

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Digital audio interface –
Part 4-4: Professional applications – Physical and electrical parameters**

**Interface audionumérique –
Partie 4-4: Applications professionnelles – Paramètres physiques et électriques**



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 Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - 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

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 also once a month by email.

Electropedia - 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

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

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

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

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - 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

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

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



IEC 60958-4-4

Edition 1.0 2016-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Digital audio interface –
Part 4-4: Professional applications – Physical and electrical parameters**

**Interface audionumérique –
Partie 4-4: Applications professionnelles – Paramètres physiques et électriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.160.30

ISBN 978-2-8322-3233-0

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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions	7
4 Common features	8
5 Jitter.....	8
5.1 Output interface jitter.....	8
5.1.1 General	8
5.1.2 Intrinsic jitter	8
5.1.3 Jitter gain	9
5.2 Receiver jitter tolerance	10
Annex A (informative) Symbol rates and UI	11
Annex B (normative) Balanced transmission	12
B.1 General characteristics.....	12
B.1.1 Configuration	12
B.1.2 Equalisation	12
B.1.3 Cable.....	12
B.2 Line driver characteristics.....	13
B.2.1 Output impedance.....	13
B.2.2 Signal amplitude	13
B.2.3 Balance	13
B.2.4 Rise and fall times	13
B.3 Line receiver characteristics	13
B.3.1 Terminating impedance	13
B.3.2 Maximum input signals	14
B.3.3 Minimum input signals.....	14
B.3.4 Receiver equalization.....	14
B.3.5 Common-mode rejection	15
B.4 Connector	15
B.4.1 XLR connector	15
B.4.2 8-way modular connector	15
Annex C (normative) Coaxial transmission	17
C.1 General.....	17
C.2 Line driver characteristics.....	17
C.2.1 General	17
C.2.2 Output impedance.....	17
C.2.3 Signal characteristics	17
C.3 Coaxial cable characteristics	18
C.4 Line receiver characteristics	18
C.4.1 General	18
C.4.2 Terminating impedance	19
C.4.3 Maximum input signals.....	19
C.4.4 Minimum input signals.....	19
C.5 Connector	20

Annex D (informative) Optical transmission	21
D.1 Short haul	21
D.2 Medium haul	21
D.3 Long haul.....	21
Bibliography	22
 Figure 1 – Intrinsic-jitter measurement-filter characteristic	9
Figure 2 – Jitter transfer-function mask	10
Figure 3 – Jitter tolerance template	10
Figure B.1 – Simplified example of the configuration of the circuit (balanced).....	12
Figure B.2 – Eye diagram, balanced receiver.....	14
Figure B.3 – Suggested equalizing characteristic for a receiver operating at 48 kHz frame rate.....	15
Figure C.1 – Output signal waveform.....	17
Figure C.2 – Eye diagram, coaxial receiver.....	19
Figure C.3 – Eye pattern for long-distance transmission	20
 Table A.1 – Symbol rate versus sampling frequency	11
Table A.2 – UI (ns) versus sampling frequency.....	11
Table C.1 – Output signal characteristics	18

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DIGITAL AUDIO INTERFACE –

Part 4-4: Professional applications – Physical and electrical parameters

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 60958-4-4 has been prepared by technical area 4: Digital system interfaces and protocols, of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This first edition, together with IEC 60958-4-1 and IEC 60958-4-2, cancels and replaces the IEC 60958-4 published in 2003 and its Amendment 1:2008 and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC 60958-4:2003 with its Amendment 1:2008:

- a) support for a wider range of physical media;
- b) support for a wider range of audio sampling frequencies;
- c) deprecation of “minimum implementation” of channel status data.

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

CDV	Report on voting
100/2454/CDV	100/2583/RVC

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

A list of all parts in the IEC 60958 series, published under the general title *Digital audio interface*, can be found on the IEC website.

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

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.

INTRODUCTION

The two-channel digital audio interface has been widely used in a variety of professional audio applications that have reached beyond the vision of the original standard. In particular, applications using increased sampling frequencies and alternative physical media.

