.

The test methods used for the EMC characterization are based on the international standards for IC EMC tests and are described in Table 1.

**Table 1 – Overview of required measurements and tests**

Transceiver mode	Required test	Test method	Evaluation	Functional operation mode
Functional (powered)	RF emission (EMI)	150 $\Omega$ direct coupling (IEC 61967-4)	Spectrum	Normal
	RF immunity (RF)	DPI (IEC 62132-4)	Function	Normal Sleep
	Impulse immunity (IMP)	Impulse immunity (IEC 62215-3)	Function	Normal Sleep
Passive (unpowered)	ESD	Contact discharge (ISO 10605)	Damage	Off

The 150  $\Omega$  direct coupling, DPI and impulse immunity test methods are chosen for the evaluation of the EMC characteristic of transceivers in functional 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 and increases the reproducibility and comparability of test results.

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

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

In general, the test definition is done for standard LIN transceiver ICs. For ICs with embedded LIN transceivers some adaptations are necessary which are mainly described in this document. Finally such adaptations have to be done individually for the dedicated IC but shall follow the general definitions.

In order to verify filter effects on the EMC performance of LIN transceivers, configurations with and without a bus filter at the LIN pin, with values based on ISO 17987, are defined in this document. In consequence the frequency characteristic of these filter elements have to be taken into account for the interpretation of the test results.

## 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 12 V power supply, which is the main application of LIN transceivers. If a transceiver is designed or targeted for higher power supply voltages 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 2.

**Table 2 – Supply and ambient conditions for functional operation**

Parameter	Value
Voltage supply $V_{BAT}$	$(14 \pm 0,2)$ V (default)
Voltage supply $V_{CC}$	$(5 \pm 0,1)$ V (default)
Test temperature	$(23 \pm 5)$ °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.

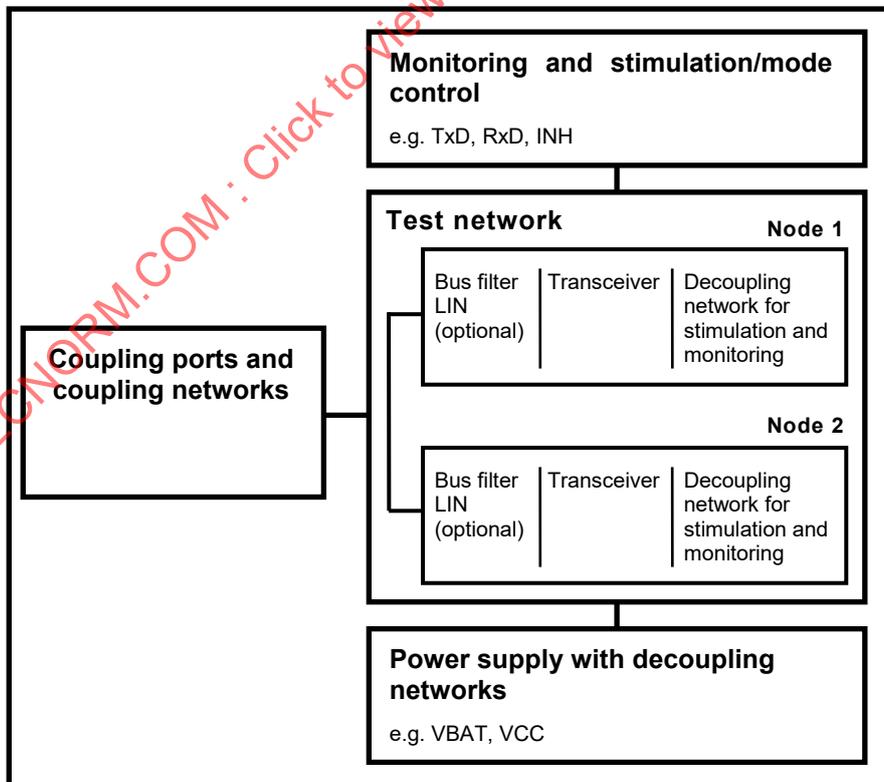
**5.2 Test operation modes**

The LIN transceiver ICs shall be tested in powered functional operation modes and passive in unpowered off mode. 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 LIN transceivers with mandatory external components and components for filtering and decoupling (LIN node) in a minimal test network, where filtered power supplies, signals, monitoring probes and coupling networks are connected as shown in Figure 1.



IEC

**Figure 1 – General test configuration for tests in functional operation modes**

For evaluation of RF emission, RF immunity and impulse immunity characteristic of a LIN transceiver in functional operation mode a minimal LIN test network consisting of two LIN 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 LIN transceiver IC (DUT), or
- one IC with embedded LIN transceiver (DUT) and one standard LIN 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.

General drawings of schematics with more details for both types of LIN transceivers test networks are given in Annex A.

### 5.3.2 General test configuration for unpowered ESD test

The general test configuration for unpowered ESD test of LIN transceiver ICs consists of a single LIN transceiver IC with mandatory external components and components for filtering on a test board with discharge coupling networks as shown in Figure 2.

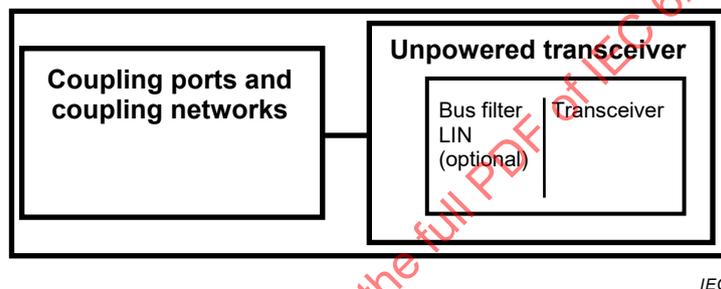


Figure 2 – General test configuration for unpowered ESD test

### 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 3. The values of the components are dependent on the test method and defined in Table 3. The tolerance of the components shall be 1 % or less.

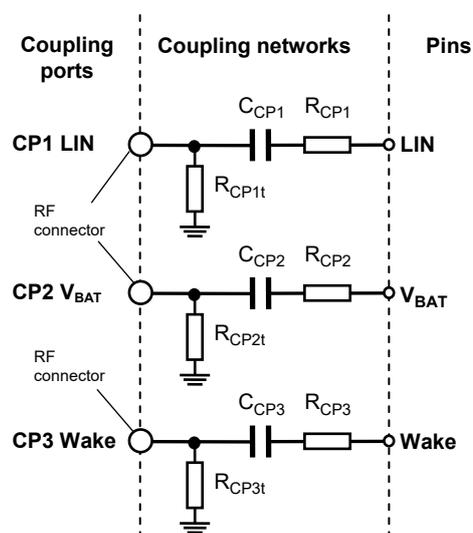


Figure 3 – Coupling ports and networks for functional tests

**Table 3 – Definition of coupling ports and coupling network component values for functional tests**

Port	Type	Purpose	Component		
			$R_{CP1..3}$	$C_{CP1..3}$	$R_{CP1..3t}$
CP1	EMI1	RF emission measurement on LIN	120 $\Omega$	4,7 nF	51 $\Omega$
	RF1	RF coupling for immunity test on LIN	0 $\Omega$	4,7 nF	not used
	IMP1	Impulse coupling on LIN	0 $\Omega$	1,0 nF	not used
CP2	EMI2	RF emission measurement on $V_{BAT}$	120 $\Omega$	6,8 nF	51 $\Omega$
	RF2	RF coupling for immunity test on $V_{BAT}$	0 $\Omega$	6,8 nF	not used
	IMP2	Impulse coupling on $V_{BAT}$	0 $\Omega$	Shorted	not used
CP3	EMI3	RF emission measurement on Wake	120 $\Omega$	6,8 nF	51 $\Omega$
	RF3	RF coupling for immunity test on Wake	0 $\Omega$	6,8 nF	not used
	IMP3	Impulse coupling on Wake	0 $\Omega$	1,0 nF	not used

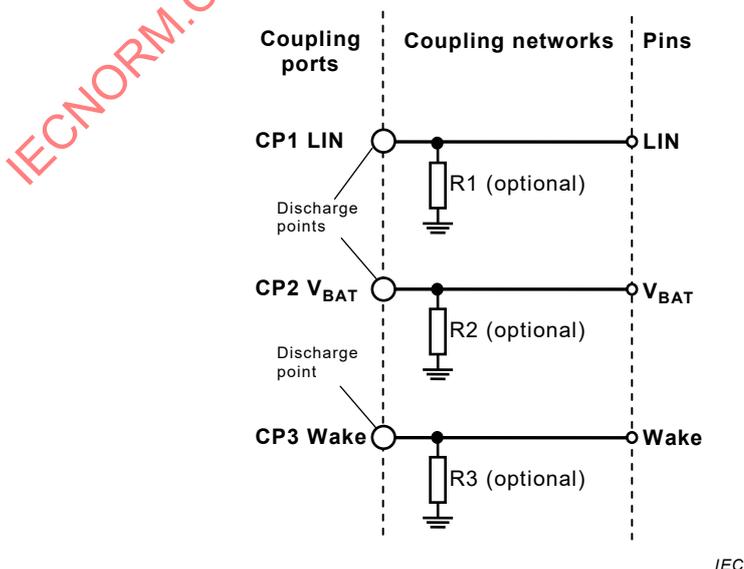
The test configurations with coupling ports and coupling networks connected to the LIN test network are given in the general drawing of schematics in Figure A.1 for standard LIN transceiver ICs and in Figure A.2 for ICs with embedded LIN transceiver.

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 to CP3 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 RF immunity test and the LIN 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 LIN transceiver IC test circuitry. The schematic and definitions of the coupling ports, networks and pins are given in Figure 4 and Table 4.



IEC

**Figure 4 – Coupling ports and networks for unpowered ESD tests**

**Table 4 – Definitions of coupling ports for unpowered ESD tests**

Port	Type	Purpose	Components
CP1	ESD1	ESD coupling on LIN	metal trace for galvanic connection <sup>a</sup>
CP2	ESD2	ESD coupling on V <sub>BAT</sub>	metal trace for galvanic connection <sup>a</sup>
CP3	ESD3	ESD coupling on Wake	metal trace for galvanic connection <sup>a</sup>

<sup>a</sup> The optional resistors R1 to R3 with  $R \geq 200 \text{ k}\Omega$  are used to avoid static pre-charge of discharge point caused by the ESD generator. A spark 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 pre-charges of each discharge point before each single test.

## 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 of the LIN transceiver ICs.

### 5.4.2 Test signals for normal operation mode

The communication test signal TX1 shall be used for testing standard LIN transceiver ICs in normal operation mode. For ICs with embedded LIN transceiver TX1 is used to analyze if the DUT effects other LIN communication which is not addressed to it. The parameters of this periodical signal are defined in Table 5.

**Table 5 – Communication test signal TX1**

Test signal	TX1
Signal type	
Frequency	10 kHz
Cycle time	9 ms
Frame length	4 ms
Amplitude	$V_{CC} \pm 0,1 \text{ V}$

The communication test signal TX2 shall be used for tests of ICs with embedded LIN transceiver in normal mode. The signal is defined as a LIN frame with the parameters given in Table 6 where the embedded LIN transceiver has to transmit and/or respond depending on its designed or programmed functionality.

**Table 6 – Communication test signal TX2**

Test signal	TX2
Signal type	LIN frame
Protocol	ISO 17987-6.2 <sup>a</sup>
Data bit rate	19,2 kb/s <sup>b</sup>
PID and Data	depending on designed or programmed functionality of LIN transceiver IC under test
Cycle time	9 ms (default)
Amplitude	VCC ± 0,1 V
<sup>a</sup> If possible it should be used for all tests. Optional testing using other protocol version is possible. <sup>b</sup> The given bit data rate is defined as 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 TX3 shall be used for test of wanted wake-up from sleep mode for Standard LIN transceiver ICs and ICs with embedded LIN transceiver. The parameters of this signal are defined in Table 7. It shall be send 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.

**Table 7 – Wake-up test signal TX3**

Test signal	TX3
Signal type	<p>5 bit wake-up request</p> <p>High</p> <p>Low</p> <p>TxD</p> <p>250 µs</p> <p>IEC</p>
Amplitude	VCC ± 0,1 V

**5.5 Evaluation criteria**

**5.5.1 General**

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

LIN transceiver ICs with access to RxD and TxD shall be tested following the definitions for Standard LIN transceivers even if they have additional functionality (e.g. System Base Chip). If necessary for the test purpose some other functions of such ICs can be used for monitoring.

The resulting functional status of the LIN transceiver IC shall be classified in status classes A<sub>IC</sub>, C<sub>IC</sub> or D<sub>IC</sub> 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 LIN transceiver ICs in Table 8 and for ICs with embedded LIN transceiver in Table 9.

The specified boundary values 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 have to 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 have to be noted in the test report.

In normal operation mode, the communication and effects on other functions will be evaluated. Effect on other functions is evaluated by crosstalk to INH for Standard LIN transceivers and by feedback to other communication for ICs with embedded LIN transceiver. In sleep mode the wanted and unwanted wake-up functionality will be evaluated.

**Table 8 – Evaluation criteria for Standard LIN transceiver IC in functional operation modes**

Transceiver mode	Purpose	Test signal	Monitoring condition		Maximum variations voltage / time	
			Trigger	Observation window	RxD	INH
Normal	Communication & cross talk	TX1	first falling edge of TX1 signal	-60 $\mu$ s / +140 $\mu$ s	$\pm$ 0,9 V / $\pm$ 7,5 $\mu$ s	-5,0 V / - <sup>a</sup>
Sleep <sup>b</sup>	unwanted wake-up	without	Auto trigger	200 $\mu$ s	+0,9 V / - <sup>a</sup>	+3,0 V / - <sup>a</sup>
	wanted wake-up <sup>c</sup>	TX3	first rising edge of TX3 signal	-300 $\mu$ s / +700 $\mu$ s	$\pm$ 0,9 V / $\pm$ 100 $\mu$ s	-5,0 V / $\pm$ 100 $\mu$ s

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

<sup>a</sup> static signal, independent of the duration

<sup>b</sup> RxD or INH evaluation depends on functionality of LIN transceiver

<sup>c</sup> One transceiver (DUT) of the test network is set to sleep mode. The second transceiver is in normal mode and sends the signal TX3 to be detected as wake-up by the DUT. Only the DUT is monitored and shall wake-up after the first dominant to recessive transition of test signal TX3.

For ICs with embedded LIN transceiver the failure validation has to be composed dependent on its functionality following the definitions. The feedback of IC with embedded LIN transceiver (DUT) to other communication shall be verified on the other transceiver (node 1) in the test network by monitoring its RxD signal.

**Table 9 – Evaluation criteria for ICs with embedded LIN transceiver in functional operation modes**

Transceiver mode	Purpose	Test signal	Monitoring condition		Maximum variations voltage / time		LIN data monitoring tool
			Trigger	Observation window	RxD (node 1)	Other functions	
Normal	Feedback to other communication	TX1	1. falling edge of TX1 signal	-60 $\mu$ s / +140 $\mu$ s	$\pm$ 0,9 V / $\pm$ 7,5 $\mu$ s	-	-
	Real communication	TX2	-	-	-	-	Error indication <sup>a</sup>
Sleep <sup>b</sup>	unwanted wake-up	without	Auto trigger	-	-	wake-up indication <sup>b</sup>	-
	wanted wake-up <sup>c</sup>	TX3	1. rising edge of TX3 signal	-300 $\mu$ s / +700 $\mu$ s	-	wake-up indication <sup>b</sup>	wake-up indication <sup>d</sup>

<sup>a</sup> monitoring of SyncErr, TXErr, RxErr and CSErr

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

<sup>c</sup> DUT is set to sleep mode. The other transceiver in the test network is in normal mode and sends the signal TX3 to be detected as wake-up by the DUT. Only the DUT is monitored and shall wake-up after the first dominant to recessive transition of test signal TX3.

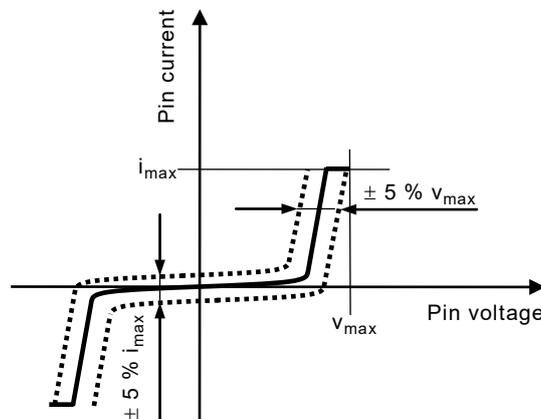
<sup>d</sup> data response if a second signal with a data frame sent after TX3 is used for wake-up indication

**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  $\pm$  50 V to  $\pm$ 70 V with test current limitations of  $\pm$  0,5mA to  $\pm$  5mA in order to avoid damage of IC during characteristic curve measurement.

