IEC 63244-1

Edition 1.0 2021-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Semiconductor devices – Semiconductor devices for wireless power transfer and charging – Part 1: General requirements and specifications

Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs à semiconducteurs pour le transfert de puissance et la charge sans fil – Partie 1: Exigences et spécifications générales

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-1023-2

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms, definitions and symbols 8
3.1 Terms and definitions 8
3.1.1 General terminology 8
3.1.2 Terminology for near-field based wireless power transfer 9
3.1.3 Terminology for far-field based wireless power transfer 10
3.2 Symbols and abbreviated terms 11
4 Classification 12
5 Test items for reliability 14
5.1 General 14
5.2 IP rating 14
5.3 Temperature test 15
5.4 Humidity test 15
5.5 Mechanical impact and vibration test 15
5.6 EMC test 15
5.6.1 General 15
5.6.2 Electromagnetic immunity 15
5.6.3 Electromagnetic emission 15
6 Performance evaluation items 16
6.1 Efficiency 16
6.1.1 General 16
6.1.2 Block diagram for efficiency analysis 16
6.1.3 Component-level efficiency 17
6.1.4 Module-level efficiency 20
6.1.5 System-level power transfer efficiency 22
6.2 Evaluation components in PTx and PRx 23
6.2.1 General 23
6.2.2 Rectifier and ripple smoothing circuit 23
6.2.3 DC to DC converter 26
6.2.4 Inverter 27
6.2.5 Variable gain amplifier (VGA) 29
Annex A (informative) Field regions for electromagnetically short antenna 32
Bibliography 33

Figure 1 – Classification of WET technologies 13
Figure 2 – Example of reliability test conditions and items 14
Figure 3 – Block diagram for efficiency analysis of MF WPT system 16
Figure 4 – Block diagram for efficiency analysis of EMW WPT system 16
Figure 5 – Measurement setup for AC to DC converting efficiency or rectifying efficiency 18
Figure 6 – Measurement setup for DC to DC converting efficiency 19
Figure 7 – Measurement setup for DC to AC converting efficiency 20

Figure 8 – Measurement setup for coupling efficiency between transmitting and receiving coils 21
Figure 9 – Measurement setup for power transfer efficiency between power transmitting and receiving antennas 22
Figure 10 – Semiconductor components in PTx and PRx 23
Figure 11 – Half-wave rectifier and input/output waveform 25
Figure 12 – Full-wave rectifier and input/output waveform 26
Figure 13 – Diode- bridge rectifier and RC smoothing circuits 26
Figure 14 – Example of step down converter (Buck converter) and step up converter (Boost converter) 27
Figure 15 – Example of equivalent circuit and square AC output signal 28
Figure 16 – Block diagram of VGA 29
Figure 17 – 3 dB bandwidth 30
Figure 18 – P1dB, MDS and dynamic input range of a variable gain amplifier 30
Figure A.1 – Field regions for electromagnetically short antenna 32

Table 1 – Letter symbols and abbreviated terms 12
Table 2 – Example of blank specifications: classification of wireless power transfer methods and distance according to products and power consumption 13
Table 3 – Example of blank specifications of a rectifier diode 24
Table 4 – Example of blank specifications of a step- down DC-to-DC converter 27
Table 5 – Example of blank specifications of an inverter used for MF WPT 28

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SEMICONDUCTOR DEVICES – SEMICONDUCTOR DEVICES FOR WIRELESS POWER TRANSFER AND CHARGING –

Part 1: General requirements and specifications

FOREWORD

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

IEC 63244-1 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
47/2706/FDIS	47/2723/RVD

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

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

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all the parts in the IEC 63244 series, published under the general title *Semiconductor devices – Semiconductor devices for wireless power transfer and charging*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

The IEC 63244 series is planned to comprise the following parts:

- IEC 63244-1: Semiconductor devices – Semiconductor devices for wireless power transfer and charging – Part 1: General requirements and specifications
- IEC 63244-2: Semiconductor devices – Semiconductor devices for wireless power transfer and charging – Part 2: Far-field based wireless power transfer – Electromagnetic-wave based wireless power transfer
- IEC 63244-3-1: Semiconductor devices – Semiconductor devices for wireless power transfer and charging – Part 3-1: Near-field based wireless power transfer – Magnetic-field based wireless power transfer
- IEC 63244-3-2: Semiconductor devices – Semiconductor devices for wireless power transfer and charging – Part 3-2: Near-field based wireless power transfer – Electric-field based wireless power transfer

The standardization bodies for wireless power transfer and charging technologies is as follow:

1) Wireless power consortium (WPC): Wireless power consortium covers MF WPT technology such as inductive WPT and magnetic resonance WPT. WPC has Qi certification process to ensure the safety and quality.
2) AirFuel alliance: AirFuel alliance covers NF WPT technology such as resonant mode of magnetic-field based wireless power transfer. And also, AirFuel alliance is working on FF WPT technology such as electromagnetic-wave based wireless power transfer. AirFuel alliance has Rezence certification process for resonant mode of MF WPT to ensure the safety and quality. AirFuel alliance was formed by the merge of Alliance for Wireless Power (A4WP) and Power Matters Alliance (PMA) in 2015.