Separating the standard into independently-maintainable parts allows, for example, additional transmission media to be introduced in the future by revising IEC 60958-4-4 without affecting the other parts of the IEC 60958-4 series. The parts comprise:

- Part 4-1: Audio content: defines the format for coding audio used for the audio content. It specifies the semantics of the audio data, including the "validity" flag. It also specifies the sampling frequency by reference to AES5.
- Part 4-2: Metadata and subcode: specifies the format for information, metadata, or subcode transmitted with the audio data: principally the channel status but also user data and the auxiliary bits. Implementors will note that the current implementation options ("Standard" and "Enhanced") both require that status data be implemented correctly in compliant equipment.
- Part 4-4: Physical and electrical parameters: specifies the physical signals that convey the bit stream specified in IEC 60958-1. The transport format is intended for use with shielded twisted-pair cable of conventional design over distances of up to 100 m at frame rates of up to 50 kHz. Longer cable lengths and higher frame rates may be used, but with a rapidly increasing requirement for care in cable selection and possible receiver equalization, or the use of active repeaters. Provision is made in this standard for adapting the balanced terminals to use 75 Ω coaxial cable. Transmission by fibre-optic cable is under consideration.

DIGITAL AUDIO INTERFACE –

Part 4-4: Professional applications – Physical and electrical parameters

1 Scope

This part of IEC 60958 specifies the physical and electrical parameters for different media. This part together with IEC 60958-1, IEC 60958-4-1, and IEC 60958-4-2 specify an interface for the serial digital transmission of two channels of periodically sampled and linearly represented digital audio data from one transmitter to one receiver.

The transport format defined in IEC 60958-1 is intended for use with shielded twisted-pair cable of conventional design over distances of up to 100 m without transmission equalization or any special equalization at the receiver and at frame rates of up to 50 kHz. Longer cable lengths and higher frame rates may be used, but with a rapidly increasing requirement for care in cable selection and possible receiver equalization or the use of active repeaters, or both. Provision is made in this standard for adapting the balanced terminals to use 75 Ω coaxial cable, and transmission by fibre-optic cable is under consideration. This standard does not cover connection to any common carrier equipment. In this interface specification, an interface for consumer use is also mentioned. The two interfaces are not identical.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60268-12, *Sound system equipment – Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use*

IEC 60603-7 (all parts), *Connectors for electronic equipment – Part 7: Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors*

IEC 60958-1:2008, *Digital audio interface – Part 1: General*
IEC 60958-1:2008/AMD1:2014

IEC 60958-4-1, *Digital audio interface – Part 4-1: Professional applications – Audio content*

IEC 60958-4-2, *Digital audio interface – Part 4-2: Professional applications – Metadata and subcode*

IEC 61169-8, *Radio-frequency connectors – Part 8: Sectional specification – RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,256 in) with bayonet lock – Characteristic impedance 50 Ω (type BNC)*

ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

unit interval

UI

shortest nominal time interval in the coding scheme

Note 1 to entry: There are 128 UI in a sample frame. See Annex A.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.2

interface jitter

deviation in timing of interface data transitions (zero crossings) when measured with respect to an ideal clock

3.3

intrinsic jitter

output interface jitter of a device that is either free-running or synchronized to a jitter-free reference

3.4

jitter gain

ratio of the amplitude of jitter at the synchronization input of a device to the resultant jitter at the output of the device

Note 1 to entry: This definition excludes the effect of intrinsic jitter.

Note 2 to entry: The ratio is expressed in decibels.

3.5

frame rate

frequency at which frames are transmitted

4 Common features

All interfaces shall be subject to the common jitter requirements in accordance with Clause 5. Other parameters shall comply with the transmission type specified.

The interface should use the balanced transmission format specified in Annex B. The interface may use the format specified in Annex C or one of the alternative transmission formats to be specified in a future edition (see Annex D).

5 Jitter

5.1 Output interface jitter

5.1.1 General

Jitter at the output of a device shall be measured as the sum of the jitter intrinsic to the device and jitter being passed through from the timing reference of the device.

5.1.2 Intrinsic jitter

The peak value of the intrinsic jitter at the output of the interface, measured at all the transition zero crossings shall be less than 0,025 UI when measured with the intrinsic-jitter measurement filter.

The following aspects have to be considered.

- This jitter may be strongly asymmetric and the deviation from the ideal timing should meet the specification in either direction.
- This requirement applies both when the equipment is locked to an effectively jitter-free timing reference, which may be a modulated digital audio signal, and when the equipment is free-running.
- The intrinsic-jitter measurement-filter characteristic is shown in Figure 1. It shows a minimum-phase high-pass filter with 3 dB attenuation at 700 Hz, a first order roll-off to 70 Hz and with a pass-band gain of unity.