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



IEC

**Figure 5 – Principal drawing of the maximum deviation on an I-V characteristic**

Alternatively to the above described I-V characteristic test a parameter test according to data sheet of the DUT can be used as well to verify damages of the IC.

#### 5.5.4 Status classes

The functional status classes for LIN transceiver ICs based on the evaluation criteria are defined in Table 10.

**Table 10 – Definition of functional status classes**

Resulting status class	Requirement
A <sub>IC</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– no error occurred during exposure to disturbance, evaluation criteria 5.5.2</li> <li>– no damage detected after exposure to disturbance, evaluation criteria 5.5.3, that can be checked at the end of all functional tests</li> </ul>
C <sub>IC</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– error occurred during exposure to disturbance, evaluation criteria 5.5.2</li> <li>– no error occurred after exposure to disturbance, evaluation criteria 5.5.2, DUT automatically comes back into proper operation</li> <li>– no damage detected after exposure to disturbance, evaluation criteria 5.5.3</li> </ul>
D <sub>IC</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– error occurred during exposure to disturbance, evaluation criteria 5.5.2</li> <li>– no error occurred after exposure to disturbance, evaluation criteria 5.5.2, but DUT does not automatically come back into proper operation when disturbance is removed until a simple operator action (e.g. power off/on, re-initialization by SPI) has been done</li> <li>– no damage detected after exposure to disturbance, evaluation criteria 5.5.3</li> </ul>

## 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 150 Ω direct coupling method according to IEC 61967-4.

#### 6.1.2 Test setup

The RF emission measurement of transceiver shall be carried out using a setup according to Figure 6.

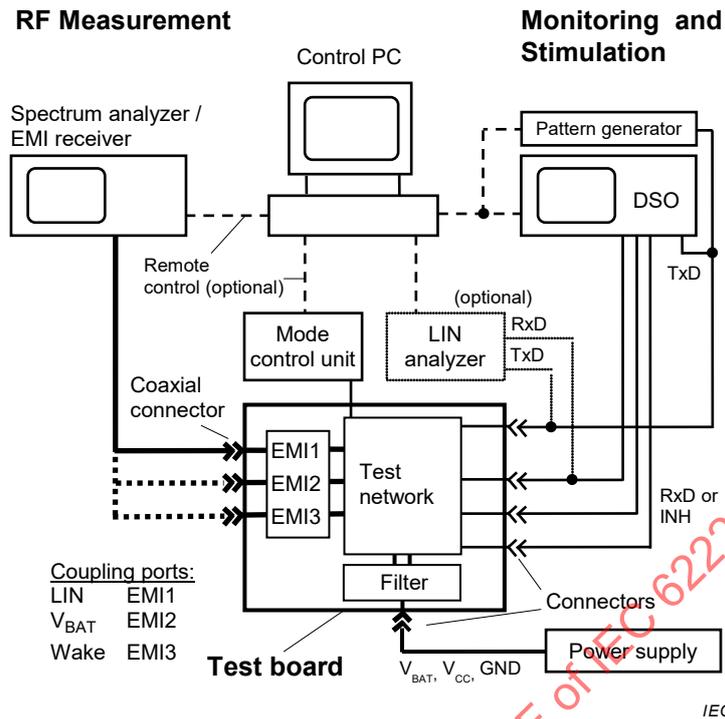


Figure 6 – Test setup for measurement of RF disturbances

The test equipment requirements are the following:

- Spectrum analyzer / EMI receiver,
- Test board,
- Pattern generator,
- Power supply,
- Mode control unit (if possible remotely controlled by the PC),
- Control PC (optional),
- Digital storage oscilloscope (DSO), and
- LIN analyzer (optional, only needed for testing ICs with embedded LIN transceiver).

### 6.1.3 Test procedure and parameters

The RF emission test shall be performed using the test parameters given in Table 11.

Table 11 – Parameters for emission measurements

Transceiver type	Frequency [MHz]	Transceiver mode	Test signal	LIN bus filter
Standard LIN transceiver IC	0,15 to 1 000	Normal	TX1	Without
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$
IC with embedded LIN transceiver			TX2	Without
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$

The settings of the RF measurement equipment are given in Table 12.



- 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 (if possible remotely controlled by the PC),
- Control PC (optional),
- Digital storage oscilloscope (DSO), and
- LIN analyzer (optional, for testing ICs with embedded LIN transceiver)

### 6.2.3 Test procedure and parameters

To determine the RF immunity of the LIN transceiver ICs, tests with the parameters given in Table 13 shall be carried out.

**Table 13 – Specifications for DPI tests**

Item	Parameter	
Frequency [MHz]	Range	Step
	1 to 10	0,25
	10 to 100	1
	100 to 200	2
	200 to 400	4
	400 to 1000	10
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, AM 80 % 1 kHz ( $\hat{P}_{AM} = \hat{P}_{CW}$ )	
Test procedure for evaluation of functional status class A <sub>IC</sub>	<p>Searching for malfunction during the complete dwell time while power is stepwise increased.</p> <p>An optimized control procedure can be used to reduce the test time.</p> <p>EXAMPLE: Procedure for each frequency step:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– start with maximum forward power or with the level that caused a malfunction at the previous frequency step,</li> <li>– in case of malfunction at this power level reduce the power level by 6dB and repeat the test,</li> <li>– increase the power stepwise until a malfunction occurs or the maximum forward power is reached,</li> <li>– the immunity level at this frequency is the maximum forward power that causes no malfunction</li> </ul>	
Test procedure for evaluation of functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub>	Apply the test power for each frequency step and evaluate the functional status after each test.	

The tests for functional status class A<sub>IC</sub> evaluation for Standard LIN transceiver IC shall be performed according to the scheme in Table 14 and for ICs with embedded LIN transceiver respectively according to Table 15.

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

**Table 14 – Required DPI tests for functional status class A<sub>1C</sub> evaluation of standard LIN transceiver ICs**

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	RF modulation	LIN bus filter	Failure validation on pin	
						RxD	INH <sup>b</sup>
Normal	RF1	LIN	TX1	CW, AM	without	X	X
				CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X	X
	RF2	V <sub>BAT</sub>		CW, AM	without	X	X
	RF3	Wake		CW, AM	without	X	X
Sleep / unwanted wake-up	RF1	LIN	–	CW, AM	without	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
				CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
	RF2	V <sub>BAT</sub>		CW, AM	without	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
	RF3	Wake		CW, AM	without	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
Sleep / wanted wake-up	RF1	LIN	TX3	CW, AM	without	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
				CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
<p>X A test shall be performed.</p> <p><sup>a</sup> The evaluation depends on functionality of LIN transceiver at RxD or INH.</p> <p><sup>b</sup> INH or other function can be used e.g. for System Base Chips.</p>							

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-2:2016

**Table 15 – Required DPI tests for functional status class A<sub>IC</sub> evaluation of ICs with embedded LIN transceiver**

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	RF modulation	LIN bus filter	Failure validation		
						RxD (node1)	LIN data monitoring tool	Wake-up indication
Normal	RF1	LIN	TX1	CW, AM	without	X <sup>a</sup>	–	–
				CW	C = 2 × 110 pF	X <sup>a</sup>	–	–
			TX2	CW, AM	without	–	X <sup>b</sup>	–
				CW	C = 2 × 110 pF	–	X <sup>b</sup>	–
	RF2	V <sub>BAT</sub>		CW, AM	without	–	X <sup>b</sup>	–
	Sleep / unwanted wake-up	RF1	LIN	–	CW, AM	without	–	–
CW					C = 2 × 110 pF	–	–	X <sup>c</sup>
RF2		V <sub>BAT</sub>	CW, AM		without	–	–	X <sup>c</sup>
Sleep / wanted wake-up	RF1	LIN	TX3	CW, AM	without	–	–	X <sup>c</sup>
				CW	C = 2 × 110 pF	–	–	X <sup>c</sup>

X A test shall be performed.  
<sup>a</sup> evaluation of feedback of DUT to other LIN communication  
<sup>b</sup> evaluation of DUT transmission during LIN frame communication  
<sup>c</sup> indication of wakeup depends on functionality of LIN transceiver (e.g. current consumption V<sub>BAT</sub> pin)

The tests for functional status class C<sub>IC</sub> or D<sub>IC</sub> shall be performed for both types of LIN transceiver ICs according to Table 16.

**Table 16 – Required DPI tests for functional status class C<sub>IC</sub> or D<sub>IC</sub> evaluation of standard LIN transceiver ICs and ICs with embedded LIN transceiver**

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	RF modulation	LIN bus filter	Failure validation
	RF2	V <sub>BAT</sub>	TX1/TX2 <sup>a</sup>	CW	without	
	RF3	Wake	TX1/TX2 <sup>a</sup>	CW	without	

<sup>a</sup> The test signal used depends on the transceiver type, TX1 for standard LIN transceiver IC and TX2 for ICs with embedded LIN transceiver.

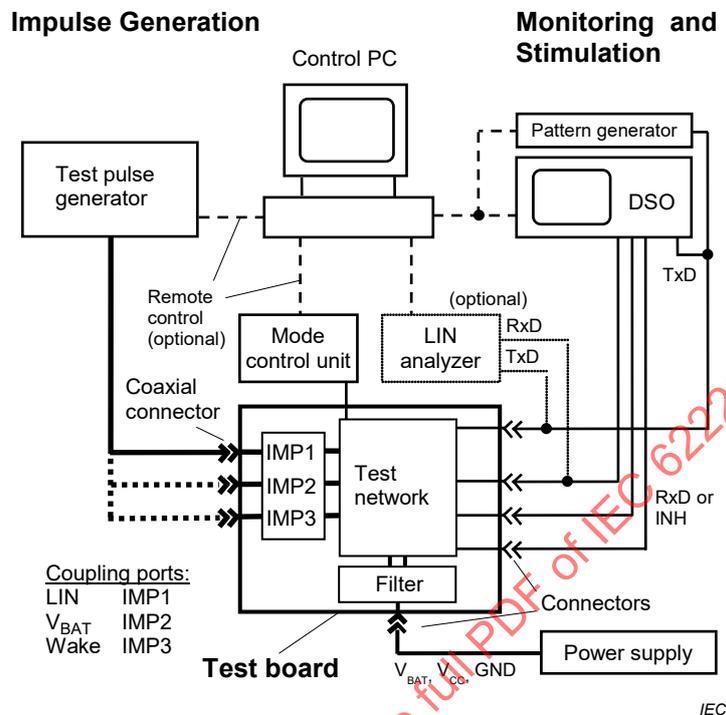
### 6.3 Immunity to impulses

#### 6.3.1 Test method

The test of the impulse immunity shall be performed by using the non-synchronous transient injection method according to IEC 62215-3.

### 6.3.2 Test setup

The impulse immunity tests of transceiver shall be carried out using a setup according to Figure 8 with the coupling network as defined in Table 3.



**Figure 8 – Test setup for impulse immunity tests**

The test equipment requirements are the following:

- Test pulse generator (according to ISO 7637-2),
- Test board,
- Pattern generator,
- Power supply,
- Mode control unit (if possible remotely controlled by the PC),
- Control PC (optional),
- Digital storage oscilloscope (DSO), and
- LIN analyzer (optional, for testing ICs with embedded LIN transceiver).

### 6.3.3 Test procedure and parameters

To determine the immunity of the transceiver against impulses defined in ISO 7637-2, tests with the definitions and parameters given in Table 17 and Table 18 shall be performed.

**Table 17 – Specifications for impulse immunity tests**

Item	Definitions and parameters
Test pulses	1, 2a, 3a, 3b (see Table 18)
Amplitude step size	10 V
Dwell time	1 min for tests of functional status class A <sub>IC</sub> 10 min for tests of functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub>
Test procedure for functional status class A <sub>IC</sub>	Searching for malfunction during a dwell time of minimum 5 s while pulse amplitude is stepwise increased up to the defined test pulse levels (as e.g. given in Table C.1) . At the determined maximum voltage the achieved immunity level shall be proved with a dwell time of 1 min.  An optimized control procedure can be used to reduce test time.  The immunity level is the maximum amplitude that causes no malfunction.
Test procedure for functional status class C <sub>IC</sub> or D <sub>IC</sub>	Apply the defined test pulses (as e.g. given in Table C.1) and evaluate the functional status after each test.

**Table 18 – Parameters for impulse immunity test**

Test pulse <sup>a</sup>	Vs max [V]	Pulse/ burst repetition frequency (1/t <sub>1</sub> ) Hz	Ri [Ω]	Remarks
1	-100	2	10	battery shall be off only during the pulse
2a	+75	2	2	–
3a	-150	10 000	50	–
3b	+100	10 000	50	–

<sup>a</sup> according to ISO 7637-2, pulse amplitudes are defined under open load conditions, parameters for rise time and duration for 12 V- systems.

The tests for functional status class A<sub>IC</sub> evaluation for Standard LIN transceiver IC shall be performed according to the scheme in Table 19 and for ICs with embedded LIN transceiver respectively according to Table 20.

For each test an impulse immunity level has to be determined and documented in the test report.

**Table 19 – Required impulse immunity tests for functional status class A<sub>IC</sub> evaluation of standard LIN transceiver ICs**

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	LIN bus filter	Failure validation on pin	
					RxD	INH <sup>b</sup>
Normal	IMP1	LIN	TX1	without	X	X
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X	X
	IMP3	$V_{\text{BAT}}$		without	X	X
		Wake		without	X	X
Sleep / unwanted wake-up	IMP1	LIN	–	without	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
	IMP3	$V_{\text{BAT}}$		without	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
		Wake		without	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
Sleep / wanted wake-up	IMP1	LIN	TX3	without	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>

X A test shall be performed.  
<sup>a</sup> The evaluation depends on functionality of LIN transceiver at RxD or INH.  
<sup>b</sup> INH or other function can be used e.g. for System Base Chips.

**Table 20 – Required impulse immunity tests for functional status class A<sub>IC</sub> evaluation of ICs with embedded LIN transceiver**

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	LIN bus filter	Failure validation		
					RxD (node 1)	LIN data monitoring tool	Wake-up indication
Normal	IMP1	LIN	TX1	without	X <sup>a</sup>	–	–
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X <sup>a</sup>	–	–
			TX2	without	–	X <sup>b</sup>	–
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	–	X <sup>b</sup>	–
	IMP2	$V_{\text{BAT}}$	without	–	X <sup>b</sup>	–	
			without	–	X <sup>b</sup>	–	
Sleep / unwanted wake-up	IMP1	LIN	–	without	–	–	X <sup>c</sup>
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	–	–	X <sup>c</sup>
	IMP2	$V_{\text{BAT}}$		without	–	–	X <sup>c</sup>
Sleep / wanted wake-up	IMP1	LIN	TX3	without	–	–	X <sup>c</sup>
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	–	–	X <sup>c</sup>

X A test shall be performed.  
<sup>a</sup> evaluation of feedback of DUT to other LIN communication  
<sup>b</sup> evaluation of DUT transmission during LIN frame communication  
<sup>c</sup> indication of wakeup depends on functionality of LIN transceiver (e.g. current consumption  $V_{\text{BAT}}$  pin)

The tests for functional status class C<sub>IC</sub> or D<sub>IC</sub> shall be performed for both types of LIN transceiver ICs according to Table 21.

**Table 21 – Required impulse immunity tests for functional status class C<sub>IC</sub> or D<sub>IC</sub> evaluation of standard LIN transceiver ICs and ICs with embedded LIN transceiver**

Transceiver mode / Purpose	Coupling port	Pin	Test signal	LIN bus filter	Failure validation
Normal	IMP1	LIN	TX1/TX2 <sup>a</sup>	C = 2 × 110 pF	Rx/D / LIN data monitoring tool <sup>a</sup>
	IMP2	V <sub>BAT</sub>	TX1/TX2 <sup>a</sup>	without	
	IMP3	Wake	TX1/TX2 <sup>a</sup>	without	

<sup>a</sup> The test signal used depends on the transceiver type, TX1 for Standard LIN transceiver IC and TX2 for ICs with embedded LIN transceiver.