SEMICONDUCTOR DEVICES – SEMICONDUCTOR DEVICES FOR WIRELESS POWER TRANSFER AND CHARGING –

Part 1: General requirements and specifications

1 Scope

This part of IEC 63244 provides general requirements and specifications of the semiconductor devices for the performance and reliability evaluations of wireless power transfer and charging systems. For the performance evaluations, this part covers various characterization parameters and symbols, general system diagrams, and test setups and test conditions.

This document also describes classifications of the wireless power transfer technologies.

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 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 + 12 h cycle)*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60749-10, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 10: Mechanical shock*

IEC 61967-2, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 2: Measurement of radiated emissions – TEM cell and wideband TEM cell method*

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

IEC 61967-8, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions – Part 8: Measurement of radiated emissions – IC stripline method*

IEC 62132-2, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity – Part 2: Measurement of radiated immunity – TEM cell and wideband TEM cell method*

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

IEC 62132-8, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity – Part 8: Measurement of radiated immunity – IC stripline method*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

IEC 62969-2:2018, *Semiconductor devices – Semiconductor interface for automotive vehicles – Part 2: Efficiency evaluation methods of wireless power transmission using resonance for automotive vehicles sensors*

IEC CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 36
INTRODUCTION 38
1 Domaine d'application 39
2 Références normatives 39
3 Termes, définitions et symboles 40
3.1 Termes et définitions 40
3.1.1 Terminologie générale 40
3.1.2 Terminologie pour le transfert de puissance sans fil en champ proche 41
3.1.3 Terminologie pour le transfert de puissance sans fil en champ lointain 43
3.2 Symboles et termes abrégés 44
4 Classification 44
5 Éléments d'essai de fiabilité 46
5.1 Généralités 46
5.2 Indice de protection 47
5.3 Essai de température 47
5.4 Essai d'humidité 47
5.5 Essai d'impact et de vibration mécaniques 47
5.6 Essai CEM 47
5.6.1 Généralités 47
5.6.2 Immunité électromagnétique 47
5.6.3 Émission électromagnétique 48
6 Éléments d'évaluation des performances 48
6.1 Rendement 48
6.1.1 Généralités 48
6.1.2 Schéma de principe pour l'analyse du rendement 48
6.1.3 Rendement au niveau des composants 49
6.1.4 Rendement au niveau des modules 52
6.1.5 Rendement du transfert de puissance au niveau du système 55
6.2 Composants d'évaluation du PTx et du PRx 55
6.2.1 Généralités 55
6.2.2 Circuit redresseur et de filtrage d'ondulations 56
6.2.3 Convertisseur continu-continu 58
6.2.4 Onduleur 59
6.2.5 Amplificateur à gain variable (VGA) 61
Annexe A (informative) Régions de champs pour les antennes à ondes électromagnétiques courtes 64
Bibliographie 65

Figure 1 – Classification des techniques WET 45
Figure 2 – Exemple de conditions et d'éléments d'essai de fiabilité 46
Figure 3 – Schéma de principe pour l'analyse du rendement d'un système MF WPT 48
Figure 4 – Schéma de principe pour l'analyse du rendement d'un système EMF WPT 49
Figure 5 – Montage de mesure du rendement de conversion ou du rendement de redressement de la tension alternative en tension continue 50
Figure 6 – Montage de mesure du rendement de conversion continu-continu 51

Figure 7 – Montage de mesure du rendement de conversion continu-alternatif 52
Figure 8 – Montage de mesure pour le rendement du couplage entre les bobines d'émission et de réception 53
Figure 9 – Montage de mesure pour le rendement du transfert de puissance entre les antennes d'émission et de réception de puissance 54
Figure 10 – Composants à semiconducteurs du PTx et du PRx 56
Figure 11 – Redresseur demi-onde et forme d'onde d'entrée/sortie 57
Figure 12 – Redresseur pleine-onde et forme d'onde d'entrée/sortie 58
Figure 13 – Pont redresseur à diode et circuits de filtrage RC 58
Figure 14 – Exemple de convertisseur abaisseur de tension et de convertisseur élévateur 59
Figure 15 – Exemple de circuit équivalent et de signal de sortie alternatif à onde carrée 60
Figure 16 – Schéma de principe du VGA 61
Figure 17 – Largeur de bande de 3 dB 62
Figure 18 – P1dB, MDS et plage dynamique d'entrée d'un amplificateur à gain variable 62
Figure A.1 – Régions de champs pour les antennes à ondes électromagnétiques courtes 64