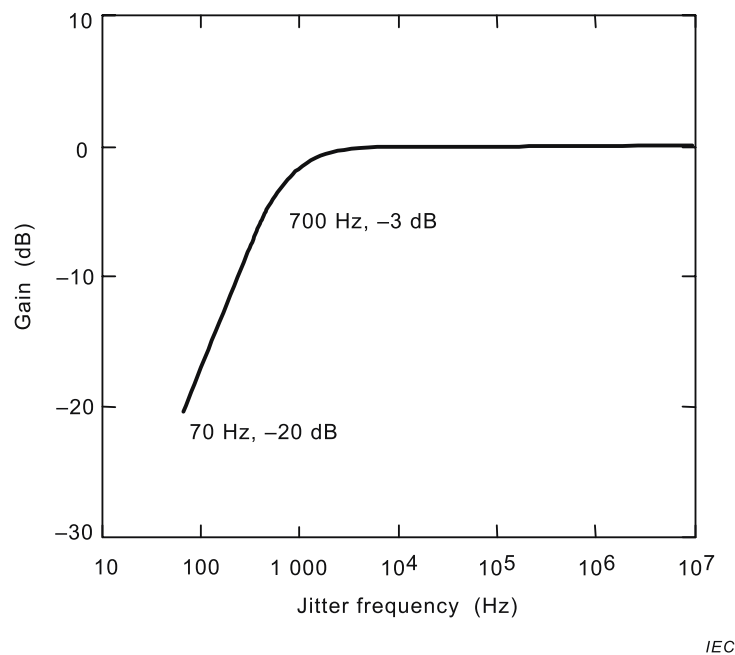


Figure 1 – Intrinsic-jitter measurement-filter characteristic

5.1.3 Jitter gain

The sinusoidal jitter gain from any timing reference input to the signal output shall be less than 2 dB at all frequencies.

If jitter attenuation is provided and it is such that the sinusoidal jitter gain falls below the jitter transfer function mask of Figure 2 then the equipment specification should state that the equipment jitter attenuation is within the specification of this standard. The mask imposes no additional limit on low-frequency jitter gain. The limit starts at the input-jitter frequency of 500 Hz where it is 0 dB, and falls to -6 dB at and above 1 kHz.

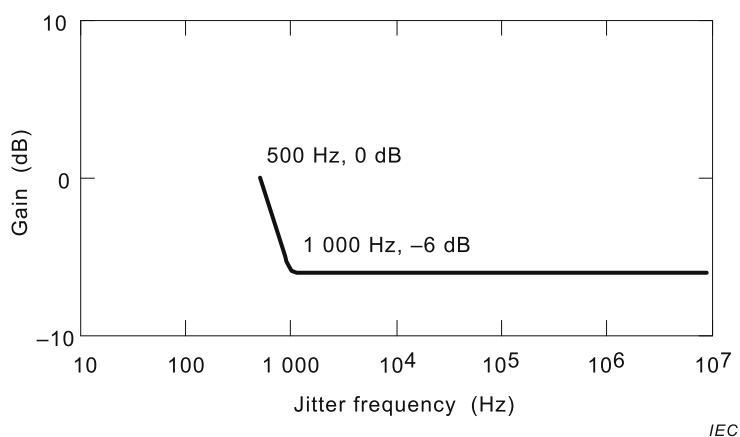


Figure 2 – Jitter transfer-function mask

5.2 Receiver jitter tolerance

An interface data receiver should correctly decode an incoming data stream with any sinusoidal jitter defined by the jitter tolerance template of Figure 3.

The template requires a jitter tolerance of 0,25 UI peak-to-peak at high frequencies, increasing with the inverse of frequency below 8 kHz to level off at 10 UI peak-to-peak below 200 Hz.