**6.4 Electrostatic Discharge (ESD)**

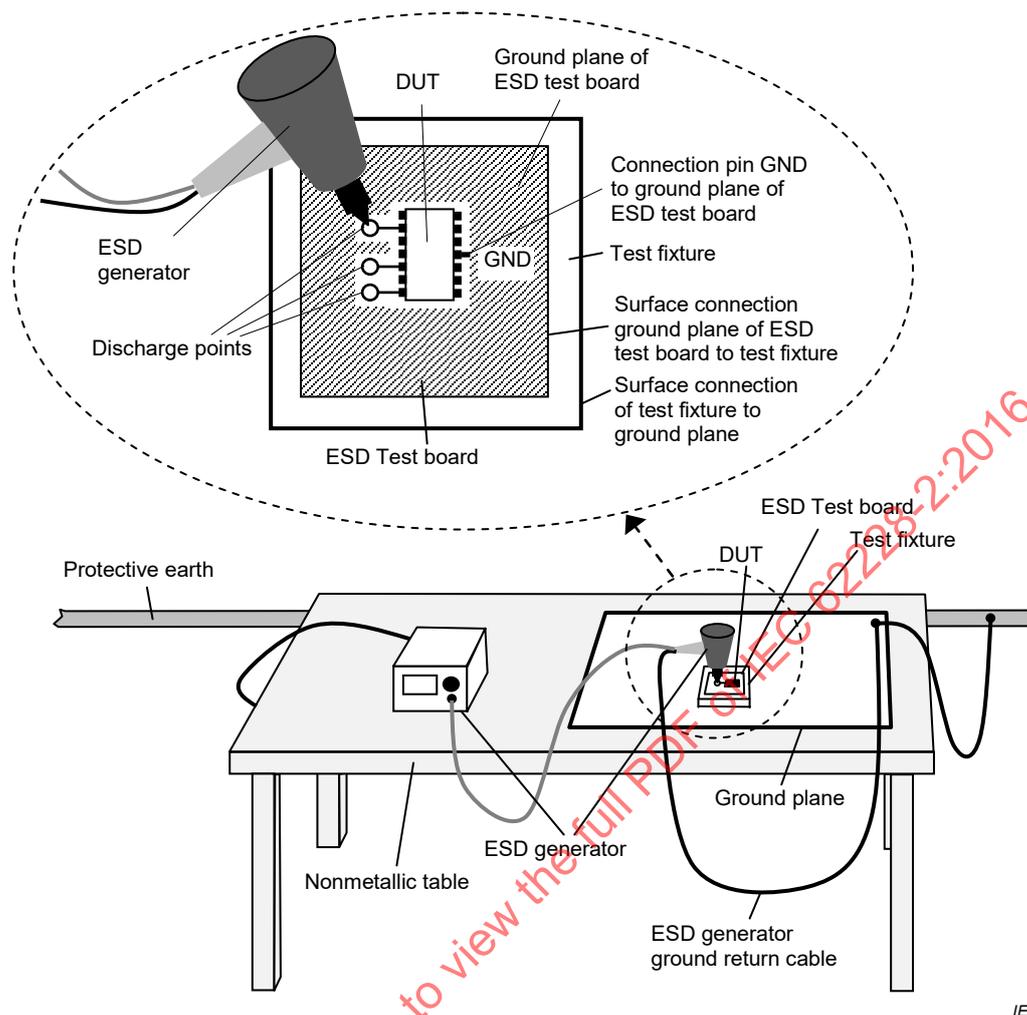
**6.4.1 Test method**

The ESD immunity test shall be performed by using the direct ESD discharge method according to ISO 10605.

**6.4.2 Test setup**

The ESD immunity tests of LIN transceiver ICs shall be carried out using a test setup according to Figure 9.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-2:2016



**Figure 9 – Test setup for direct ESD tests**

The test equipment requirements are the following:

- ESD test generator (according to ISO 10605, contact discharge module ( $C = 150 \text{ pF}$  and  $R = 330 \text{ }\Omega$ ),
- ESD test board,
- Ground plane, and
- Test fixture.

The ground plane with a minimum size of  $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$  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 ground plane with low impedance and low inductance. This surface connection should have a contact area of at least  $4 \text{ cm}^2$ . Copper tapes can be used in addition.

On testing the tip of the ESD test generator shall be directly contacted with one of the discharge points DP1 to DP3 of the ESD test board (described in Annex B).

For the evaluation of damages a specific test extension frame or IC adapter may be used for contacting the pins of the transceiver.

### 6.4.3 Test procedure and parameters

To determine the ESD robustness of LIN transceiver ICs against damages, tests shall be carried out following the recommendations given in Table 22.

**Table 22 – Recommendations 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 25 kV
Discharge voltage steps	1 kV step up to $V_{\text{ESD}} = 15 \text{ kV}$ , 5 kV step above $V_{\text{ESD}} = 15 \text{ kV}$
Test procedure	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) reference measurement of LIN signal in normal mode (DUT transmitting) and I-V characteristic of all pins to be tested (pin to GND)</li> <li>2) 3 ESD pulses with positive polarity on discharge point DP2 (<math>V_{\text{BAT}}</math>) with 5 s delay in between, after each single ESD pulse the pin or discharge point has to be discharged to the ground to ensure zero potential before the next ESD pulse</li> <li>3) failure validation</li> <li>4) proceed with points 2) to 3) with discharge points DP3 (Wake)</li> <li>5) proceed with points 2) to 3) with discharge points DP1 (LIN)</li> <li>6) proceed with point 2) to 5) with negative polarity</li> <li>7) proceed with point 2) to 6) with the next higher ESD test voltage up to damage of the tested pin</li> </ol> <p>If one pin is damaged, a new IC should be used continuing the test of the other pins.</p>
Failure validation	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) evaluation of I-V characteristic according to section 5.5.3</li> <li>b) additional functional test at each test voltage level: Evaluation of LIN signal. The maximum allowed deviation to the reference signal shall be smaller than 5 %.</li> </ol>

## 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, and
- test results.

## Annex A (normative)

### LIN test circuits

#### A.1 General

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

The LIN test circuit is basic for the test results and their interpretation.

#### A.2 LIN test circuit for standard LIN transceiver ICs for functional tests

A general drawing of the test circuit diagram of a LIN test network for testing standard LIN transceiver ICs in functional operating modes in a minimum communication network with two LIN nodes is given in Figure A.1. Node 1 operates as a transmitter for test signals, which emulates a LIN message to be received and monitored at output ports of nodes in the configured network.

A LIN node consists of transceiver (A1, A2), the LIN bus filter (C13, C23), mandatory external components (D11, C11, C12, R11, R12, R13, D21, C21, C22, R21, R22, R23) and decoupling networks at monitored pins or inputs (R13, R14, R15, R16, R23, R24, R25, R26).

All mandatory external components (except components for LIN bus) shall be used according to the specification of the LIN transceiver IC. If special components for LIN bus are defined in the specification, this circuitry should be tested in addition.

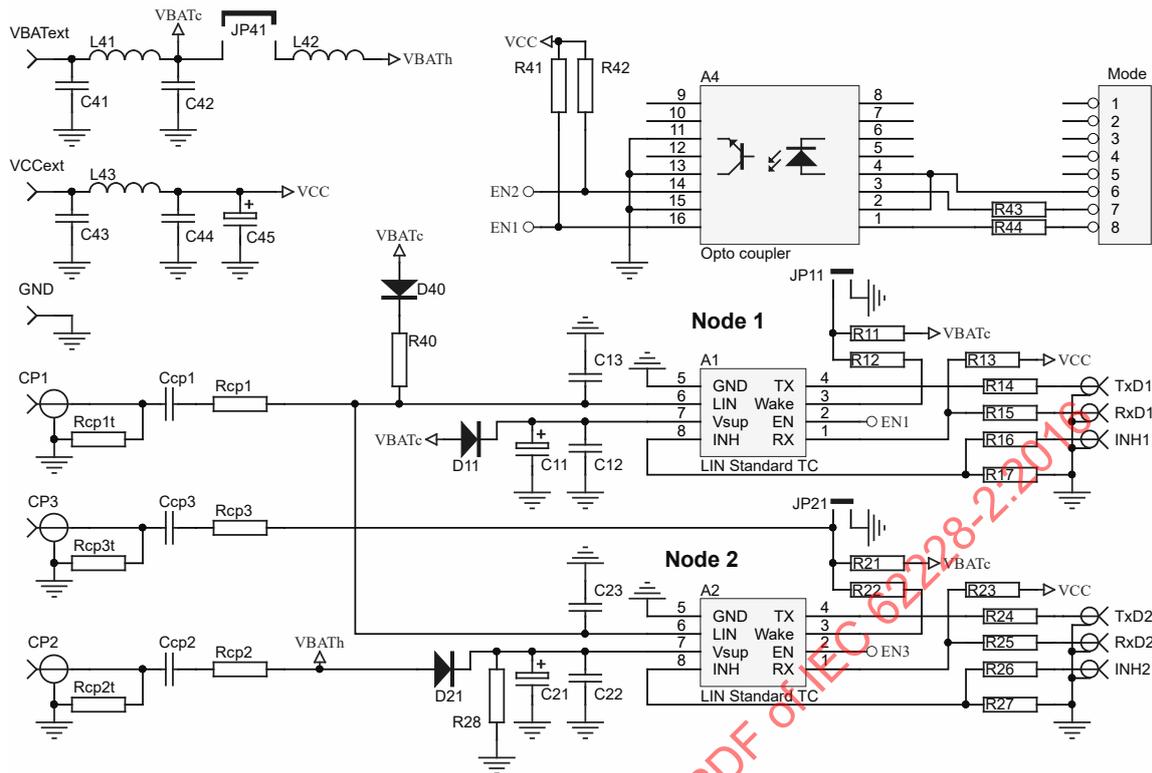
The resistor values at the wake pin shall be set to the maximum specified value (default  $R = 3,3 \text{ k}\Omega$ ) for R11, R21 and to the minimum specified value (default  $R = 33 \text{ k}\Omega$ ) for R12, R22. For RF decoupling of monitored pins RxD, INH and input TxD the resistor value is set to  $R = 1 \text{ k}\Omega$ .

In order to avoid a floating voltage at pin INH in sleep mode a pull down resistor (R17, R27) shall be used with values according to the IC specifications (default  $R = 10 \text{ k}\Omega$ ).

Every control input setting the DUT either to normal or sleep mode shall be connected/configured according to the IC specification. Connections to the peripheral control equipment shall be decoupled from the test circuit board (A4 optocoupler, R41, R42, R43, R44).

As regards the bus termination, node 1 has the LIN bus master termination with a resistor ( $R40 = 1 \text{ k}\Omega$ ) and a diode (D40).

For decoupling of external power supplies two-stage LC-filters (L41, L42, C41, C42 and L43, C43, C44, C45) are used separately for  $V_{\text{BAT}}$  and  $V_{\text{CC}}$ . The impedance of L42 should be greater than  $400 \Omega$  in the frequency range of interest. Jumper JP41 is opened to disconnect the supply voltage and the RF decoupling filter network at  $V_{\text{BAT}}$  during the impulse tests at  $V_{\text{BAT}}$ . In this case the voltage supply  $V_{\text{BAT}}$  is directly provided via the IMP2 coupling network.



IEC

**Key Components**

A1, A2	Standard LIN transceiver IC
A4	Optocoupler
C11, C21, C45	capacitor $C = 22 \mu\text{F}$
C12, C22	capacitor $C = 100 \text{ nF}$
C13, C23	capacitor $C = 110 \text{ pF}$ (placement dependent on test case)
Ccp1, Ccp2, Ccp3	capacitor (value dependent on test)
C41, C43	capacitor $C = 1 \text{ nF}$
C42, C44	capacitor $C = 330 \text{ pF}$
D11, D21, D40	diode, general purpose rectifier type
JP11, JP21	Jumper
L41, L43	inductor $L = 47 \mu\text{H}$
L42	inductor or ferrite, impedance at 100 MHz $> 750 \Omega$
R11, R21	resistor $R = 3,3 \text{ k}\Omega$
R12, R22	resistor $R = 33 \text{ k}\Omega$
R13, R23	resistor $R = 2,7 \text{ k}\Omega$
R14, R15, R16, R24, R25, R26	resistor $R = 1 \text{ k}\Omega$
R17, R27	resistor $R = 4,7 \text{ k}\Omega$
R28	resistor $R = 1 \text{ k}\Omega$ (simulates other loads at VBAT network of ECU if available in application)
R40, R41, R42,	resistor $R = 1 \text{ k}\Omega$
R43, R44,	resistor $R = 470 \Omega$
Rcp1, Rcp2, Rcp3	resistor (value dependent on test)
Rcp1t, Rcp2t, Rcp3t	resistor (value dependent on test)

**Figure A.1 – General drawing of the circuit diagram of test network for standard LIN transceiver ICs for functional test**

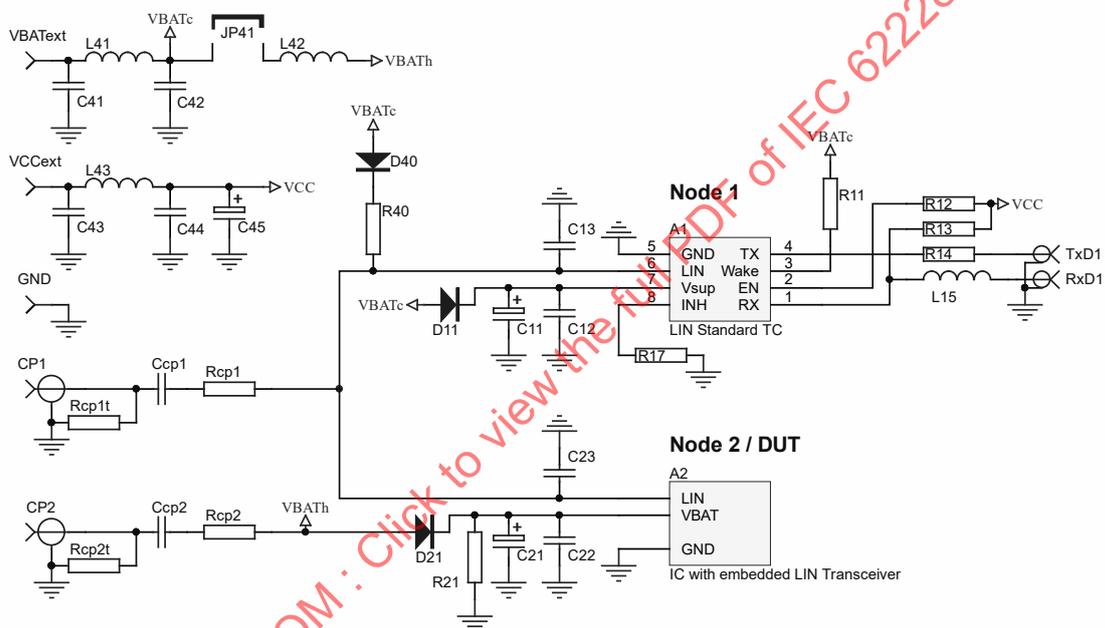
### A.3 LIN test circuit for IC with embedded LIN transceiver for functional tests

A general drawing of a test circuit diagram of a LIN test network for testing ICs with embedded LIN transceivers in functional operating modes in a minimum communication network with two LIN nodes is given in Figure A.2.

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

LIN node 1 is a standard LIN transceiver IC in basic configuration for normal mode.

LIN node 2 is the IC with embedded LIN transceiver to be tested, including mandatory external components and decoupling networks (D21, C21, C22).



IEC

#### Key Components

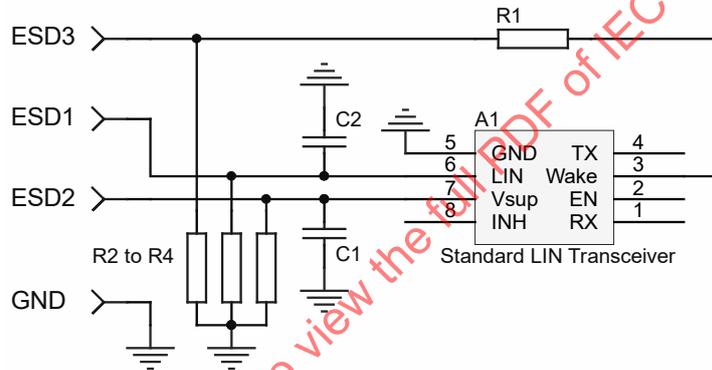
A1	Standard LIN transceiver IC
A2	IC with embedded LIN transceiver (DUT)
C11, C21, C45	capacitor $C = 22 \mu\text{F}$
C12, C22	capacitor $C = 100 \text{ nF}$
C13, C23	capacitor $C = 110 \text{ pF}$ (placement dependent on test case)
Ccp1, Ccp2	capacitor (value dependent on test)
C41, C43	capacitor $C = 1 \text{ nF}$
C42, C44	capacitor $C = 330 \text{ pF}$
D11, D21, D40	diode, general purpose rectifier type
JP41	Jumper
L41, L43	inductor $L = 47 \mu\text{H}$
L42	inductor or ferrite, impedance at 100 MHz $> 750 \Omega$
L15	ferrite, impedance at 100 MHz $> 1 \text{ k}\Omega$
R11	resistor $R = 10 \text{ k}\Omega$

R12	resistor $R = 2,7 \text{ k}\Omega$
R13	resistor $R = 2,7 \text{ k}\Omega$
R14, R40	resistor $R = 1 \text{ k}\Omega$
R17	resistor $R = 4,7 \text{ k}\Omega$
R21	resistor $R = 1 \text{ k}\Omega$ (simulates other loads at VBAT network of ECU if available in application)
Rcp1, Rcp2	resistor (value dependent on test)
Rcp1t, Rcp2t	resistor (value dependent on test)

**Figure A.2 – General drawing of the circuit diagram of the test network for ICs with embedded LIN transceiver for functional test**

**A.4 LIN test circuit for LIN transceiver ICs for unpowered ESD test**

A general drawing of the test circuit diagram for testing direct ESD of LIN transceiver ICs in unpowered mode shown for a standard LIN transceiver IC is given in Figure A.3. For ICs with embedded LIN transceivers, the same principle is used.



