IEC 62228-7

Edition 2.0 2026-07

NORME INTERNATIONALE

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

ICS 31.200

ISBN 978-2-8327-1286-3

IEC 62228-7:2026-07(fr)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2026 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch
Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 5
1 Domaine d'application 7
2 Références normatives 7
3 Termes, définitions et termes abrégés 8
3.1 Termes et définitions 8
3.2 Termes abrégés 8
4 Généralités 9
5 Conditions d'essai et conditions de fonctionnement 11
5.1 Conditions d'alimentation et conditions ambiantes 11
5.2 Modes de fonctionnement pour l'essai 12
5.3 Configuration d'essai 12
5.3.1 Configuration d'essai générale pour les essais fonctionnels 12
5.3.2 Configuration d'essai générale pour l'essai de DES sur dispositif non alimenté 13
5.3.3 Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais fonctionnels 13
5.3.4 Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais de DES sur dispositif non alimenté 15
5.3.5 Alimentation avec réseau de découplage 15
5.4 Signaux d'essai 16
5.4.1 Généralités 16
5.4.2 Signaux d'essai pour le mode fonctionnel normal 16
5.4.3 Signal d'essai pour la phase de réveil du mode veille 18
5.5 Critères d'évaluation 19
5.5.1 Généralités 19
5.5.2 Critères d'évaluation dans les modes fonctionnels durant l'exposition aux perturbations 19
5.5.3 Critères d'évaluation en mode passif après exposition aux perturbations 21
5.5.4 Classes d'état 22
6 Essai et mesure 22
6.1 Émission de perturbations radioélectriques 22
6.1.1 Méthode d'essai 22
6.1.2 Montage d'essai 22
6.1.3 Mode opératoire d'essai et paramètres 23
6.2 Immunité aux perturbations radioélectriques 24
6.2.1 Méthode d'essai 24
6.2.2 Montage d'essai 24
6.2.3 Mode opératoire d'essai et paramètres 26
6.3 Immunité aux impulsions 28
6.3.1 Méthode d'essai 28
6.3.2 Montage d'essai 28
6.3.3 Mode opératoire d'essai et paramètres 30
6.4 Décharge électrostatique (DES) 32
6.4.1 Méthode d'essai 32
6.4.2 Montage d'essai 32
6.4.3 Mode opératoire d'essai et paramètres 34
7 Rapport d'essai 34

Annexe A (normative) Circuits d'essai CXPI 35
A.1 Généralités 35
A.2 Circuit d'essai CXPI pour les essais fonctionnels sur des CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type A 35
A.3 Circuit d'essai CXPI pour les essais fonctionnels sur des CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type B 38
A.4 Circuit d'essai CXPI pour les essais fonctionnels sur des CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré 40
A.5 Circuit d'essai CXPI pour essai de DES sur dispositif non alimenté sur un CI émetteur-récepteur CXPI standard du type A 43
A.6 Circuit d'essai CXPI pour essai de DES sur dispositif non alimenté sur un CI émetteur-récepteur CXPI standard du type B 43
Annexe B (normative) Cartes à circuits d'essai 45
B.1 Cartes à circuits d'essai pour les essais fonctionnels 45
B.2 Essai de DES 46
Annexe C (informative) Exemples de limites d'essai pour les émetteurs-récepteurs CXPI dans les applications automobiles 47
C.1 Généralités 47
C.2 Émission de perturbations radioélectriques 47
C.3 Immunité aux perturbations radioélectriques 48
C.4 Immunité aux impulsions 49
C.5 Décharge électrostatique (DES) 50
Annexe D (informative) Exemple de réglage pour les signaux d'essai 51
Annexe E (informative) Points à consigner pour la mesure de l'immunité aux impulsions pour la classe d'état fonctionnel A_{CI} 53
E.1 Généralités 53
E.2 Points à consigner lors de l'essai Impulsion 1 53
Bibliographie 55

Figure 1 – Vue d'ensemble des sous-couches PHY et types d'émetteurs-récepteurs CXPI 10
Figure 2 – Configuration d'essai générale pour les essais dans les modes fonctionnels 12
Figure 3 – Configuration d'essai générale pour l'essai de DES sur dispositif non alimenté 13
Figure 4 – Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais fonctionnels 14
Figure 5 – Ports de couplage et réseaux de couplage pour les essais de DES sur dispositif non alimenté 15
Figure 6 – Types de signaux d'essai pour les circuits intégrés émetteurs-récepteurs CXPI standard de type A 17
Figure 7 – Types de signaux d'essai pour les circuits intégrés d'émetteur-récepteurs CXPI standard de type B 18
Figure 8 – Types de signaux de réveil pour les circuits intégrés émetteurs-récepteurs CXPI standard 19
Figure 9 – Schéma de principe de l'écart maximal sur une caractéristique I-V 22
Figure 10 – Montage d'essai pour la mesure des perturbations radioélectriques 23
Figure 11 – Montage d'essai pour les essais DPI 25
Figure 12 – Montage d'essai pour les essais d'immunité aux impulsions 29
Figure 13 – Montage d'essai pour les essais de DES directe 33