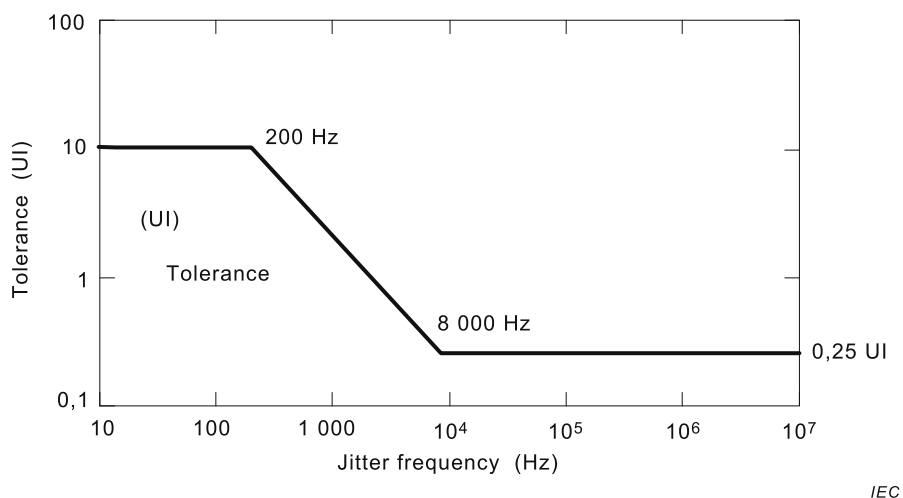


Figure 3 – Jitter tolerance template

Annex A (informative)

Symbol rates and UI

Demands on the performance of the interface are determined by the frame rate, which is in turn determined by the audio sampling frequency. AES5 recommends a set of sampling frequencies referred to a basic rate of 48 kHz with options to use 44,1 kHz or 32 kHz. These basic rates may be scaled by certain multiples to achieve higher or lower sampling frequencies.

Table A.1 and Table A.2 illustrate how the symbol rate at the interface, and the UI, change with different sampling-frequency multiples.

Table A.1 – Symbol rate versus sampling frequency

Multiple	Sampling frequency (F_s) kHz		
	32	44,1	48
0,25	1,024	1,411 2	1,536
0,5	2,048	2,822 4	3,072
1	4,096	5,644 8	6,144
2	8,192	11,289 6	12,288
4	16,384	22,579 2	24,576
8	32,768	45,158 4	49,152

Table A.2 – UI (ns) versus sampling frequency

Multiple	Sampling Frequency (F_s) kHz		
	32	44,1	48
0,25	976,56	708,62	651,04
0,5	488,28	354,31	325,52
1	244,14	177,15	162,76
2	122,07	88,58	81,38
4	61,04	44,29	40,69
8	30,52	22,14	20,35

NOTE As the sampling frequency is increased, the demand on jitter performance will also increase. For example: a sampling frequency of 8×48 kHz (384 kHz) will require an intrinsic jitter of $0,025 \times 20,35$ ns, or 0,51 ns (see 5.1.2)

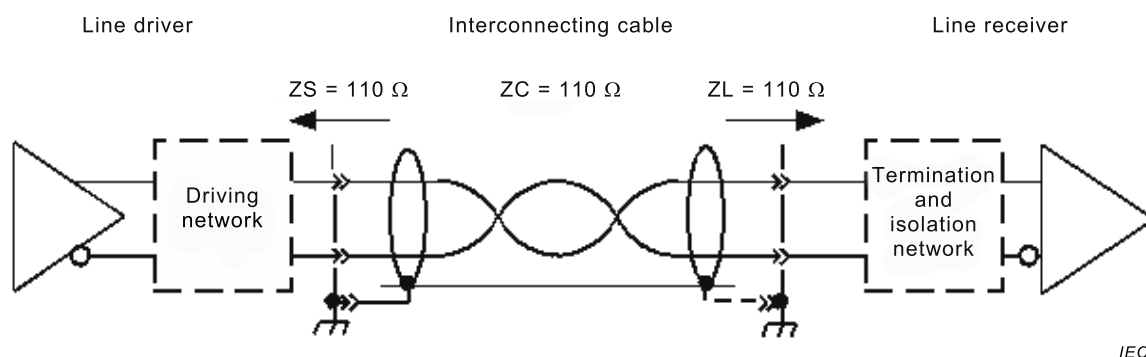
Annex B (normative)

Balanced transmission

B.1 General characteristics

B.1.1 Configuration

A circuit conforming to the general configuration shown in Figure B.1 may be used.



NOTE The electrical parameters of the interface are based on those defined in ITU-T Recommendation V.11 which allow transmission of balanced-voltage digital signals over cables up to a few hundred meters in length.