IEC

**Key Components**

A1	IC under test (DUT)
C1	capacitor $C = 100 \text{ nF}$
C2	capacitor $C = 220 \text{ pF}$ (placement dependent on test case)
R1	resistor $R = 33 \text{ k}\Omega$
R2, R3, R4	resistor $R \geq 200 \text{ k}\Omega$ (placement is optional)

**Figure A.3 – General drawing of the circuit diagram for direct ESD tests of LIN transceiver ICs in unpowered mode**

The test circuit for LIN transceiver IC ESD test consists of a single LIN transceiver IC (A1) with mandatory external components (C1, R1), LIN bus filter (C2), coupling ports with discharge points (DP1, DP2, DP3) and optional discharge resistors (R2, R3, R4 with  $R \geq 200 \text{ k}\Omega$ ). The value for the series resistor on the pin Wake (R1) should be chosen according to the IC specification with minimum value (default  $R = 33 \text{ k}\Omega$ ).

The default parameters of the passive components are for capacitors a tolerance of  $\pm 10 \%$ , material X7R according to electronic industry association (EIA) or similar, voltage rating  $\geq 50 \text{ V}$  and dimension 1206 or 0805. The default parameters for resistors are  $\pm 1 \%$  tolerance and dimension 1206 or 0805.

## Annex B (normative)

### Test circuit boards

#### B.1 Test circuit board for functional tests

For functional tests of LIN transceiver ICs the test network shall be designed on a printed circuit board. 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 (LIN) 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 printed circuit board sockets except for the filtered power supplies and GND.

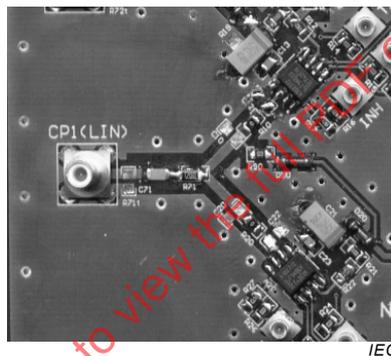
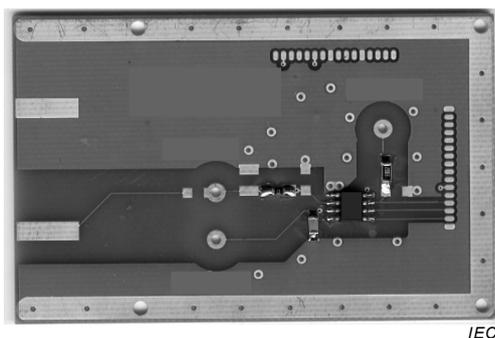


Figure B.1 – Example of IC interconnections of LIN signal

#### B.2 ESD test

For ESD tests, a printed circuit board shall be used. At least a two-layer construction of the PCB with GND layer shall be chosen. The pads for the discharge points DP 1 to 3 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 IC 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 LIN 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
Trace length between transceiver pads and discharge point	$15^{+5}_0$ mm
Trace width of the conducting path	0,254 mm

If a test adapter is used for functional and leakage current failure validation the test board should enable direct contacting of the transceiver pins (e.g. by additional test pads).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-2:2016

## Annex C (informative)

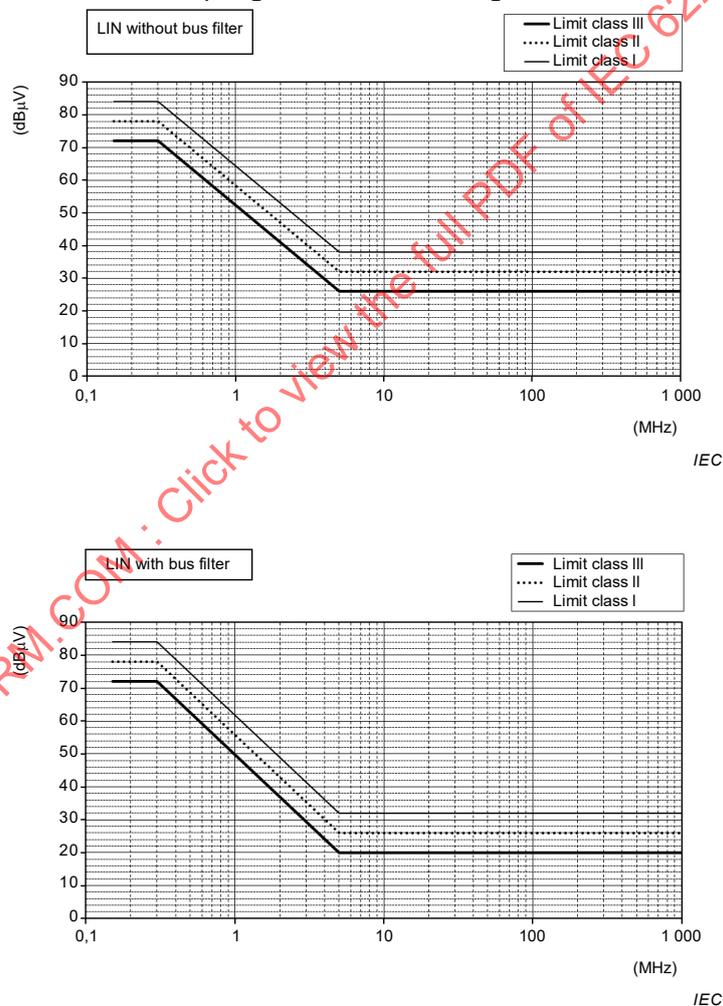
### Examples for test limits for LIN transceiver in automotive application

#### C.1 General

The purpose of this Annex C is to show examples of limits for LIN transceiver ICs used in automotive applications. For specific limit selection refer to the applicable test method documents.

#### C.2 Emission of RF disturbances

Figure C.1 shows an example of limits for RF emission measurements at the pins LIN,  $V_{BAT}$  and Wake for the 150  $\Omega$  direct coupling method according to IEC 61967-4



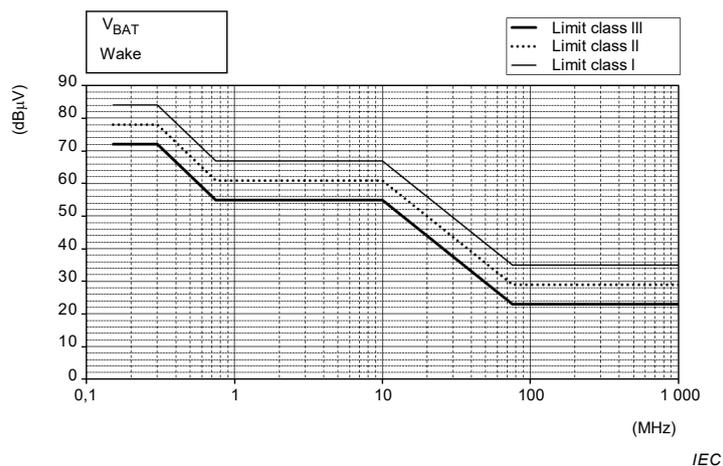


Figure C.1 – Example of limits for RF emission

### C.3 Immunity to RF disturbances

Figure C.2 and Figure C.3 give an example of limits for RF immunity tests at the pins LIN,  $V_{BAT}$  and Wake for the DPI test method according to IEC 62132-4. There are different target levels for functional tests related to functional status class  $A_{IC}$  and functional status class  $C_{IC}$  or  $D_{IC}$ .

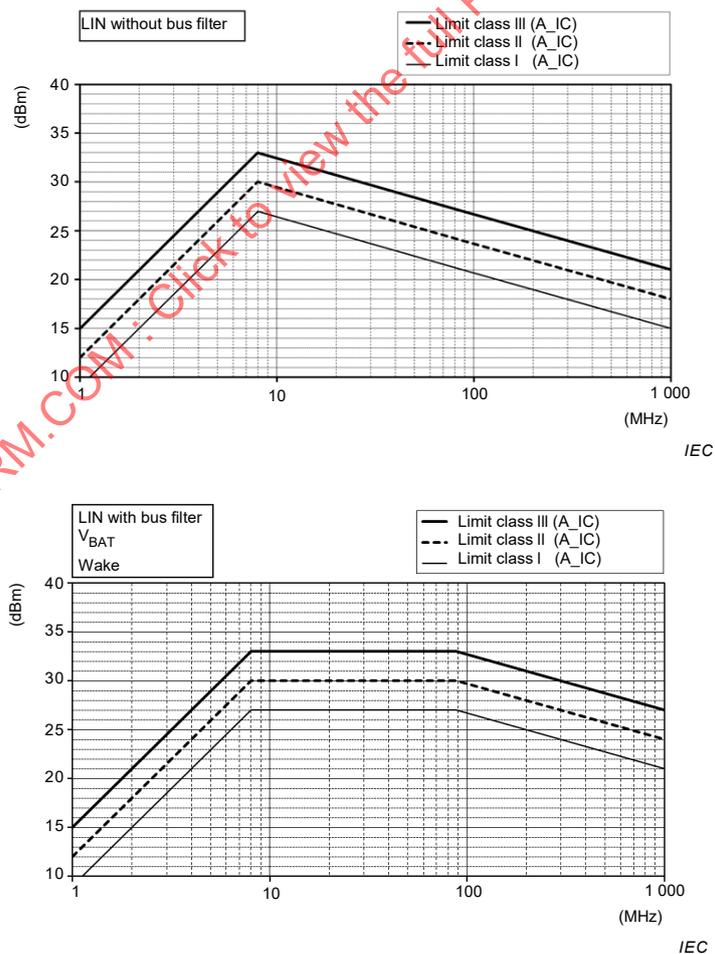


Figure C.2 – Example of limits for RF immunity for functional status class  $A_{IC}$

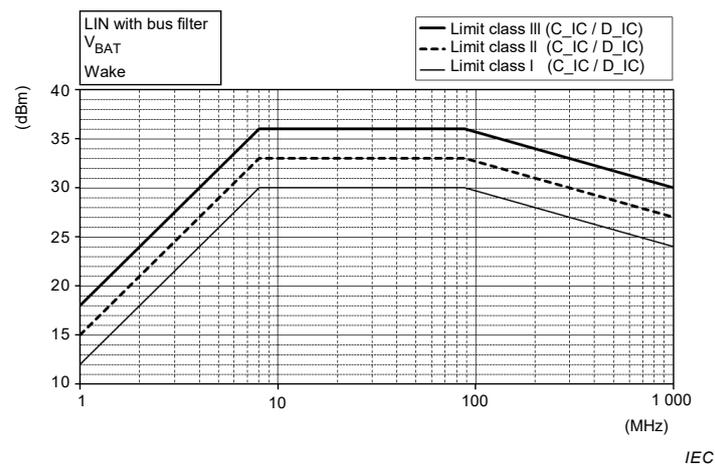


Figure C.3 – Example of limits for RF immunity for functional status class  $C_{IC}$  or  $D_{IC}$

#### C.4 Immunity to impulses

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 LIN,  $V_{BAT}$  and Wake 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	$\frac{V_{smax}}{V}$
1	-100
2a	+75
3a	-150
3b	+100

#### C.5 Electrostatic Discharge (ESD)

For test of ESD immunity to damage of the pins LIN,  $V_{BAT}$  and Wake the limit value  $V_{ESD} = \pm 6$  kV is recommended.

## Annex D (informative)

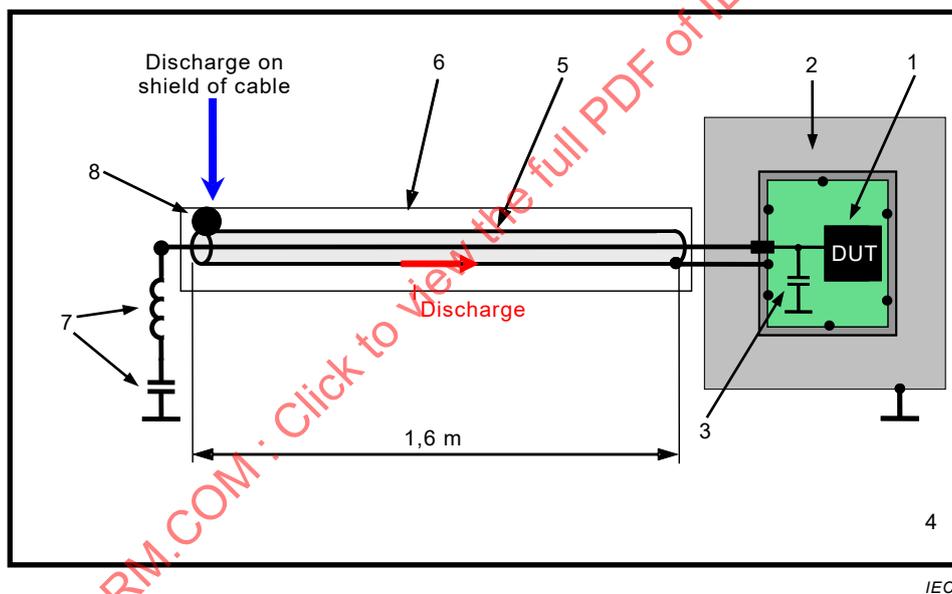
### Test of indirect ESD discharge

#### D.1 General

Annex D describes an additional test to evaluate the immunity of LIN transceiver ICs against indirect ESD discharges. The intention of this test is to apply an ESD discharge current wave form to the DUT comparable to ECU testing of LIN networks according to ISO 10605 indirect ESD test.

#### D.2 Test setup

The indirect ESD immunity tests of LIN transceiver ICs shall be carried out using a test setup according to Figure D.1. It extends the test setup for direct ESD test with a specific coupling cable and L-C network. The ESD discharge point, DP1, of the basic test board for direct ESD according to 6.4.2 is connected to the inner conductor of the specific coupling cable.



#### Key

- 1 LIN transceiver IC (DUT)
- 2 ESD test setup of direct discharge test
- 3 Capacitor on slave node ( $C_{\text{Slave}} = 220 \text{ pF}$ )
- 4 Ground plane
- 5 Coupling cable ( $l = 1,6 \text{ m}$ , coax cable type RG402 or similar)
- 6 Insulating support ( $h = 20 \text{ mm}$ )
- 7 Master node simulation network;  $L = 2,2 \text{ }\mu\text{H}$ ;  $C = 2,2 \text{ nF}$  (1 kV)
- 8 Discharge point at shield at far end of coupling cable

**Figure D.1 – Test setup for indirect ESD tests**

The ESD discharge is applied to the shield at the far end of the coupling cable. The shape of the coupling cable arrangement placed on the insulation support is not important (it can be placed e.g. as meander or straight leads). The shield of the coupling cable is connected to test board GND but is floating at the ESD discharge point (far end of the coupling cable). The

inner conductor of the coupling cable is connected to the LIN pin of the DUT on one side and at the far end to the ground plane via a L-C network. This network represents the Master bus capacitance and the inductance of a typical connection cable at the ECU application test. The combination of coupling cable and L-C network has an influence on the current shape of indirect discharge applied to the DUT.

### D.3 Typical current wave form for indirect ESD test

An example of an indirect ESD current wave form is given in Figure D.2. For the current measurement in this configuration the LIN transceiver is replaced by a  $10\ \Omega$  resistor ( $5 \times R = 51\ \Omega$  in parallel) connected between LIN and GND pad on the test board. The current through this load resistor is measured using a current probe with appropriate bandwidth and current capability.

