IEC 63455

Edition 1.0 2025-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Multimedia systems and equipment – Multimedia signal transmission – Dependable line code with error correction

Systèmes et équipements multimédias – Transmission de signaux multimédias – Code en ligne fiable avec capacité de correction d'erreurs

ICS 33.160.60, 35.110

ISBN 978-2-8327-0384-7

IEC 63455:2025-05(en-fr)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2025 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch
Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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

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

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch
Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, 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.

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 3
INTRODUCTION 5
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms, definitions and abbreviated terms 7
3.1 Terms and definitions 7
3.2 Abbreviated terms 8
4 4b/10b line code 8
4.1 Overview 8
4.2 Embedded clock 9
4.3 DC balance 9
4.4 Error detection and error correction 9
4.5 4b/10b data coding 10
4.6 4b/10b control code coding 10
4.7 4b/10b coding 11
4.8 Decoding and error handling 11
4.8.1 Decoding scheme 11
4.8.2 No error 11
4.8.3 1-bit error 11
4.8.4 2-bit error 11
4.8.5 Over 3-bit errors 11
4.8.6 Decoder 12
Annex A (informative) Characteristics of embedded clock 13
Annex B (informative) Characteristics of DC balance 14
Annex C (informative) An example implementation of a decoder 15
Annex D (informative) Examples of K codes usage 21
Bibliography 22

Figure 1 – Communications among sensor networks and wearable devices 6

Table 1 – The 4b/10b coding table 10
Table A.1 – An example of the length of consecutive 0s or 1s in case of a 1-bit error 13
Table B.1 – An example of the equality of the number of 0s and 1s in a consecutive 10-bit window 14
Table C.1 – An example of decoding in the case of no error 16
Table C.2 – An example of decoding in the case of a 1-bit error 17
Table C.3 – An example of decoding in the case of a 2-bit error 18
Table C.4 – An example of decoding in the case of a 3-bit error 19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT – MULTIMEDIA SIGNAL TRANSMISSION – DEPENDABLE LINE CODE WITH ERROR CORRECTION

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 63455 has been prepared by Technical Area 18: Multimedia home systems and applications for end-user networks, of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
100/4289/FDIS	100/4318/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/publications.

In this document, the following print types are used:

- **bold type: error bits.**

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

INTRODUCTION

This document defines a line code with error correction to ensure dependable communication. Several complex machines, such as IoT devices, wearable devices, sensor networks, robotics, and spacecraft, have a growing demand for distributed processing. In addition, modernizing facilities such as factories, offices, schools, and homes creates a ubiquitous and multimedia computing environment. Unlike conventional PC applications for documentation and Internet applications that exchange texts without time constraints, these types of cooperative computing require reliable real-time responses to physical events occurring in the real world that can be noisy. For distributed nodes to cooperate in real-time, an interconnecting network realizes dependable real-time communication without re-transmission in noisy environments. As a dependable line code with error correction for such reliable real-time communications, the 4b/10b provides an embedded clock, DC (direct current) balance, error detection, and error correction capabilities at a time.

"Real-time" means that the exactness of the system, including computation and communication, depends not only on the result but also on the time taken to achieve the result. In a narrow sense, "real-time" means that the time constraints, including deadlines or periods, are met. A line code is the lowest-level communication protocol on a communication line. Most current line codes have typical functions, including the embedded clock, DC balance, and basic error detection. The 8b/10b line code [1][1] is a major example, which is used for USB 3.0 [2], Serial ATA [3], and PCI Express 2.0 [4]. However, no conventional line code has an error correction capability. In the case of the 8b/10b line code, when one bit of an encoded code (a 10b code) is inverted during communication, the multi bits of the decoded code (the 8b code) are inverted. In other words, when a single-bit error occurs in an encoded 10-bit code, the decoded 8-bit code (a byte) is completely corrupted.

When the decoder detects an error, the corrupted data is generally re-transmitted under an upper-level communication protocol. However, the re-transmission scheme is unsuitable for real-time communication because the WCRT cannot be obtained. Therefore, the forward error correction scheme against the bit error is required for real-time communication. However, even if a one-bit error occurs in the encoded line code, multiple bits of the decoded code are inverted at the receiver, so it is difficult to use a bit-error correction code, such as Hamming code or BCH code, as an error correction code.