Figure A.1 – Schéma général du circuit du réseau d'essai des CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type A pour les essais fonctionnels 37
Figure A.2 – Schéma général du circuit du réseau d'essai des CI émetteurs-récepteurs CXPI standard du type B pour les essais fonctionnels 39
Figure A.3 – Schéma général du circuit du réseau d'essai des CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré pour les essais fonctionnels utilisant un CI émetteur-récepteur CXPI standard du type A comme Nœud 1 41
Figure A.4 – Schéma général du circuit du réseau d'essai des CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré pour les essais fonctionnels utilisant un CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré comme Nœud 1 42
Figure A.5 – Schéma général du circuit pour l'essai de DES directe sur les émetteurs-récepteurs CXPI en mode passif 43
Figure A.6 – Schéma général du circuit d'essai pour l'essai de DES directe sur les émetteurs-récepteurs CXPI standard du type B en mode passif 44
Figure B.1 – Exemple d'interconnexions de CI du signal CXPI 45
Figure B.2 – Exemple de carte d'essai de DES pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI 46
Figure C.1 – Exemple de limites pour les émissions radioélectriques – CXPI 47
Figure C.2 – Exemple de limites pour les émissions radioélectriques – VBAT 47
Figure C.3 – Exemple de limites pour l'immunité aux perturbations radioélectriques, pour la classe d'état fonctionnel A_{CI} – CXPI 48
Figure C.4 – Exemple de limites pour l'immunité aux perturbations radioélectriques, pour la classe d'état fonctionnel A_{CI} – VBAT 48
Figure C.5 – Exemple de limites pour l'immunité aux perturbations radioélectriques, pour les classes d'état fonctionnel C_{CI} ou D_{CI} – CXPI 49
Figure C.6 – Exemple de limites pour l'immunité aux perturbations radioélectriques, pour les classes d'état fonctionnel C_{CI} ou D_{CI} – VBAT 49
Figure D.1 – Exemple de réglage de signal pour les émetteurs-récepteurs standard du type A avec une configuration à deux émetteurs-récepteurs 51
Figure D.2 – Exemple de réglage de signal pour les émetteurs-récepteurs standard du type B avec une configuration à deux émetteurs-récepteurs 52
Figure E.1 – Relation entre l'Impulsion 1 de l'ISO 7637-2 et l'alimentation VBAT de l'émetteur-récepteur 53
Figure E.2 – Image de l'alimentation VBAT de l'émetteur-récepteur lorsque le temps t_2 est raccourci 54

Tableau 1 – Types pour émetteur-récepteur CXPI 9
Tableau 2 – Vue d'ensemble des mesures et essais exigés 10
Tableau 3 – Conditions d'alimentation et conditions ambiantes pour le fonctionnement 11
Tableau 4 – Définition des ports de couplage et des composants des réseaux de couplage pour les essais fonctionnels 14
Tableau 5 – Définitions des ports de couplage pour les essais de DES sur dispositif non alimenté 15
Tableau 6 – Signal d'essai de communication TX1 16
Tableau 7 – Signal d'essai de communication TX2 17
Tableau 8 – Signal d'essai de communication TX3 18
Tableau 9 – Signal d'essai de réveil TX4 19
Tableau 10 – Critères d'évaluation pour les émetteurs-récepteurs standard du type A dans les modes fonctionnels 20