Figure B.1 – Simplified example of the configuration of the circuit (balanced)

B.1.2 Equalisation

Equalization may be used at the receiver.

There shall be no equalization before transmission.

The frequency range used to qualify the interface electrical parameters is dependent on the maximum data rate supported. The upper frequency is 128 times the maximum frame rate (about 6 MHz for 48 kHz).

B.1.3 Cable

The interconnecting cable shall be balanced with a nominal characteristic impedance of 110 Ω at frequencies from 100 kHz to 128 times the maximum frame rate.

The cable shall be one of the following types:

- shielded (screened) cable;
- unshielded (unscreened) twisted pair (UTP) structured wiring (Category 5 or better, see ISO/IEC 11801); see item e) below.
- shielded (screened) twisted pair (STP) structured wiring (see ISO/IEC 11801).

The same cable type shall be used throughout any single interface connection, including patch leads.

The following additional considerations have to be taken into account.

- a) Holding closer tolerances for the characteristic impedance of the cable, and for the driving and terminating impedances, can increase the cable lengths for reliable transmission and for higher data rates.
- b) Closer tolerances for the balance of the driving impedance, the terminating impedance, and for the cable itself can reduce both electromagnetic susceptibility and emissions.
- c) Using cable having lower loss at higher frequencies can improve the reliability of transmission for greater distances and higher data rates.
- d) Care should be taken concerning the design of the interface to provide adequate balance on the twisted pair within the Category 5 cable. Using RJ45 connectors, conventionally wired, current practice favours the use of pins 4 and 5 for signals using this balanced interface (separating them from ATM signals on the same cable, for example). Pins 3 and 6 are the preferred second pair. For full protection, the interface may have to withstand power voltages specified to support network equipment, and the use of transformers and blocking capacitors on the balanced interface is strongly recommended.
- e) The UTP cable has been shown to offer transmission up to 400 m overall unequalised, or 800 m equalised, at 48 kHz frame rate. (See AES preprint 3783.)

B.2 Line driver characteristics

B.2.1 Output impedance

The line driver shall have a balanced output with an internal impedance of $110\ \Omega$ with a tolerance of 20 %, at frequencies from 0,1 MHz to 128 times the maximum frame rate when measured at the output terminals.

B.2.2 Signal amplitude

The signal amplitude shall lie between 2 V and 7 V peak-to-peak, when measured across a $110\ \Omega$ resistor connected to the output terminals, without any interconnecting cable present.

NOTE A typical value is $4\ \text{V} \pm 10\ \%$.

B.2.3 Balance

Any common-mode component at the output terminals shall be more than 30 dB below the signal at frequencies from DC to 128 times the maximum frame rate when terminated in a floating load of $110\ \Omega$.

B.2.4 Rise and fall times

The rise and fall times, determined between the 10 % and 90 % amplitude points, shall be between 0,03 UI and 0,18 UI when measured across a $110\ \Omega$ resistor connected to the output terminals, without any interconnecting cable present. Care should be taken to meet local regulations regarding electromagnetic compatibility (EMC).

NOTE 1 The minimum and maximum rise and fall times for a frame rate of 48 kHz are 5 ns and 30 ns respectively.

NOTE 2 Operation toward the lower limit of 5 ns may improve the received-signal eye pattern, but may increase electromagnetic radiation at the transmitter.

B.3 Line receiver characteristics

B.3.1 Terminating impedance

The receiver shall present an essentially resistive impedance of $110\ \Omega$ with a tolerance of 20 % to the interconnecting cable over the frequency band from 0,1 MHz to 128 times the maximum frame rate when measured across the input terminals. The application of more than one receiver to any one line might create transmission errors due to the resulting impedance mismatch.

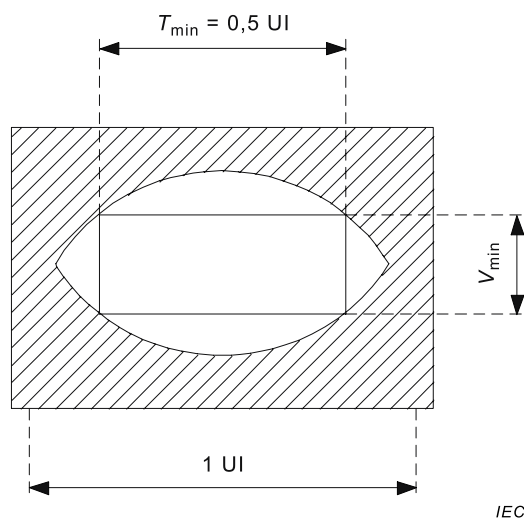
B.3.2 Maximum input signals

The receiver shall correctly interpret the data when connected directly to a line driver working between the extreme voltage limits specified in B.2.2.