To correct an error at the receiver side, it has been necessary to use a block-level error correction code such as RS (Reed Solomon) code in a large block unit at the subsequent stage. In this scheme, error correction can only be performed if all packets are received, and latency becomes long. Therefore, this scheme is also unsuitable for real-time communication. The line code with error correction is desirable for reliable and low-latency real-time communication.

The 4b/10b line code is designed so that the following functions necessary for dependable real-time communication, which could not be performed at a time by conventional line codes, can be achieved by a single line code:

a) embedded clock,

b) DC balance,

c) error detection, and

d) error correction

---

1 Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

The 4b/10b line code is designed for highly reliable digital communications among sensor networks, wearable devices, robots, etc. Even in extremely noisy environments where communication cannot be performed by a conventional line code, such as the 8b/10b line code, communication can be performed using the 4b/10b line code. Since communication errors can be corrected per hop by hop using the 4b/10b line code and error correction latency becomes short, the 4b/10b line code is suitable for reliable real-time communications.

Moreover, the 4b/10b line code is designed to have high affinity with the 8b/10b line code, which is one of the most popular line codes. All 10b codes of the 4b/10b line code are fully included in the 10b codes of the 8b/10b line code. For example, more reliable communication can be achieved by changing the line code from 8b/10b to 4b/10b.

Sensor networks and wearable device communications are typical target applications, as shown in Figure 1, since the 4b/10b line code is specially designed for reliable real-time communications in noisy environments. Many sensors, actuators, and IoT devices are connected via sensor networks, whose cables are inexpensive and affected by external noises. Error-free real-time communications are required to realize these distributed real-time systems. Although the 4b/10b line code has error detection and error correction functions, it can be implemented by small-scale hardware. Since re-transmission at the upper communication layer is unnecessary, communication latency becomes short, which is especially suitable for wearable devices and sensor networks.