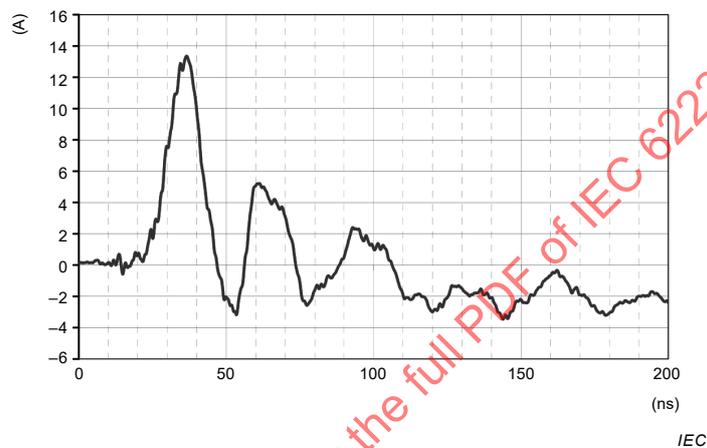


Figure D.2 – Example of ESD current wave form for indirect ESD test at  $V_{ESD} = -8\ \text{kV}$

### D.4 Test procedure and parameters

To determine transceiver immunity against damages caused by indirect ESD tests similar to ISO 10605 should be done for the LIN pin with the procedure and parameters defined in Table D.1.

**Table D.1 – Specifications for indirect 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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) reference measurement of LIN signal in normal mode (DUT transmitting) and I-V characteristic of all pins to be tested (pin to GND)</li> <li>2) 10 ESD pulses with positive polarity on discharge point coupling cable with 5 s delay in between, after each single ESD pulse the pin or discharge point has to be discharged to the ground to ensure zero potential before the next ESD pulse</li> <li>3) failure validation</li> <li>4) proceed with point 2) to 3) with negative polarity</li> <li>5) proceed with point 2) to 4) with the next higher ESD test voltage up to damage of the tested pin or maximum test voltage</li> </ol>
Failure validation	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) evaluation of I-V characteristic according to section 5.5.3</li> <li>b) additional functional test at each test voltage level: Evaluation of LIN signal. The maximum allowed deviation to the reference signal shall be smaller than 5 %.</li> </ol>

For the evaluation of damages a specific test extension frame or IC adapter may be used for contacting the pins of the transceiver.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-2:2016

[IECNORM.COM](http://IECNORM.COM) : Click to view the full PDF of IEC 62228-2:2016

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	45
1 Domaine d'application .....	47
2 Références normatives .....	47
3 Termes, définitions et abréviations .....	48
3.1 Termes et définitions .....	48
3.2 Abréviations .....	48
4 Généralités .....	48
5 Conditions d'essai et conditions de fonctionnement .....	50
5.1 Conditions d'alimentation et conditions ambiantes .....	50
5.2 Modes de fonctionnement pour l'essai .....	50
5.3 Configuration d'essai .....	50
5.3.1 Configuration d'essai générale pour les essais dans les modes fonctionnels .....	50
5.3.2 Configuration d'essai générale pour l'essai de décharge électrostatique en mode passif .....	51
5.3.3 Broches de connexion et réseaux de couplage pour les essais dans les modes fonctionnels .....	52
5.3.4 Broches de connexion et réseaux de couplage pour l'essai de décharge électrostatique en mode passif .....	53
5.4 Signaux d'essai .....	54
5.4.1 Généralités .....	54
5.4.2 Signaux d'essai pour le mode fonctionnel normal .....	54
5.4.3 Signal d'essai pour la phase de réveil du mode veille .....	55
5.5 Critères d'évaluation .....	56
5.5.1 Généralités .....	56
5.5.2 Critères d'évaluation dans les modes fonctionnels lors de l'exposition aux perturbations .....	56
5.5.3 Critères d'évaluation en mode passif, après exposition aux perturbations .....	58
5.5.4 Classes d'état .....	59
6 Essai et mesure .....	59
6.1 Emission de perturbations radioélectriques .....	59
6.1.1 Méthode d'essai .....	59
6.1.2 Disposition d'essai .....	60
6.1.3 Mode opératoire d'essai et paramètres .....	60
6.2 Immunité aux perturbations radioélectriques .....	61
6.2.1 Méthode d'essai .....	61
6.2.2 Disposition d'essai .....	61
6.2.3 Mode opératoire d'essai et paramètres .....	62
6.3 Immunité aux impulsions .....	65
6.3.1 Méthode d'essai .....	65
6.3.2 Disposition d'essai .....	65
6.3.3 Mode opératoire d'essai et paramètres .....	66
6.4 Décharge électrostatique .....	68
6.4.1 Méthode d'essai .....	68
6.4.2 Disposition d'essai .....	69
6.4.3 Mode opératoire d'essai et paramètres .....	70

7	Rapport d'essai .....	70
Annexe A (normative)	Circuits d'essai LIN .....	72
A.1	Généralités .....	72
A.2	Circuit d'essai LIN pour essais dans les modes fonctionnels des CI émetteurs-récepteurs LIN standard .....	72
A.3	Circuit d'essai LIN pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré, dans les modes fonctionnels .....	74
A.4	Circuit d'essai LIN pour essais en mode passif des CI émetteurs-récepteurs LIN .....	75
Annexe B (normative)	Cartes d'essai .....	77
B.1	Carte d'essai pour les essais dans les modes fonctionnels .....	77
B.2	Essai de décharge électrostatique .....	77
Annexe C (informative)	Exemples de limites d'essai pour les émetteurs-récepteurs LIN dans les applications automobiles .....	79
C.1	Généralités .....	79
C.2	Emission de perturbations radioélectriques .....	79
C.3	Immunité aux perturbations radioélectriques .....	80
C.4	Immunité aux impulsions .....	81
C.5	Décharge électrostatique .....	82
Annexe D (informative)	Essai de décharge électrostatique indirecte .....	83
D.1	Généralités .....	83
D.2	Disposition d'essai .....	83
D.3	Forme d'onde de courant typique pour l'essai de décharge électrostatique indirecte .....	84
D.4	Mode opératoire d'essai et paramètres .....	84
Figure 1	– Configuration générale pour les essais dans les modes fonctionnels .....	51
Figure 2	– Configuration générale pour l'essai de décharge électrostatique en mode passif .....	52
Figure 3	– Broches de connexion et réseaux de couplage pour les essais dans les modes fonctionnels .....	52
Figure 4	– Broches de connexion et réseaux de couplage pour l'essai de décharge électrostatique en mode passif .....	54
Figure 5	– Schéma principal de l'écart maximal sur la caractéristique I-V .....	59
Figure 6	– Disposition d'essai pour la mesure des perturbations radioélectriques .....	60
Figure 7	– Disposition d'essai pour les essais DPI .....	62
Figure 8	– Disposition d'essai pour les essais d'immunité aux impulsions .....	65
Figure 9	– Disposition d'essai pour les essais de décharge électrostatique directe .....	69
Figure A.1	– Schéma général du circuit du réseau d'essai des CI émetteurs-récepteurs LIN standard, dans les modes fonctionnels .....	74
Figure A.2	– Schéma général du circuit du réseau d'essai des CI avec émetteur-récepteur LIN intégré, dans les modes fonctionnels .....	75
Figure A.3	– Schéma général du circuit pour les essais de décharge électrostatique directe des CI émetteurs-récepteurs LIN, en mode passif .....	76
Figure B.1	– Exemple d'interconnexions de CI pour transfert de signal LIN .....	77
Figure B.2	– Exemple de carte d'essai de DES pour les CI émetteurs-récepteurs LIN .....	78
Figure C.1	– Exemple de limites pour les émissions radioélectriques .....	80
Figure C.2	– Exemple de limites pour l'immunité aux perturbations radioélectriques, pour la classe d'état fonctionnel $A_{1C}$ .....	81

Figure C.3 – Exemple de limites pour l’immunité aux perturbations radioélectriques, pour les classes d’état fonctionnel C <sub>IC</sub> et D <sub>IC</sub> .....	81
Figure D.1 – Disposition d’essai pour les essais de décharge électrostatique indirecte .....	83
Figure D.2 – Exemple de forme d’onde de courant de DES pour l’essai de décharge électrostatique indirecte à V <sub>ESD</sub> = -8 kV .....	84
Tableau 1 – Vue d’ensemble des mesures et essais exigés .....	49
Tableau 2 – Conditions d’alimentation et conditions ambiantes pour le fonctionnement .....	50
Tableau 3 – Définitions des valeurs des composantes des broches de connexion et des réseaux de couplage pour les essais fonctionnels .....	53
Tableau 4 – Définitions des broches de connexion pour l’essai de décharge électrostatique en mode passif .....	54
Tableau 5 – Signal d’essai de communication TX1 .....	55
Tableau 6 – Signal d’essai de communication TX2 .....	55
Tableau 7 – Signal d’essai de réveil TX3 .....	56
Tableau 8 – Critères d’évaluation pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard dans les modes fonctionnels .....	57
Tableau 9 – Critères d’évaluation pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré dans les modes fonctionnels .....	58
Tableau 10 – Définition des classes d’état fonctionnel .....	59
Tableau 11 – Paramètres pour les mesures des émissions .....	61
Tableau 12 – Paramètres des équipements de mesure des émissions radioélectriques .....	61
Tableau 13 – Spécifications pour les essais DPI .....	63
Tableau 14 – Essais DPI exigés pour l’évaluation de la classe d’état fonctionnel A <sub>IC</sub> pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard .....	64
Tableau 15 – Essais DPI exigés pour l’évaluation de la classe d’état fonctionnel A <sub>IC</sub> pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré .....	64
Tableau 16 – Essais DPI exigés pour l’évaluation de la classe d’état fonctionnel C <sub>IC</sub> ou D <sub>IC</sub> pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard et les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré .....	65
Tableau 17 – Spécifications pour les essais d’immunité aux impulsions .....	66
Tableau 18 – Paramètres de l’essai d’immunité aux impulsions .....	67
Tableau 19 – Essais d’immunité aux impulsions exigés pour l’évaluation de la classe d’état fonctionnel A <sub>IC</sub> pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard .....	67
Tableau 20 – Essais d’immunité aux impulsions exigés pour l’évaluation de la classe d’état fonctionnel A <sub>IC</sub> pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré .....	68
Tableau 21 – Essais d’immunité aux impulsions exigés pour l’évaluation de la classe d’état fonctionnel C <sub>IC</sub> ou D <sub>IC</sub> pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard et les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré .....	68
Tableau 22 – Recommandations pour les essais de décharge électrostatique directe .....	70
Tableau B.1 – Paramètres de la carte d’essai de DES .....	78
Tableau C.1 – Exemple de limites pour l’immunité aux perturbations radioélectriques, pour les classes d’état fonctionnel C <sub>IC</sub> et D <sub>IC</sub> .....	82
Tableau D.1 – Spécifications pour les essais de décharge électrostatique indirecte .....	85

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

### Partie 2: Émetteurs-récepteurs LIN

#### AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62228-2 a été établie par le sous-comité 47A: Circuits intégrés, du comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47A/994/FDIS	47A/998/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

**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.**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62228-2:2016

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

## Partie 2: Émetteurs-récepteurs LIN

### 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 LIN placés en réseau. Il définit les configurations d'essai, les conditions d'essai, les signaux d'essai, les critères de défaillance, les modes opératoires d'essai, les dispositions d'essai et les cartes d'essai. Il s'applique aux circuits intégrés émetteurs-récepteurs LIN standard et aux circuits intégrés avec émetteur-récepteur LIN 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 en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de références s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 61967-1, *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques, 150 kHz à 1 GHz – Partie 1: Conditions générales et définitions*

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

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

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

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

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 17987-6.2<sup>1</sup>, *Road vehicles – Local interconnect network (LIN) – Part 6: Protocol conformance test specification* (disponible en anglais seulement)

### 3 Termes, définitions et abréviations

#### 3.1 Termes et définitions

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

##### 3.1.1

###### broche externe

broche transmettant un signal ou une alimentation qui entre ou qui sort directement de la carte d'application, sans intégrer de composant actif intermédiaire

##### 3.1.2

###### CI émetteur-récepteur LIN standard

émetteur-récepteur LIN indépendant conforme à l'ISO 17987, ou Circuit intégré (CI) avec étage interne émetteur-récepteur LIN permettant l'accès aux signaux LIN RxD et TxD

##### 3.1.3

###### CI avec émetteur-récepteur LIN intégré

CI avec étage interne émetteur-récepteur LIN intégré et avec un gestionnaire de protocole LIN intégré, mais sans accès aux signaux LIN RxD ou TxD

#### 3.2 Abréviations

DUT	Device under test (dispositif en essai)
DPI	Direct RF power injection (injection directe de puissance RF)
INH	Inhibition
LIN	Local interconnect network (réseau Internet local)
PCB	Printed circuit board (carte de circuit imprimé)
RxD	Receive data (réception de données)
SBC	System base chip (puce système principale)
TxD	Transmit data (transmission de données)

### 4 Généralités

Le but du présent document est d'évaluer les performances CEM des CI émetteurs-récepteurs LIN dans les conditions d'application d'un réseau minimal. Les CI émetteurs-récepteurs LIN sont généralement disponibles sous deux types: CI émetteur-récepteur LIN standard et CI avec émetteur-récepteur LIN intégré.

<sup>1</sup> A paraître.

L'évaluation des caractéristiques de CEM des émetteurs-récepteurs LIN 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 sur les broches externes de l'émetteur-récepteur LIN, ces broches externes étant considérées comme «CEM» pertinentes dans l'application visée. Pour un CI émetteur-récepteur LIN standard, ces broches correspondent aux broches LIN, VBAT et à la broche locale WAKE (Réveil), et pour un CI avec émetteur-récepteur LIN intégré, cette broche correspond au minimum aux broches LIN et VBAT.

Les méthodes d'essai utilisées pour la caractérisation de la CEM sont basées sur les normes internationales présentant les essais de CEM des CI et sont décrites dans le Tableau 1.

**Tableau 1 – Vue d'ensemble des mesures et essais exigés**

Mode de l'émetteur-récepteur	Essai exigé	Méthode d'essai	Evaluation	Mode fonctionnel
Fonctionnel (alimenté)	Emissions radioélectriques	Couplage direct 150 $\Omega$ (IEC 61967-4)	Spectre	Normal
	Immunité aux perturbations radioélectriques	DPI (IEC 62132-4)	Fonctionnement	Normal Veille
	Immunité aux impulsions	Immunité aux impulsions (IEC 62215-3)	Fonctionnement	Normal Veille
Passif (non alimenté)	Décharge électrostatique	Décharge au contact (ISO 10605)	Dommages	Eteint

Les méthodes d'essai par couplage direct 150  $\Omega$ , l'essai DPI et l'essai d'immunité aux impulsions électriques sont appliqués pour l'évaluation des caractéristiques de CEM des émetteurs-récepteurs dans les différents modes fonctionnels. 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 décharge électrostatique est effectué sur un IC émetteur-récepteur passif, 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 spéciales, comme décrit à l'Annexe B, afin de garantir des conditions conformes à l'application et d'éviter les effets de mise en œuvre induits par les supports.

En général, la définition des essais est effectuée pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard. Pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré, certaines adaptations sont nécessaires, elles sont décrites principalement dans ce document. Enfin, ces adaptations doivent être effectuées pour le CI tout seul, mais doivent respecter les définitions générales.

Afin de vérifier les effets des filtres sur les performances CEM des émetteurs-récepteurs LIN, des configurations avec et sans filtre sur la broche LIN sont définies dans le présent document avec des valeurs définies dans l'ISO 17987. Par conséquent, les caractéristiques de fréquence de ces filtres doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats d'essai.

## 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 opérationnelles se basent sur des systèmes avec une alimentation 12 V, ce qui constitue la principale application des émetteurs-récepteurs LIN. Si un émetteur-récepteur est conçu pour ou est destiné à des tensions d'alimentation plus élevées, les conditions d'essai et les performances d'essai doivent être adaptées et documentées en fonction. Les conditions d'alimentation et les conditions ambiantes définies pour le fonctionnement sont données dans le Tableau 2.