Tableau 11 – Critères d'évaluation pour les émetteurs-récepteurs standard du type B dans les modes fonctionnels 20
Tableau 12 – Critères d'évaluation pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré dans les modes fonctionnels 21
Tableau 13 – Paramètres pour les mesures des émissions 24
Tableau 14 – Réglages des équipements de mesure des émissions radioélectriques 24
Tableau 15 – Spécifications pour les essais DPI 26
Tableau 16 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A_{CI} pour les émetteurs-récepteurs standard du type A 27
Tableau 17 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A_{CI} pour les émetteurs-récepteurs standard du type B 27
Tableau 18 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A_{CI} pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré 28
Tableau 19 – Essais DPI exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel C_{CI}, $D1_{CI}$ ou $D2_{CI}$ pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard et les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré 28
Tableau 20 – Spécifications pour les essais d'immunité aux impulsions 30
Tableau 21 – Paramètres des essais d'immunité aux impulsions 30
Tableau 22 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A_{CI} pour les émetteurs-récepteurs standard du type A 31
Tableau 23 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A_{CI} pour les émetteurs-récepteurs standard du type B 31
Tableau 24 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel A_{CI} pour les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré 31
Tableau 25 – Essais d'immunité aux impulsions exigés pour l'évaluation de la classe d'état fonctionnel C_{CI}, $D1_{CI}$ ou $D2_{CI}$ pour les CI émetteurs-récepteurs CXPI standard et les CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré 32
Tableau 26 – Spécifications pour les essais de DES directe 34
Tableau B.1 – Paramètres de la carte à circuits d'essai de DES 46
Tableau C.1 – Exemple de limites pour l'immunité aux impulsions pour la classe d'état fonctionnel C_{CI} ou D_{CI} 49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

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

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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse https://patents.iec.ch. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

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

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2022. Cette édition constitue une révision technique.

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

a) modification des termes et définitions de l'émetteur-récepteur de "principal" à "de commande" et de "subordonné" à "de réponse" en 3.1.5 et 3.1.6,

b) modification de la configuration d'essai pour l'émetteur-récepteur intégré en 5.3.1 et ajout dans la Figure A.4 en conséquence,

c) modification de la définition du signal d'essai TX2 pour l'émetteur-récepteur de type B en 5.4.2,

d) ajout d'exemples de limites d'essai à l'Annexe C.

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

Projet	Rapport de vote
47A/1180/CDV	47A/1195/RVC

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.

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

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 ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera:

– reconduit,

– supprimé, ou

– révisé.

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62228 spécifie les méthodes d'essai et de mesure pour l'évaluation de la compatibilité électromagnétique (CEM) des circuits intégrés émetteurs-récepteurs CXPI placés en réseau. Elle définit les configurations d'essai, les conditions d'essai, les signaux d'essai, les critères de défaillance, les modes opératoires d'essai, les montages d'essai et les cartes d'essai. La présente spécification s'applique aux circuits intégrés émetteurs-récepteurs CXPI standard et aux circuits intégrés avec émetteur-récepteur CXPI intégré, et couvre

– l'émission de perturbations radioélectriques,
– l'immunité aux perturbations radioélectriques,
– l'immunité aux transitoires électriques,
– l'immunité aux décharges électrostatiques (DES).

2 Références normatives

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

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

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

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

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

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

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

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

ISO 10605, *Véhicules routiers - Méthodes d'essai des perturbations électriques provenant de décharges électrostatiques* (disponible en anglais seulement)

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

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

EIA-198-1, *Ceramic Dielectric Capacitors Classes I, II, III, and IV - Part 1: Characteristics and Requirements* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions et termes abrégés

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

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

– IEC Electropedia: disponible à l'adresse https://www.electropedia.org/

– ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

3.1 Termes et définitions

3.1.1
broche externe
broche qui transporte un signal ou une puissance qui entre ou sort de la carte d'application sans composant actif interposé

3.1.2
CI émetteur-récepteur CXPI standard
émetteur-récepteur CXPI indépendant conforme à l'ISO 20794-4, ou circuit intégré (CI) avec étage interne émetteur-récepteur CXPI avec accès aux signaux RXD et TXD CXPI

3.1.3
CI avec émetteur-récepteur CXPI intégré
CI avec étage interne émetteur-récepteur CXPI intégré et avec gestionnaire de protocole CXPI intégré, avec ou sans accès aux signaux RXD et TXD CXPI

3.1.4
composants obligatoires
composants nécessaires au fonctionnement correct du CI comme spécifié par son fabricant

3.1.5
nœud de commande
nœud qui assure la gestion de l'horaire (y compris la transmission du ReqTypeId), l'horloge primaire et, éventuellement, la gestion de la transmission des messages de veille

3.1.6
nœud de réponse
nœud autre que le nœud de commande connecté au réseau CXPI

3.1.7
ReqTypeId
identifiant du type de requête, paramètre qui permet la méthode d'interrogation pour des données de mesure et/ou des données de commande dédiées

3.2 Termes abrégés

ASSP application specific standard product (composant standard pour application spécifique)

CRC contrôle par redondance cyclique

CXPI clock extension peripheral interface (interface périphérique d'extension d'horloge)

DLL data link layer (couche liaison de données)

EN enable (activation)

FI frame information (information de trame)

IBS inter byte space (espace interoctets)