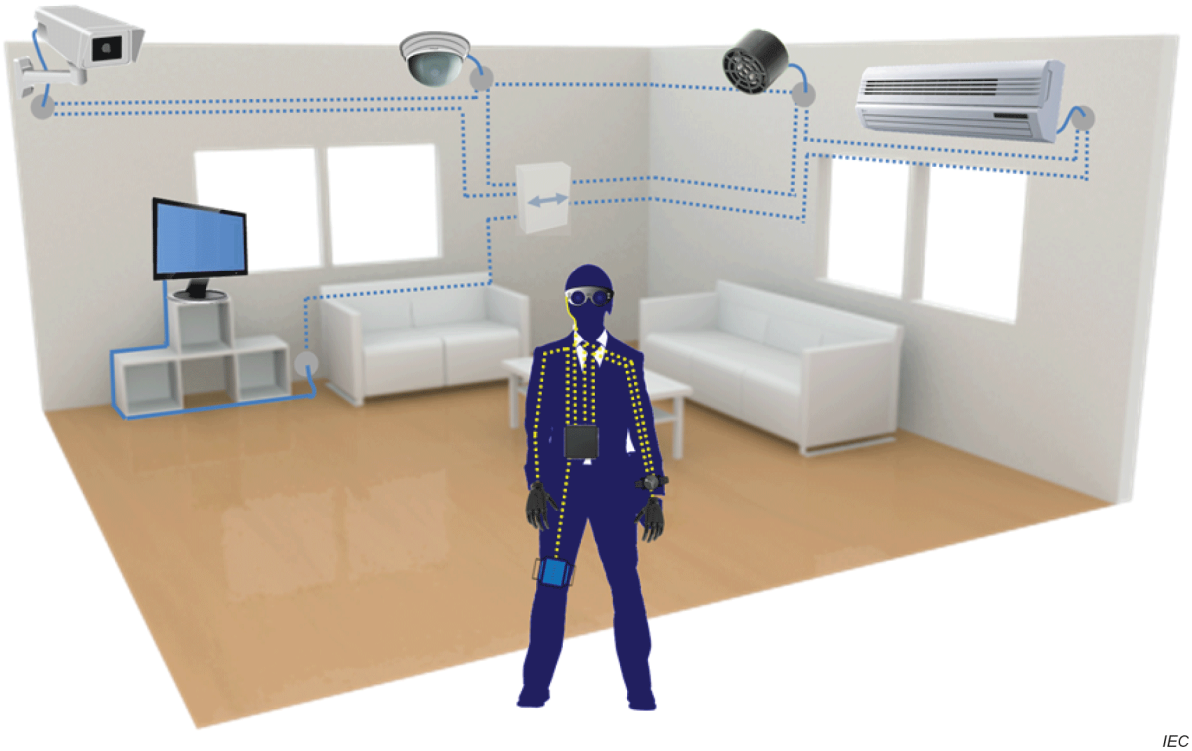


Figure 1 – Communications among sensor networks and wearable devices

MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT – MULTIMEDIA SIGNAL TRANSMISSION – DEPENDABLE LINE CODE WITH ERROR CORRECTION

1 Scope

This document specifies the 4b/10b line code with error correction for dependable multimedia data transmission, especially for real-time communications even in noisy environments, such as IoT devices, wearable devices, sensor networks, robotics, and spacecraft. This document corresponds to the functions specified in layer 1 to layer 2 of the OSI reference model (ISO/IEC 7498).

This document aims to facilitate the usage of the 4b/10b line code in complex systems by providing the 4b/10b line code protocol. This document defines the 4b/10b line code protocol for interconnections in complex systems, mainly distributed real-time systems such as embedded systems, control systems, IoT devices, wearable devices, sensor networks, amusement systems, robot systems, and spacecraft. Specifically, the 4b/10b line code is the line code that realizes embedded clock, DC balance, error detection, and error correction at the same time, whose functions are not satisfied by a conventional single line code so that the 4b/10b line code can achieve highly reliable digital communications. The most significant feature of the 4b/10b line code is that it is a line code with error correction capability. Therefore, there is no need for error correction in the upper layers, and communication can be performed using only the 4b/10b line code in noisy environments.

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.

ISO/IEC 7498-1:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model – Part 1*

ISO/IEC 24740:2008, *Information technology – Responsive Link (RL)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 25
INTRODUCTION 27
1 Domaine d’application 30
2 Références normatives 30
3 Termes, définitions et abréviations 30
3.1 Termes et définitions 31
3.2 Abréviations 31
4 Code en ligne 4b/10b 31
4.1 Vue d’ensemble 31
4.2 Horloge intégrée 32
4.3 Équilibrage du courant continu 32
4.4 Détection d’erreurs et correction d’erreurs 33
4.5 Codage des données 4b/10b 33
4.6 Codage des codes de commande 4b/10b 34
4.7 Codage 4b/10b 34
4.8 Décodage et traitement des erreurs 34
4.8.1 schéma de décodage 34
4.8.2 Absence d’erreur 34
4.8.3 Erreur sur 1 bit 34
4.8.4 Erreur sur 2 bits 35
4.8.5 Erreur sur 3 bits et plus 35
4.8.6 Décodeur 35
Annexe A (informative) Caractéristiques de l’horloge intégrée 36
Annexe B (informative) Caractéristiques de l’équilibrage du courant continu 37
Annexe C (informative) Exemple de mise en œuvre d’un décodeur 38
Annexe D (informative) Exemples d’utilisation des codes K 44
Bibliographie 45

Figure 1 – Communications entre réseaux de capteurs et dispositifs portatifs 29

Tableau 1 – Tableau de codage 4b/10b 33
Tableau A.1 – Exemple de longueur de 0 ou de 1 consécutifs en cas d’erreur sur 1 bit 36
Tableau B.1 – Exemple d’égalité du nombre de 0 et de 1 dans une fenêtre de 10 bits consécutifs. 37
Tableau C.1 – Exemple de décodage en l’absence d’erreur 39
Tableau C.2 – Exemple de décodage en cas d’erreur sur 1 bit 40
Tableau C.3 – Exemple de décodage en cas d’erreur sur 2 bits 41
Tableau C.4 – Exemple de décodage en cas d’erreur sur 3 bits 42

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

SYSTÈMES ET ÉQUIPEMENTS MULTIMÉDIAS – TRANSMISSION DE SIGNAUX MULTIMÉDIAS – CODE EN LIGNE FIABLE AVEC CAPACITÉ DE CORRECTION D'ERREURS

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 propriété 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 brevets.