**Tableau 2 – Conditions d'alimentation et conditions ambiantes pour le fonctionnement**

Paramètre	Valeur
Tension d'alimentation $V_{BAT}$	$(14 \pm 0,2)$ V (par défaut)
Tension d'alimentation $V_{CC}$	$(5 \pm 0,1)$ V (par défaut)
Température de l'essai	$(23 \pm 5)$ °C

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

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

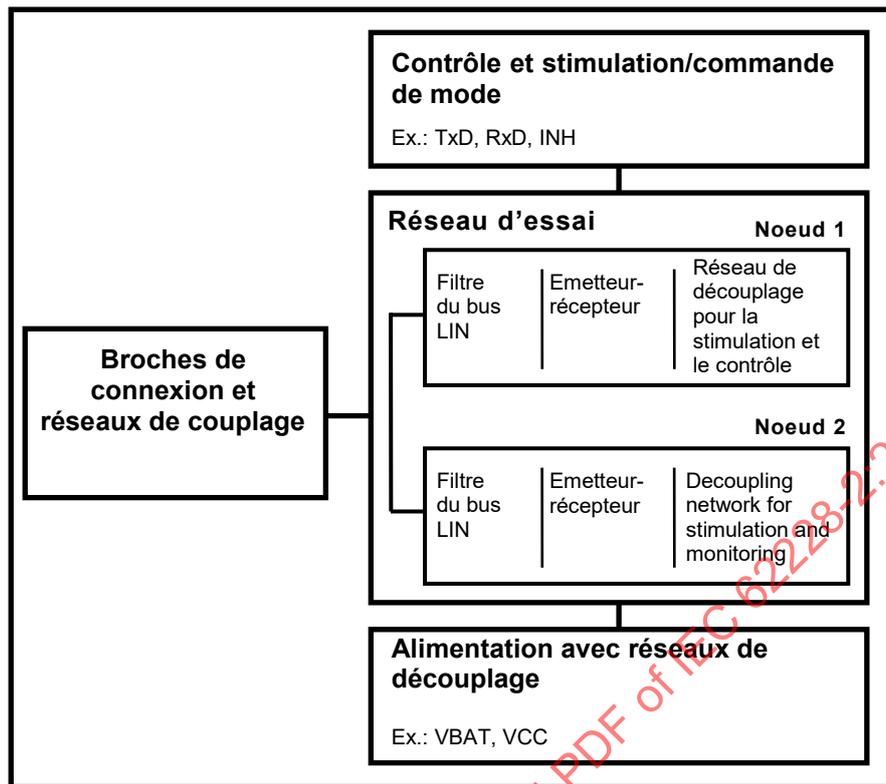
### 5.2 Modes de fonctionnement pour l'essai

Les CI émetteurs-récepteurs LIN doivent être soumis à essai dans les modes fonctionnels (alimenté) et en mode passif (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 dans les modes fonctionnels

La configuration d'essai se compose, d'une manière générale, des émetteurs-récepteurs LIN avec leurs composants externes obligatoires, et des composants nécessaires au filtrage et au découplage (noeud LIN), dans un réseau d'essai minimal, dans lequel les alimentations filtrées, les signaux, les sondes de contrôle et les réseaux de couplage sont connectés comme représenté à la Figure 1.



IEC

**Figure 1 – Configuration 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 LIN dans les modes fonctionnels, un réseau d'essai LIN minimal composé de deux CI émetteurs-récepteurs LIN doit être utilisé. Selon le type d'émetteur-récepteur, les configurations réseau suivantes sont définies:

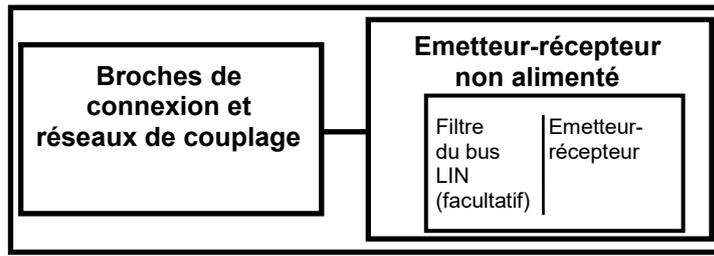
- deux émetteurs-récepteurs du même type, dans le cas de CI émetteurs-récepteurs LIN standard (DUT), ou
- un CI avec émetteur-récepteur LIN intégré (DUT) et un CI émetteur-récepteur LIN standard.

NOTE Dans des cas spécifiques ou à des fins d'analyse, un écart par rapport à cette disposition peut être convenu entre les utilisateurs de ce document et sera consigné dans le rapport d'essai.

Des schémas généraux plus détaillés des deux types de réseaux d'essai d'émetteurs-récepteurs LIN sont donnés dans l'Annexe A.

### 5.3.2 Configuration d'essai générale pour l'essai de décharge électrostatique en mode passif

La configuration générale pour l'essai de décharge électrostatique des CI émetteurs-récepteurs LIN en mode passif se compose d'un CI émetteur-récepteur 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 2.

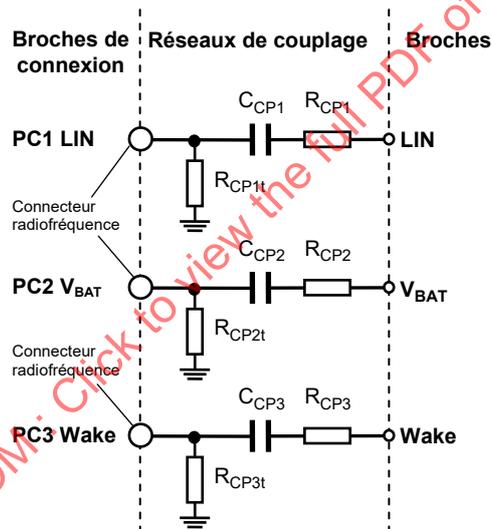


IEC

Figure 2 – Configuration générale pour l'essai de décharge électrostatique en mode passif

### 5.3.3 Broches de connexion et réseaux de couplage pour les essais dans les modes fonctionnels

Les broches de connexion et les réseaux de couplage sont destinés à transférer les perturbations depuis ou vers le réseau d'essai, avec une caractéristique de transfert définie. La représentation schématique des broches de connexion, des réseaux et des broches est donnée à la Figure 3. Les valeurs des composantes dépendent de la méthode d'essai et sont définies dans le Tableau 3. La tolérance des composantes ne doit pas dépasser 1 %.



IEC

Figure 3 – Broches de connexion et réseaux de couplage pour les essais dans les modes fonctionnels

**Tableau 3 – Définitions des valeurs des composantes des broches de connexion et des réseaux de couplage pour les essais fonctionnels**

Port	Type	Objectif	Composante		
			$R_{CP1..3}$	$C_{CP1..3}$	$R_{CP1..3t}$
PC1	EMI1	Mesure des émissions radioélectriques sur port LIN	120 $\Omega$	4,7 nF	51 $\Omega$
	RF1	Couplage radioélectrique pour les essais d'immunité sur port LIN	0 $\Omega$	4,7 nF	non utilisée
	IMP1	Couplage d'impulsion sur port LIN	0 $\Omega$	1,0 nF	non utilisée
PC2	EMI2	Mesure des émissions radioélectriques sur port $V_{BAT}$	120 $\Omega$	6,8 nF	51 $\Omega$
	RF2	Couplage radioélectrique pour les essais d'immunité sur port $V_{BAT}$	0 $\Omega$	6,8 nF	non utilisée
	IMP2	Couplage d'impulsion sur port $V_{BAT}$	0 $\Omega$	Shuntée	non utilisée
PC3	EMI3	Mesure des émissions radioélectriques sur port Wake	120 $\Omega$	6,8 nF	51 $\Omega$
	RF3	Couplage radioélectrique pour les essais d'immunité sur port Wake	0 $\Omega$	6,8 nF	non utilisée
	IMP3	Couplage d'impulsion sur port Wake	0 $\Omega$	1,0 nF	non utilisée

Les configurations d'essai avec les broches de connexion et les réseaux de couplage connectés au réseau d'essai LIN sont données dans le schéma général de la Figure A.1, pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard, et dans le schéma général de la Figure A.2, pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré.

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

L'amplitude des pertes d'insertion (mesure de  $S_{21}$ ) entre les ports PC1 à PC3 et les plages de signaux respectives de l'émetteur-récepteur sur la carte d'essai doit être mesurée et documentée dans le rapport d'essai. Pour cette caractérisation, le port de couplage doit être configuré pour l'essai d'immunité aux perturbations radioélectriques, et les CI émetteurs-récepteurs LIN doivent être retirés. Tous les autres composants directement connectés au port de couplage (par exemple, le filtre de l'alimentation ou des charges) restent montés sur la carte d'essai.

#### 5.3.4 Broches de connexion et réseaux de couplage pour l'essai de décharge électrostatique en mode passif

Les broches de connexion et les réseaux de couplage utilisés pour l'essai de décharge électrostatique directe en mode passif relient les points de décharge au circuit d'essai du CI émetteur-récepteur LIN. La représentation schématique et les définitions des broches de connexion, des réseaux et des broches sont données à la Figure 4 et dans le Tableau 4.

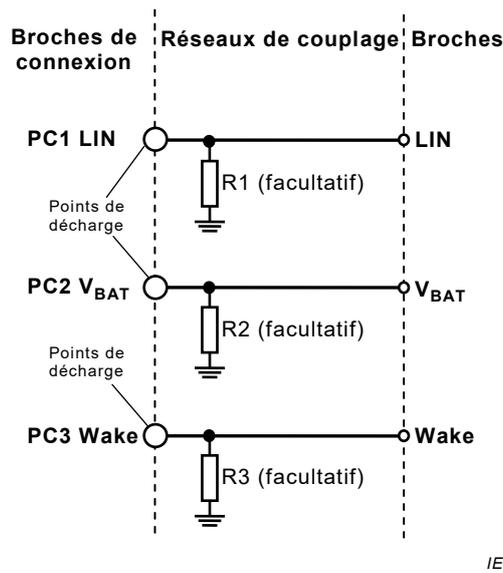


Figure 4 – Broches de connexion et réseaux de couplage pour l’essai de décharge électrostatique en mode passif

Tableau 4 – Définitions des broches de connexion pour l’essai de décharge électrostatique en mode passif

Port	Type	Objectif	Composante
PC1	ESD1	Couplage de décharge électrostatique sur port LIN	élément-piste métallique pour connexion galvanique <sup>a</sup>
PC2	ESD2	Couplage de décharge électrostatique sur port V <sub>BAT</sub>	élément-piste métallique pour connexion galvanique <sup>a</sup>
PC3	ESD3	Couplage de décharge électrostatique sur port Wake	élément-piste métallique pour connexion galvanique <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Les résistances facultatives R1 à R3, avec  $R \geq 200 \text{ k}\Omega$ , sont utilisées pour éviter la précharge statique du point de décharge, dû au générateur de décharges électrostatiques. Aux valeurs d’essai élevées, une étincelle sur ces résistances doit être évitée. Si le problème de précharge statique est évité du fait de la structure du générateur de décharges électrostatiques, alors ces résistances ne sont pas nécessaires. Une résistance externe peut également être utilisée pour éliminer les précharges sur chaque point de décharge, avant chaque essai.

## 5.4 Signaux d’essai

### 5.4.1 Généralités

Selon le type d’émetteur-récepteur, différents signaux d’essai sont définis pour les communications des CI émetteurs-récepteurs LIN, en mode fonctionnel normal et en phase de réveil du mode veille.

### 5.4.2 Signaux d’essai pour le mode fonctionnel normal

Le signal d’essai de communication TX1 doit être utilisé pour l’essai des CI émetteurs-récepteurs LIN standard en mode fonctionnel normal. Pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré, le signal TX1 est utilisé pour analyser si le DUT influe sur d’autres communications LIN qui ne lui sont pas destinées. Les paramètres de ce signal périodique sont définis dans le Tableau 5.

**Tableau 5 – Signal d'essai de communication TX1**

Signal d'essai	TX1
Type de signal	
Fréquence	10 kHz
Durée du cycle	9 ms
Longueur de la trame	4 ms
Amplitude	VCC ± 0,1 V

Le signal d'essai de communication TX2 doit être utilisé pour les essais en mode fonctionnel normal des CI avec émetteur-récepteur LIN intégré. Le signal est une trame LIN donnée dans le Tableau 6, auquel l'émetteur-récepteur LIN intégré doit transmettre et/ou répondre, en fonction de ses fonctionnalités propres ou programmées.

**Tableau 6 – Signal d'essai de communication TX2**

Signal d'essai	TX2
Type de signal	Trame LIN maître
Protocole	ISO 17987-6.2 <sup>a</sup>
Taux de transfert de données	19,2 kbit/s <sup>b</sup>
PID et données	selon les fonctionnalités propres ou programmées du CI émetteur-récepteur LIN soumis à essai
Durée du cycle	9 ms (par défaut)
Amplitude	VCC +/– 0,1 V
<p><sup>a</sup> 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.</p> <p><sup>b</sup> 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.</p>	

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

Le signal d'essai de réveil TX3 doit être utilisé pour tester la phase de réveil du mode veille, pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard et les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré. Les paramètres de ce signal sont définis dans le Tableau 7. 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 replacer le DUT en mode veille avant l'essai suivant.

**Tableau 7 – Signal d’essai de réveil TX3**

Signal d'essai	TX3
Type de signal	
Amplitude	VCC ± 0,1 V

## 5.5 Critères d’évaluation

### 5.5.1 Généralités

Différents critères d’évaluation sont définis pour l’évaluation des performances d’immunité des CI émetteurs-récepteurs LIN: lors de l’exposition aux perturbations, à savoir dans les modes fonctionnels, et après l’exposition aux perturbations, à savoir dans le mode passif.

Les CI émetteurs-récepteurs LIN avec accès aux signaux RxD et TxD doivent être soumis à essai en suivant les préconisations pour les émetteurs-récepteurs LIN standard, même s’ils disposent de fonctionnalités supplémentaires (par exemple, System Base Chip). Dans le cadre de l’essai, certaines autres fonctions de ces CI peuvent, si nécessaire, être utilisées à des fins de surveillance.

L’état fonctionnel obtenu pour le CI émetteur-récepteur LIN doit être défini conformément à l’IEC 62132-1 dans la classe A<sub>IC</sub>, C<sub>IC</sub> ou D<sub>IC</sub>, dont les définitions sont données en 5.5.4.

### 5.5.2 Critères d’évaluation dans les modes fonctionnels lors de l’exposition aux perturbations

Les critères d’évaluation dans les modes fonctionnels sont définis pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard dans le Tableau 8, et dans le Tableau 9 pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré.

Les valeurs limites spécifiées doivent être utilisées pour la surveillance des défaillances. La validation de défaillance s’applique à tous les émetteurs-récepteurs du réseau d’essai, si elle n’a pas été spécifiquement définie. 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 surveillés 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 doivent être consignés dans le rapport d’essai.

Dans le mode fonctionnel normal, la communication et les effets sur les autres fonctions sont évalués. Les effets sur les autres fonctions sont évalués sur la diaphonie sur le signal INH pour les émetteurs-récepteurs LIN standard, et sur la rétroaction vers les autres communications pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré. En mode veille, les fonctionnalités de réveil souhaitées et indésirables sont évaluées.

**Tableau 8 – Critères d'évaluation pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard dans les modes fonctionnels**

Mode de l'émetteur-récepteur	Objectif	Signal d'essai	Condition de surveillance		Variation maximale en tension / temps	
			Déclencheur	Fenêtre d'observation	RxD	INH
Normal	communication et diaphonie	TX1	premier front descendant du signal TX1	-60 $\mu$ s / +140 $\mu$ s	$\pm$ 0,9 V / $\pm$ 7,5 $\mu$ s	-5,0 V / - <sup>a</sup>
Veille <sup>b</sup>	réveil indésirable	Aucun	déclenchement automatique	200 $\mu$ s	+0,9 V / - <sup>a</sup>	+3,0 V / - <sup>a</sup>
	réveil souhaité <sup>c</sup>	TX3	premier front ascendant du signal TX3	-300 $\mu$ s / +700 $\mu$ s	$\pm$ 0,9 V / $\pm$ 100 $\mu$ s	-5,0 V / $\pm$ 100 $\mu$ 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.

<sup>a</sup> signal fixe, ne variant pas dans la durée

<sup>b</sup> L'évaluation du signal RxD ou INH dépend des fonctionnalités de l'émetteur-récepteur LIN.

<sup>c</sup> L'un des émetteurs-récepteurs (DUT) du réseau d'essai est placé en mode veille. Le deuxième émetteur-récepteur est en mode fonctionnel normal et envoie le signal TX3, afin qu'il soit détecté par le DUT comme signal de réveil. Seul le DUT est surveillé; il doit entrer en phase de réveil après le premier passage du niveau dominant au niveau récessif, sur le signal d'essai TX3.

Pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré, la validation de défaillance doit être composée en fonction de leurs fonctionnalités, qui découlent des définitions. La rétroaction du CI avec émetteur-récepteur LIN intégré (DUT) vers d'autres communications doit être vérifiée sur l'autre émetteur-récepteur (nœud 1) du réseau d'essai, en surveillant son signal RxD.