Tableau 1 – Symboles littéraux et termes abrégés 44
Tableau 2 – Exemple de spécifications-cadres: classification des méthodes et de la distance de transfert de puissance sans fil selon les produits et la puissance consommée 45
Tableau 3 – Exemple de spécifications-cadres d'une diode de redressement 56
Tableau 4 – Exemple de spécifications-cadres d'un convertisseur continu-continu abaisseur de tension 59
Tableau 5 – Exemple de spécifications-cadres d'un onduleur utilisé pour le MF WPT 61

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS POUR LE TRANSFERT DE PUISSANCE ET LA CHARGE SANS FIL –

Partie 1: Exigences et spécifications générales

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 63244-1 a été élaborée par le comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
47/2706/FDIS	47/2723/RVD

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

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

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63244, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs - Dispositifs à semiconducteurs pour le transfert de puissance et la charge sans fil*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

INTRODUCTION

Il est prévu que la série 63244 comprenne les parties suivantes:

- IEC 63244-1: Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs à semiconducteurs pour le transfert de puissance et la charge sans fil – Partie 1: Exigences et spécifications générales;
- IEC 63244-2: Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs à semiconducteurs pour le transfert de puissance et la charge sans fil – Partie 2: Transfert de puissance sans fil en champ lointain – Transfert de puissance sans fil par ondes électromagnétiques;
- IEC 63244-3-1: Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs à semiconducteurs pour le transfert de puissance et la charge sans fil – Partie 3-1: Transfert de puissance sans fil en champ proche – Transfert de puissance sans fil en champ magnétique;
- IEC 63244-3-2: Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs à semiconducteurs pour le transfert de puissance et la charge sans fil – Partie 3-2: Transfert de puissance sans fil en champ proche – Transfert de puissance sans fil en champ électrique.

Les organismes de normalisation pour les techniques de transfert de puissance et de charge sans fil sont les suivants:

1) Wireless power consortium (WPC): Cet organisme traite de la technique de transfert de puissance sans fil en champ magnétique telle que le transfert de puissance sans fil par induction et par résonance magnétique. Le WPC applique le processus de certification Qi pour assurer la sécurité et la qualité;
2) AirFuel alliance: Cet organisme traite de la technique de transfert de puissance sans fil en champ proche telle que le mode à résonance du transfert de puissance sans fil en champ magnétique. AirFuel alliance étudie également la technique de transfert de puissance sans fil en champ lointain telle que le transfert de puissance sans fil par ondes électromagnétiques. AirFuel alliance applique le processus de certification Rezence pour le mode à résonance du transfert de puissance sans fil en champ magnétique pour assurer la sécurité et la qualité. AirFuel alliance est né de la fusion en 2015 de Alliance for Wireless Power (A4WP) et de Power Matters Alliance (PMA).

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS POUR LE TRANSFERT DE PUISSANCE ET LA CHARGE SANS FIL –

Partie 1: Exigences et spécifications générales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63244 fournit des exigences et des spécifications générales des dispositifs à semiconducteurs pour les évaluations de fonctionnement et de fiabilité des systèmes de transfert de puissance et de charge sans fil. Dans le cas des évaluations de fonctionnement, la présente partie couvre différents paramètres et symboles de caractérisation, différents schémas de réseaux généraux, ainsi que différents montages et conditions d'essai.

Le présent document décrit également des classifications des techniques de transfert de puissance sans fil.

2 Références normatives

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

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60749-10, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 10: Chocs mécaniques*

IEC 61967-2, *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques 150 kHz à 1 GHz – Partie 2: Mesure des émissions rayonnées – Méthode de cellule TEM et cellule TEM à large bande*

IEC 61967-4, *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques – Partie 4: Mesure des émissions conduites – Méthode par couplage direct 1 Ω/150 Ω*

IEC 61967-8, *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques – Partie 8: Mesure des émissions rayonnées – Méthode de la ligne TEM à plaques (stripline) pour CI*

IEC 62132-2, *Circuits intégrés – Mesure de l'immunité électromagnétique – Partie 2: Mesure de l'immunité rayonnée – Méthode de cellule TEM et cellule TEM à large bande*

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 62132-8, *Circuits intégrés – Mesure de l'immunité électromagnétique – Partie 8: Mesure de l'immunité rayonnée – Méthode de la ligne TEM à plaques pour circuit intégré*

IEC 62262, *Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK)*

IEC 62969-2:2018, *Dispositifs à semiconducteurs – Interface à semiconducteurs pour les véhicules automobiles – Partie 2: Méthodes d'évaluation du rendement de la transmission d'énergie sans fil par résonance pour les capteurs de véhicules automobiles*

IEC CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*