L'IEC 63455 a été établie par le domaine technique 18: Systèmes multimédias domestiques et applications pour réseaux d'utilisateurs finaux, du comité d'études 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
100/4289/FDIS	100/4318/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.

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.

Dans le présent document, les caractères d’imprimerie suivants sont utilisés:

- **caractères gras: bits erronés.**

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.

INTRODUCTION

Le présent document définit un code en ligne avec correction d'erreurs pour assurer une communication fiable. Dans plusieurs domaines mettant en œuvre des machines complexes (par exemple, dispositifs IdO, dispositifs portatifs, réseaux de capteurs, robotique, engins spatiaux), il existe une demande croissante de traitements distribués. En outre, la modernisation des installations telles que les usines, les bureaux, les écoles et les maisons crée un environnement informatique omniprésent et multimédia. Contrairement aux applications PC classiques de documentation et aux applications Internet qui échangent des messages sans contrainte de temps, cette informatique coopérative exige des réponses fiables en temps réel aux événements physiques qui se produisent dans un monde réel qui peut être bruyant. Pour que les nœuds distribués puissent coopérer en temps réel, un réseau d'interconnexion doit accomplir une communication en temps réel fiable sans retransmission dans des environnements bruyants. Code en ligne fiable avec correction d'erreurs permettant une telle communication, le code 4b/10b fournit à la fois une horloge intégrée, un équilibrage du courant continu, une détection d'erreurs et des capacités de correction d'erreurs.

Le terme "temps réel" signifie que la précision du système, y compris le calcul et la communication, dépend non seulement du résultat, mais aussi du temps nécessaire pour obtenir ce résultat. Au sens restreint, "temps réel" signifie que les contraintes de temps, y compris les délais ou les périodes, doivent être respectées.

Un code en ligne est le protocole de communication de plus bas niveau sur une ligne de communication. La plupart des codes en ligne actuels ont des fonctions types, notamment l'horloge intégrée, l'équilibrage du courant continu et la détection d'erreurs de base. Le code en ligne 8b/10b [1][1] est un exemple majeur, utilisé pour USB 3.0[3], Serial ATA[4] et PCI Express 2.0[2]. Cependant, aucun code en ligne conventionnel ne comporte de capacité de correction d'erreurs. Dans le cas du code en ligne 8b/10b, lorsqu'un bit d'un code codé (code 10b) est inversé pendant la communication, les bits multiples du code décodé (code 8b) sont inversés. En d'autres termes, lorsqu'une erreur portant sur un seul bit se produit dans un code codé de 10 bits, le code décodé de 8 bits (un octet) est complètement corrompu.

Lorsque le décodeur détecte une erreur, les données corrompues sont généralement retransmises par un protocole de communication de niveau supérieur. Cependant, le schéma de retransmission n'est pas adapté à la communication en temps réel car le temps de réponse le plus défavorable (WCRT) ne peut pas être obtenu. Par conséquent, une telle communication en temps réel exige un système de correction d'erreurs sans circuit de retour contre l'erreur binaire. Cependant, même lorsqu'une erreur de bit se produit dans le code en ligne codé, plusieurs bits du code décodé sont inversés au niveau du récepteur, de sorte qu'il est difficile d'utiliser un code correcteur d'erreurs de bit (le code de Hamming ou le code BCH, par exemple) en tant que code correcteur d'erreurs.

Pour corriger une erreur côté récepteur, il a été nécessaire d'utiliser un code correcteur d'erreurs au niveau du bloc, tel que le code RS (Reed Solomon), dans une grande unité de bloc à l'étape suivante. Dans ce schéma, la correction d'erreurs ne peut être effectuée que lorsque tous les paquets sont reçus, ce qui allonge la latence. Par conséquent, ce schéma non plus n'est pas adapté à la communication en temps réel. Le code en ligne avec correction d'erreurs est souhaitable pour une communication en temps réel fiable et à faible latence.