**Tableau 9 – Critères d'évaluation pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré dans les modes fonctionnels**

Mode de l'émetteur-récepteur	Objectif	Signal d'essai	Condition de surveillance		Variation maximale en tension / temps		Outil de surveillance de données LIN
			Déclencheur	Fenêtre d'observation	RxD (nœud 1)	Autres fonctions	
Normal	Rétroaction vers d'autres communications	TX1	1. front descendant du signal TX1	-60 µs / +140 µs	±0,9 V / ±7,5 µs	–	–
	Communication effective	TX2	–	–	–	–	Indication d'erreur <sup>a</sup>
Veille <sup>b</sup>	réveil indésirable	Aucun	Déclenchement automatique	–	–	indication de réveil <sup>b</sup>	–
	réveil souhaité <sup>c</sup>	TX3	1. front ascendant du signal TX3	--300 µs / +700 µs	–	indication de réveil <sup>b</sup>	indication de réveil <sup>d</sup>

<sup>a</sup> surveillance de type SyncErr, TXErr, RxErr et CSErr

<sup>b</sup> 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.)

<sup>c</sup> Le DUT est défini en mode veille. L'autre émetteur-récepteur du réseau d'essai est en mode fonctionnel normal et envoie le signal TX3, afin qu'il soit détecté par le DUT comme signal de réveil. Seul le DUT est surveillé; il doit entrer en phase de réveil après le premier passage du niveau dominant au niveau récessif, sur le signal d'essai TX3.

<sup>d</sup> données de réponse si un deuxième signal avec une trame de données envoyée après le signal TX3 est utilisé comme indication de réveil

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

La caractéristique d'entrée d'une broche soumise à un 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 reconduction 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 ± 0,5mA et ± 5mA afin d'éviter tout dommage sur le CI lors de la mesure de la courbe de la 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 5 présente le schéma principal de l'écart maximal sur la caractéristique I-V.

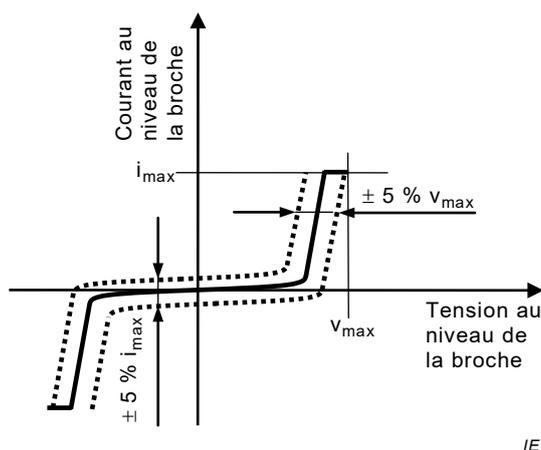


Figure 5 – Schéma principal de l'écart maximal sur la caractéristique I-V

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

#### 5.5.4 Classes d'état

Les classes d'état fonctionnel des CI émetteurs-récepteurs LIN, basées sur les critères d'évaluation, sont définies dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Définition des classes d'état fonctionnel

Classe d'état	Exigence
A <sub>IC</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– aucune erreur survenue lors de l'exposition aux perturbations, critères d'évaluation donnés en 5.5.2</li> <li>– aucun dommage détecté après exposition aux perturbations, critères d'évaluation donnés en 5.5.3, pouvant être contrôlés à l'issue de l'ensemble des essais fonctionnels</li> </ul>
C <sub>IC</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– erreur survenue lors de l'exposition aux perturbations, critères d'évaluation donnés en 5.5.2</li> <li>– aucune erreur survenue après exposition aux perturbations, critères d'évaluation donnés en 5.5.2, le DUT retrouve automatiquement un fonctionnement correct</li> <li>– aucun dommage détecté après exposition aux perturbations, critères d'évaluation donnés en 5.5.3</li> </ul>
D <sub>IC</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– erreur survenue lors de l'exposition aux perturbations, critères d'évaluation donnés en 5.5.2</li> <li>– aucune erreur survenue après exposition aux perturbations, critères d'évaluation donnés en 5.5.2, mais le DUT ne retrouve pas automatiquement un fonctionnement correct après l'arrêt des perturbations: une action simple (par exemple, mise hors puis sous tension, réinitialisation par interface de programmation système (IPS)) est exigée de la part de l'opérateur</li> <li>– aucun dommage détecté après exposition aux perturbations, critères d'évaluation donnés en 5.5.3</li> </ul>

## 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 Disposition d'essai

La mesure des émissions radioélectriques de l'émetteur-récepteur doit être effectuée en appliquant la configuration donnée dans la Figure 6.

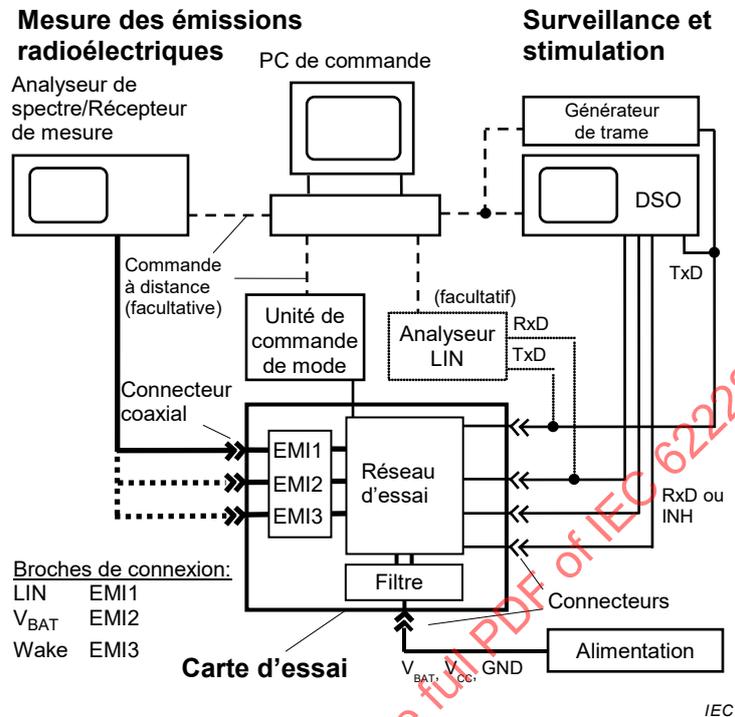


Figure 6 – Disposition d'essai pour la mesure des perturbations radioélectriques

Les équipements d'essai exigés sont les suivants:

- Analyseur de spectre/récepteur de mesure du brouillage électromagnétique,
- Carte d'essai,
- Générateur de trame
- Alimentation,
- Unité de commande de mode (si possible commandée à distance via le PC),
- PC de commande (facultatif),
- Oscilloscope à mémoire numérique, et
- Analyseur LIN (facultatif, exigé uniquement pour soumettre à essai des CI avec émetteur-récepteur LIN intégré).

### 6.1.3 Mode opératoire d'essai et paramètres

L'essai d'émissions radioélectriques doit être effectué en appliquant les paramètres d'essai donnés dans le Tableau 11.

**Tableau 11 – Paramètres pour les mesures des émissions**

Type d'émetteur-récepteur	Fréquence [MHz]	Mode de l'émetteur-récepteur	Signal d'essai	Filtre de bus LIN
CI émetteur-récepteur LIN standard	0,15 à 1 000	Normal	TX1	Sans
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$
CI avec émetteur-récepteur LIN intégré			TX2	Sans
				$C = 2 \times 110 \text{ pF}$

Les paramètres des équipements de mesure des émissions radioélectriques sont donnés dans le Tableau 12.

**Tableau 12 – Paramètres des équipements de mesure des émissions radioélectriques**

Équipement de mesure des émissions radioélectriques	Analyseur de spectre	Récepteur de mesure du brouillage électromagnétique
Détection	Valeur de crête	
Plage de fréquences	0,15 à 1 000 MHz	
Largeur de bande de résolution (RBW)		
150 kHz à 30 MHz:	10 kHz	9 kHz
30 MHz à 1 000 MHz:	100 kHz	120 kHz
Largeur du filtre vidéo (VBW)	$\geq 3$ fois la largeur spectrale de résolution	–
Nombre de balayages	10 (conservation de la valeur maximale)	–
Temps de maintien par pas de mesure	–	$\geq 10 \text{ ms}$
Temps de balayage	$\geq 20 \text{ s}$	–
Largeur du pas de fréquence		
150 kHz à 30 MHz:	–	$\leq 5 \text{ kHz}$
30 MHz à 1 000 MHz:	–	$\leq 50 \text{ kHz}$

## 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'essai DPI, conformément à l'IEC 62132-4.

### 6.2.2 Disposition d'essai

Les essais d'immunité aux perturbations radioélectriques de l'émetteur-récepteur doivent être effectués en appliquant la configuration donnée dans la Figure 7.

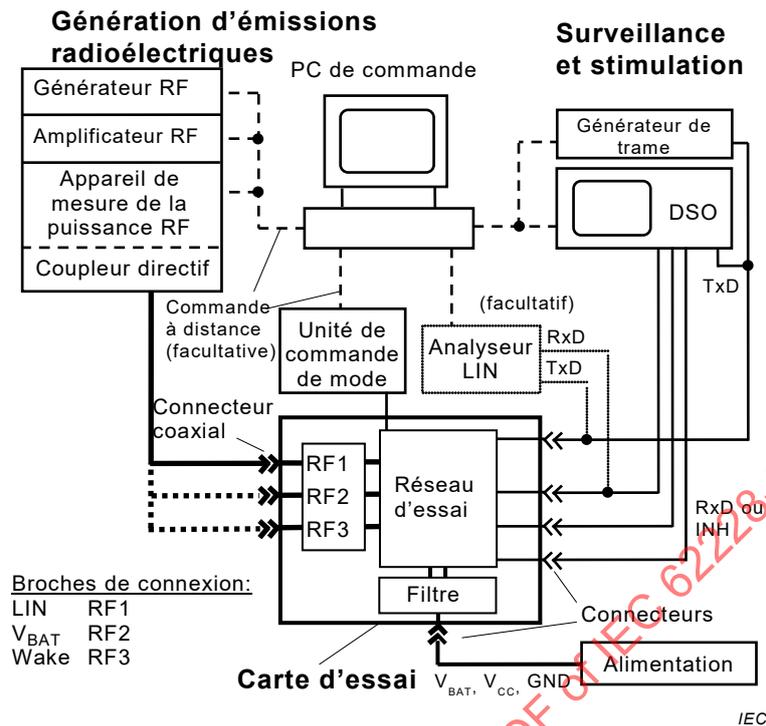


Figure 7 – Disposition d'essai pour les essais DPI

Les équipements d'essai exigés sont les suivants:

- 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 directif ( $f = 1 \text{ MHz}$  à  $1\,000 \text{ MHz}$ ),
- Carte d'essai,
- Générateur de trame,
- Alimentation,
- Unité de commande de mode (si possible commandée à distance via le PC),
- PC de commande (facultatif),
- Oscilloscope à stockage numérique, et
- Analyseur LIN (facultatif, pour soumettre à essai des CI avec émetteur-récepteur LIN intégré).

### 6.2.3 Mode opératoire d'essai et paramètres

Pour déterminer l'immunité aux perturbations radioélectriques des CI émetteurs-récepteurs LIN, des essais avec les paramètres donnés dans le Tableau 13 doivent être effectués.

Tableau 13 – Spécifications pour les essais DPI

Elément	Paramètre	
	Plage	Pas
Fréquence [MHz]	1 à 10	0,25
	10 à 100	1
	100 à 200	2
	200 à 400	4
	400 à 1000	10
	Puissance directe minimale	10 dBm (10 mW)
Puissance directe maximale	36 dBm (4 W)	
Incrément de puissance	0,5 dB	
Temps de palier	1 s	
Modulation	Onde entretenue (CW, Continuous Wave), modulation d'amplitude (MA) 80 % 1 kHz ( $\hat{P}_{AM} = \hat{P}_{CW}$ )	
Mode opératoire d'essai pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A <sub>IC</sub>	<p>Recherche de dysfonctionnement sur l'ensemble du temps de maintien, tandis que la puissance est augmentée par incrément.</p> <p>Un mode opératoire optimisé de commande peut être utilisé pour réduire la durée de l'essai.</p> <p>EXEMPLE: Mode opératoire pour chaque pas de fréquence:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– commencer avec la puissance directe maximale, au niveau ayant provoqué un dysfonctionnement au pas de fréquence précédent,</li> <li>– dans le cas d'un dysfonctionnement à ce niveau de puissance, réduire la puissance de 6 dB et répéter l'essai,</li> <li>– augmenter la puissance par incréments jusqu'à ce qu'un dysfonctionnement se produise, ou que la puissance directe maximale soit atteinte,</li> <li>– le niveau d'immunité à cette fréquence correspond à la puissance directe maximale n'entraînant aucun dysfonctionnement</li> </ul>	
Mode opératoire d'essai pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel C <sub>IC</sub> ou D <sub>IC</sub>	Appliquer la puissance d'essai à chaque pas de fréquence et apprécier l'état fonctionnel après chaque essai.	

Les essais pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A<sub>IC</sub> des CI émetteurs-récepteurs LIN standard doivent être effectués conformément au Tableau 14, et conformément au Tableau 15 pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré.

Pour chaque essai, une courbe des seuils d'immunité, prenant comme paramètre la puissance directe, doit être déterminée et documentée dans un diagramme joint au rapport d'essai.

**Tableau 14 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A<sub>IC</sub> pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard**

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Broche de connexion	Broche	Signal d'essai	Modulation RF	Filtre de bus LIN	Validation de défaillance sur brochage	
						RxD	INH <sup>b</sup>
Normal	RF1	LIN	TX1	CW, MA	aucun	X	X
				CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X	X
	RF2	V <sub>BAT</sub>		CW, MA	aucun	X	X
	RF3	Wake		CW, MA	aucun	X	X
Veille / réveil indésirable	RF1	LIN	-	CW, MA	aucun	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
				CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
	RF2	V <sub>BAT</sub>		CW, MA	aucun	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
	RF3	Wake		CW, MA	aucun	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
Veille / réveil souhaité	RF1	LIN	TX3	CW, MA	aucun	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
				CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>

X Un essai doit être effectué.

<sup>a</sup> L'évaluation dépend des fonctionnalités de l'émetteur-récepteur au niveau de la broche RxD ou de la broche INH.

<sup>b</sup> Le signal INH ou une autre fonction peut être utilisé(e), par exemple pour les system base chips.

**Tableau 15 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A<sub>IC</sub> pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré**

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Broche de connexion	Broche	Signal d'essai	Modulation RF	Filtre de bus LIN	Validation de défaillance		
						RxD (nœud 1)	Outil de surveillance de données LIN	Indication de réveil
Normal	RF1	LIN	TX1	CW, MA	aucun	X <sup>a</sup>	-	-
				CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	X <sup>a</sup>	-	-
			TX2	CW, MA	aucun	-	X <sup>b</sup>	-
				CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	-	X <sup>b</sup>	-
RF2	V <sub>BAT</sub>	CW, MA	aucun	-	X <sup>b</sup>	-		
Veille / réveil indésirable	RF1	LIN	-	CW, MA	aucun	-	-	X <sup>c</sup>
				CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	-	-	X <sup>c</sup>
	RF2	V <sub>BAT</sub>		CW, MA	aucun	-	-	X <sup>c</sup>
Veille / réveil souhaité	RF1	LIN	TX3	CW, MA	aucun	-	-	X <sup>c</sup>
				CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	-	-	X <sup>c</sup>

X Un essai doit être effectué

<sup>a</sup> évaluation de la rétroaction du DUT vers les autres communications LIN

<sup>b</sup> évaluation de la transmission du DUT pendant la communication de la trame LIN

<sup>c</sup> l'indication d'un réveil dépend des fonctionnalités de l'émetteur-récepteur LIN (par exemple, broche V<sub>BAT</sub> de consommation de courant)

Les essais pour la classe d'état fonctionnel  $C_{IC}$  ou  $D_{IC}$  doivent être effectués pour les deux types de CI émetteurs-récepteurs LIN conformément au Tableau 16.

**Tableau 16 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel  $C_{IC}$  ou  $D_{IC}$  pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard et les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré**

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif						Validation de défaillance
	Broche de connexion	Broche	Signal d'essai	Modulation RF	Filtre de bus LIN	
Normal	RF1	LIN	TX1/TX2 <sup>a</sup>	CW	$C = 2 \times 110 \text{ pF}$	RxD / outil de surveillance de données LIN <sup>a</sup>
	RF2	$V_{BAT}$	TX1/TX2 <sup>a</sup>	CW	aucun	
	RF3	Wake	TX1/TX2 <sup>a</sup>	CW	aucun	

<sup>a</sup> Le signal d'essai utilisé dépend du type d'émetteur-récepteur: TX1 pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard, TX2 pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré.