---

[1] Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

Le code en ligne 4b/10b est conçu de manière que les fonctions suivantes, nécessaires à une communication en temps réel fiable, qui ne peuvent être exécutées en même temps par les codes en ligne conventionnels, puissent être réalisées par un seul code en ligne.

a) Horloge intégrée

b) Équilibrage du courant continu

c) Détection d'erreurs

d) Correction d'erreurs

Le code en ligne 4b/10b est conçu pour des communications numériques hautement fiables entre des réseaux de capteurs, des dispositifs portatifs, des robots, etc. Même dans des environnements extrêmement bruyants où la communication ne peut pas être effectuée par un code en ligne conventionnel (le code en ligne 8b/10b, par exemple), la communication peut être effectuée en utilisant le code en ligne 4b/10b. Étant donné que les erreurs de communication peuvent être corrigées en cascade à l'aide du code en ligne 4b/10b et que la latence de correction des erreurs est raccourcie, le code en ligne 4b/10b convient aux communications en temps réel fiables.

En outre, le code en ligne 4b/10b est conçu pour avoir une grande affinité avec le code en ligne 8b/10b, qui est l'un des plus répandus. Tous les codes 10b du code en ligne 4b/10b sont entièrement inclus dans les codes 10b du code en ligne 8b/10b. Par exemple, il est possible d'obtenir une communication plus fiable en passant du code en ligne 8b/10b au code en ligne 4b/10b.

Les réseaux de capteurs et les communications des dispositifs portatifs sont des applications cibles types, représentées à la Figure 1, le code en ligne 4b/10b étant spécialement conçu pour des communications en temps réel fiables dans des environnements bruyants. De nombreux capteurs, organes de commande et dispositifs IdO sont connectés par le biais des réseaux de capteurs, dont les câbles peu coûteux sont affectés par les bruits externes. Des communications en temps réel sans erreur sont exigées pour mettre en œuvre ces systèmes en temps réel distribués. Bien que le code en ligne 4b/10b comporte des fonctions de détection et de correction d'erreurs, il peut être mis en œuvre par du petit matériel. La retransmission au niveau de la couche de communication supérieure n'étant pas nécessaire, la latence de communication est raccourcie, ce qui est particulièrement adapté aux dispositifs portatifs et aux réseaux de capteurs.



IEC

Figure 1 – Communications entre réseaux de capteurs et dispositifs portatifs

SYSTÈMES ET ÉQUIPEMENTS MULTIMÉDIAS – TRANSMISSION DE SIGNAUX MULTIMÉDIAS – CODE EN LIGNE FIABLE AVEC CAPACITÉ DE CORRECTION D'ERREURS

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie le code en ligne 4b/10b avec correction d'erreurs pour la transmission fiable de données multimédias, en particulier pour les communications en temps réel, même dans des environnements bruyants, tels que les dispositifs IdO, les dispositifs portatifs, les réseaux de capteurs, la robotique et les engins spatiaux. Il correspond aux fonctions spécifiées dans les couches 1 à 2 du modèle de référence OSI (ISO/IEC 7498).

Le présent document vise à faciliter l'utilisation du code en ligne 4b/10b dans les systèmes complexes en fournissant le protocole de code en ligne 4b/10b. Il définit le protocole de code en ligne 4b/10b pour les interconnexions dans les systèmes complexes, principalement les systèmes distribués en temps réel tels que les systèmes embarqués, les systèmes de commande, les dispositifs IdO, les dispositifs portatifs, les réseaux de capteurs, les systèmes de divertissement, les systèmes robotiques, et les engins spatiaux. Plus précisément, le code en ligne 4b/10b est celui qui réalise simultanément l'horloge intégrée, l'équilibrage du courant continu, la détection d'erreurs et la correction d'erreurs, dont les fonctions ne sont pas assumées par un seul code en ligne conventionnel, de sorte que le code en ligne 4b/10b puisse réaliser des communications numériques hautement fiables. La caractéristique la plus importante du code en ligne 4b/10b est qu'il s'agit d'un code en ligne avec une capacité de correction d'erreurs. La correction d'erreurs n'est donc pas nécessaire dans les couches supérieures et la communication peut être effectuée en utilisant uniquement le code en ligne 4b/10b dans les environnements bruyants.

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).

ISO/IEC 7498-1:1994, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de référence de base: Le modèle de base – Partie 1*

ISO/IEC 24740:2008, *Technologies de l'information – Lien optimisé (RL)*