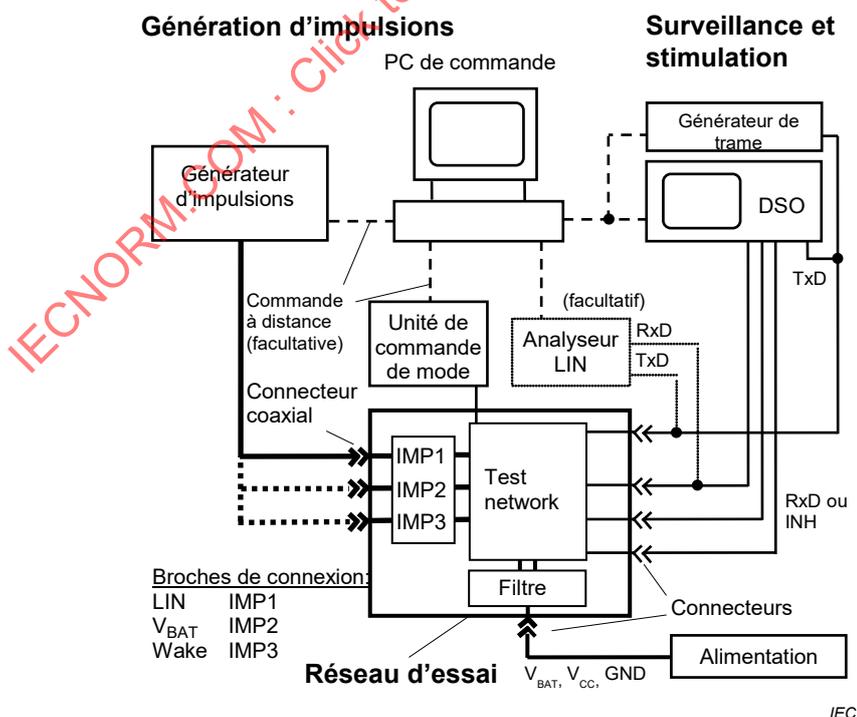
### 6.3 Immunité aux impulsions

#### 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, conformément à l'IEC 62215-3.

#### 6.3.2 Disposition d'essai

Les essais d'immunité aux impulsions de l'émetteur-récepteur doivent être effectués en appliquant la configuration donnée dans la Figure 8 avec le réseau de couplage tel que défini dans le Tableau 3.



**Figure 8 – Disposition d'essai pour les essais d'immunité aux impulsions**

Les équipements d'essai exigés sont les suivants:

- Générateur d'impulsions (conformément à l'ISO 7637-2),
- Carte d'essai,
- Générateur de trame,
- Alimentation,
- Unité de commande de mode (si possible commandée à distance via le PC),
- PC de commande (facultatif),
- Oscilloscope à stockage numérique, et
- Analyseur LIN (facultatif, pour soumettre à essai des CI avec émetteur-récepteur LIN intégré).

### 6.3.3 Mode opératoire d'essai et paramètres

Pour déterminer l'immunité de l'émetteur-récepteur aux impulsions définies dans l'ISO 7637-2, des essais basés sur les définitions et paramètres donnés dans le Tableau 17 et le Tableau 18 doivent être effectués.

**Tableau 17 – Spécifications pour les essais d'immunité aux impulsions**

Elément	Définition et paramètres
Impulsions d'essai	1, 2a, 3a, 3b (voir Tableau 18)
Incrément d'amplitude	10 V
Temps de palier	1 min pour les essais de la classe d'état fonctionnel A <sub>IC</sub> 10 min pour les essais de la classe d'état fonctionnel C <sub>IC</sub> ou D <sub>IC</sub>
Mode opératoire d'essai pour la classe d'état fonctionnel A <sub>IC</sub>	Recherche de dysfonctionnement sur un temps de palier minimal de 5 s, 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). A la tension maximale déterminée, le niveau d'immunité atteint doit être attesté par un temps de palier d'1 min. Un mode opératoire de commande optimisé peut être utilisé pour réduire la durée de l'essai. Le niveau d'immunité correspond à l'amplitude maximale n'entraînant aucun dysfonctionnement.
Mode opératoire d'essai pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel C <sub>IC</sub> ou D <sub>IC</sub>	Appliquer les impulsions d'essai définies (par exemple, celles données dans le Tableau C.1) et apprécier l'état fonctionnel après chaque essai.

**Tableau 18 – Paramètres de l'essai d'immunité aux impulsions**

Impulsion d'essai <sup>a</sup>	Vs max [V]	Fréquence de répétitions des impulsions/salves (1/t <sub>1</sub> ) Hz	Ri [Ω]	Remarques
1	-100	2	10	la batterie doit être éteinte uniquement pendant l'impulsion
2a	+75	2	2	–
3a	-150	10 000	50	–
3b	+100	10 000	50	–

<sup>a</sup> Selon l'ISO 7637-2, les amplitudes des impulsions sont définies dans des conditions de charge libres, avec des paramètres de temps de montée et de durée adaptés aux systèmes 12 V.

Les essais pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A<sub>IC</sub> des CI émetteurs-récepteurs LIN standard doivent être effectués conformément au Tableau 19 et conformément au Tableau 20 pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré.

Pour chaque essai, un niveau d'immunité aux impulsions doit être déterminé et documenté dans le rapport d'essai.

**Tableau 19 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A<sub>IC</sub> pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard**

Mode de l'émetteur-récepteur / Objectif	Broche de connexion	Broche	Signal d'essai	Filtre de bus LIN	Validation de défaillance sur brochage	
					RxD	INH <sup>b</sup>
Normal	IMP1	LIN	TX1	aucun	X	X
				C = 2 × 110 pF	X	X
	IMP2	V <sub>BAT</sub>		aucun	X	X
	IMP3	Wake		aucun	X	X
Veille / réveil indésirable	IMP1	LIN	–	aucun	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
			C = 2 × 110 pF	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	
	IMP2	V <sub>BAT</sub>	–	aucun	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
	IMP3	Wake	–	aucun	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
Veille / réveil souhaité	IMP1	LIN	TX3	aucun	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
				C = 2 × 110 pF	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>

X Un essai doit être effectué.

<sup>a</sup> L'évaluation dépend des fonctionnalités de l'émetteur-récepteur au niveau de la broche RxD ou de la broche INH.

<sup>b</sup> Le signal INH ou une autre fonction peut être utilisé, par exemple pour les system base chips.

**Tableau 20 – Essais d’immunité aux impulsions exigés pour l’évaluation de la classe d’état fonctionnel A<sub>IC</sub> pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré**

Mode de l’émetteur-récepteur / Objectif	Broche de connexion	Broche	Signal d’essai	Filtre de bus LIN	Validation de défaillance		
					RxD (nœud 1)	Outil de surveillance de données LIN	Indication de réveil
Normal	IMP1	LIN	TX1	aucun	X <sup>a</sup>	–	–
				C = 2 × 110 pF	X <sup>a</sup>	–	–
	IMP2	V <sub>BAT</sub>	TX2	aucun	–	X <sup>b</sup>	–
				C = 2 × 110 pF	–	X <sup>b</sup>	–
Veille / réveil indésirable	IMP1	LIN	–	aucun	–	–	X <sup>c</sup>
				C = 2 × 110 pF	–	–	X <sup>c</sup>
	IMP2	V <sub>BAT</sub>		aucun	–	–	X <sup>c</sup>
Veille / réveil souhaité	IMP1	LIN	TX3	aucun	–	–	X <sup>c</sup>
				C = 2 × 110 pF	–	–	X <sup>c</sup>

X Un essai doit être effectué.  
 a évaluation de la rétroaction du DUT vers les autres communications LIN  
 b évaluation de la transmission du DUT pendant la communication à la trame LIN  
 c l’indication d’un réveil dépend des fonctionnalités de l’émetteur-récepteur LIN (par exemple, broche V<sub>BAT</sub> de consommation de courant)

Les essais pour la classe d’état fonctionnel C<sub>IC</sub> ou D<sub>IC</sub> doivent être effectués pour les deux types de CI émetteurs-récepteurs LIN conformément au Tableau 21.

**Tableau 21 – Essais d’immunité aux impulsions exigés pour l’évaluation de la classe d’état fonctionnel C<sub>IC</sub> ou D<sub>IC</sub> pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard et les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré**

Mode de l’émetteur-récepteur / Objectif	Broche de connexion	Broche	Signal d’essai	Filtre de bus LIN	Validation de défaillance
					RxD / outil de surveillance de données LIN <sup>a</sup>
Normal	IMP1	LIN	TX1/TX2 <sup>a</sup>	C = 2 × 110 pF	
	IMP2	V <sub>BAT</sub>	TX1/TX2 <sup>a</sup>	aucun	
	IMP3	Wake	TX1/TX2 <sup>a</sup>	aucun	

<sup>a</sup> Le signal d’essai utilisé dépend du type d’émetteur-récepteur: TX1 pour les CI émetteurs-récepteurs LIN standard, TX2 pour les CI avec émetteur-récepteur LIN intégré.

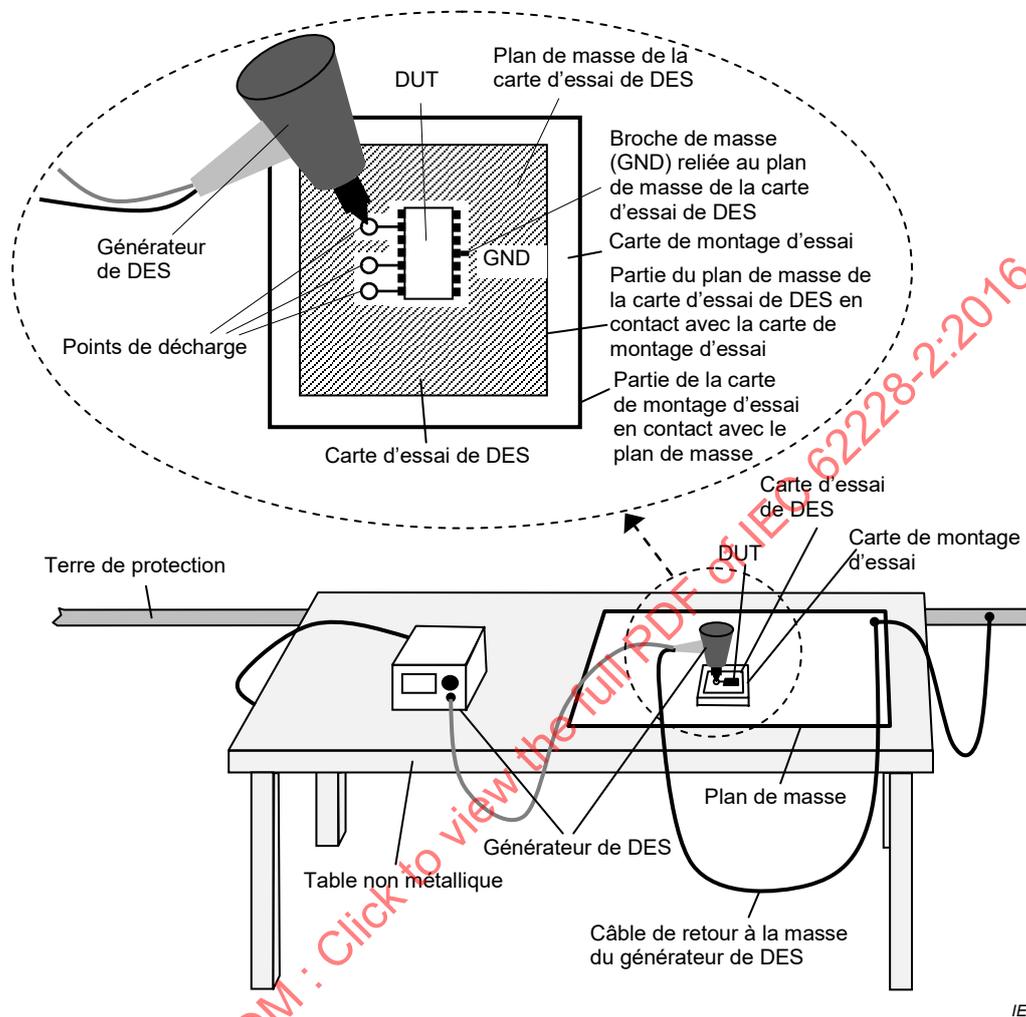
## 6.4 Décharge électrostatique

### 6.4.1 Méthode d’essai

L’essai d’immunité aux décharges électrostatiques doit être effectué en appliquant la méthode d’essai pour les décharges électrostatiques directes, conformément à l’ISO 10605.

### 6.4.2 Disposition d'essai

Les essais d'immunité aux décharges électrostatiques de l'émetteur-récepteur LIN doivent être effectués en appliquant la configuration donnée dans la Figure 9.



**Figure 9 – Disposition d'essai pour les essais de décharge électrostatique directe**

Les équipements d'essai exigés sont les suivants:

- Générateur de DES (conformément à l'ISO 10605, module de décharge au contact ( $C = 150 \text{ pF}$  et  $R = 330 \text{ } \Omega$ ),
- Carte d'essai de DES,
- Plan de masse, et
- Carte de montage d'essai.

Le plan de masse, d'une surface minimale de  $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ , doit être relié à la terre de protection du circuit électrique du laboratoire d'essai. Le câble de retour à la masse du générateur de DES doit être directement relié à ce plan de masse.

La carte de montage d'essai métallique accueille la carte d'essai de DES et relie directement le plan de masse de la carte d'essai de DES au plan de masse de référence. La connexion de masse de la carte de montage d'essai doit être connectée au plan de masse à une impédance et à une inductance faibles. Il convient que ces parties en contact représentent une surface d'au moins  $4 \text{ cm}^2$ . 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 DP1 à DP3 de la carte d'essai de DES (décrits dans l'Annexe B).

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

### 6.4.3 Mode opératoire d'essai et paramètres

Pour déterminer la résistance des CI émetteurs-récepteurs LIN aux dommages dus aux DES, des essais doivent être effectués en suivant les recommandations données dans le Tableau 22.

**Tableau 22 – Recommandations pour les essais de décharge électrostatique directe**

Elément	Paramètre
Type de décharge	Contact
Circuit de décharge	$R = 330 \Omega$ , $C = 150 \text{ pF}$
Niveaux de tension de décharge	niveau de départ 1 kV niveau d'arrêt $V_{\text{ESD\_dommage}}$ ou 25 kV
Incréments de la tension de décharge	Incréments d'1 kV jusqu'à $V_{\text{ESD}} = 15 \text{ kV}$ , incrément de 5 kV au-delà de $V_{\text{ESD}} = 15 \text{ kV}$
Mode opératoire d'essai	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) mesure de référence du signal LIN en mode fonctionnel normal (le DUT émet) et de la caractéristique I-V de toutes les broches à soumettre à essai (essai de mise à la terre)</li> <li>2) 3 impulsions de DES de polarité positive sur le point de décharge DP2 (<math>V_{\text{BAT}}</math>) avec une temporisation de 5 s entre chacune des impulsions; après chaque impulsion de DES, la broche ou le point de décharge doit être déchargé à la terre afin de garantir un potentiel nul avant la prochaine impulsion de DES</li> <li>3) validation de défaillance</li> <li>4) répéter les points 2) à 3) pour le point de décharge DP3 (Wake)</li> <li>5) répéter les points 2) à 3) pour le point de décharge DP1 (LIN)</li> <li>6) répéter les points 2) à 5) avec des impulsions de DES de polarité négative</li> <li>7) répéter les points 2) à 6) avec la tension d'essai de DES immédiatement supérieure, jusqu'à endommager la broche soumise à essai</li> </ol> <p>Si une broche est endommagée, il convient d'utiliser un nouveau CI pour poursuivre l'essai des autres broches.</p>
Validation de défaillance	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) évaluation de la caractéristique I-V conformément à 5.5.3</li> <li>b) essai fonctionnel supplémentaire à chaque niveau de tension d'essai: Évaluation du signal LIN. L'écart maximal autorisé par rapport au signal de référence doit être inférieur à 5 %.</li> </ol>

## 7 Rapport d'essai

Il convient de faire figurer les informations suivantes dans le rapport d'essai:

- diagramme de principe des configurations d'essai;
- critères de défaillance sur les essais d'immunité;
- photographie ou schéma des cartes d'essai;
- caractéristiques de transfert des réseaux de couplage et de découplage;
- description du matériel d'essai;