NOTE In the first version of AES3¹ the maximum peak to peak signal amplitude for a line driver was specified as 10 V.

B.3.3 Minimum input signals

The receiver shall correctly sense the data when a random input signal produces the eye diagram characterized by a $V_{\min}$ of 200 mV and $T_{\min}$ of 0,5 UI. See Figure B.2.



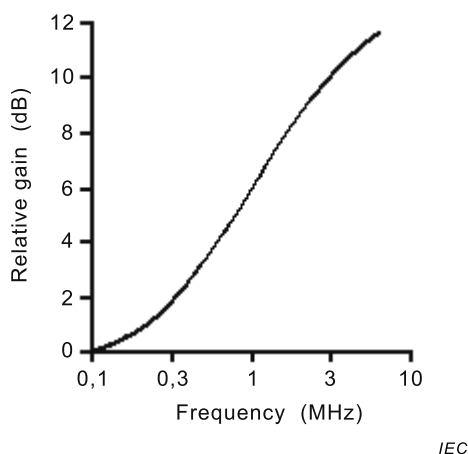
$T_{\min}$: 0,5 UI
 $V_{\min}$: 200 mV

Figure B.2 – Eye diagram, balanced receiver

B.3.4 Receiver equalization

Equalization may be applied in the receiver to enable an interconnecting cable longer than 100 m to be used. A suggested frequency equalization characteristic for operation at frame rates of 48 kHz is shown in Figure B.3. The receiver shall meet the requirements specified in B.3.2 and B.3.3.

¹ AES3-1985, AES standard for digital audio – Digital input-output interfacing – Serial transmission format for two-channel linearly-represented digital audio data



**Figure B.3 – Suggested equalizing characteristic
for a receiver operating at 48 kHz frame rate**

B.3.5 Common-mode rejection

There shall be no data errors introduced by the presence of a common-mode signal of up to 7 V peak at frequencies from 0 kHz to 20 kHz.

B.4 Connector

B.4.1 XLR connector

The standard connector for both outputs and inputs shall be the circular latching three-pin connector described in IEC 60268-12. Note that this type of connector is usually called XLR, or XLR-3.

An output connector fixed on an item of equipment shall use male pins with a female shell. The corresponding cable connector shall thus have female pins with a male shell.

An input connector fixed on an item of equipment shall use female pins with a male shell. The corresponding cable connector shall thus have male pins with a female shell. The pin usage shall be:

- Pin 1 Cable shield or signal earth;
- Pin 2 Signal;
- Pin 3 Signal.

The channel coding means that the relative polarity of pins 2 and 3 is not important. See IEC 60958-1:2008, 4.2. However, it is recommended that relative polarity is preserved for these signal paths. See AES26.

B.4.2 8-way modular connector

Where Category 5 structured cabling is used, the 8-way modular connector specified in IEC 60603-7 (sometimes called "RJ45") is required. While the interface is by definition insensitive to polarity, for the purposes of constructing adaptors, XLR pin 2 should be connected to RJ45 pin 5 (or other odd-numbered pin), XLR pin 3 should be connected to RJ45 pin 4 (or other even-numbered pin), consistent with using one of the four twisted pairs.

Equipment manufacturers should clearly label digital audio inputs and outputs as such, including the terms digital audio input or digital audio output, as appropriate.

In such cases where panel space is limited and the function of the connector might be confused with an analog signal connector, the abbreviation DI or DO should be used to designate digital audio inputs and outputs, respectively.

Annex C (normative)

Coaxial transmission

C.1 General

The parameters set in this annex apply to circuits where balanced equipment is adapted to coaxial cable. Other standards call for more stringent figures where conventional video equipment is used for digital audio signals (SMPTE ST 276:1995) or less stringent figures where consumer equipment is connected over short distances using screened audio cable (IEC 60958-1). Techniques for adapters are described in AES-2id.

C.2 Line driver characteristics

C.2.1 General

No equalization before transmission shall be permitted.

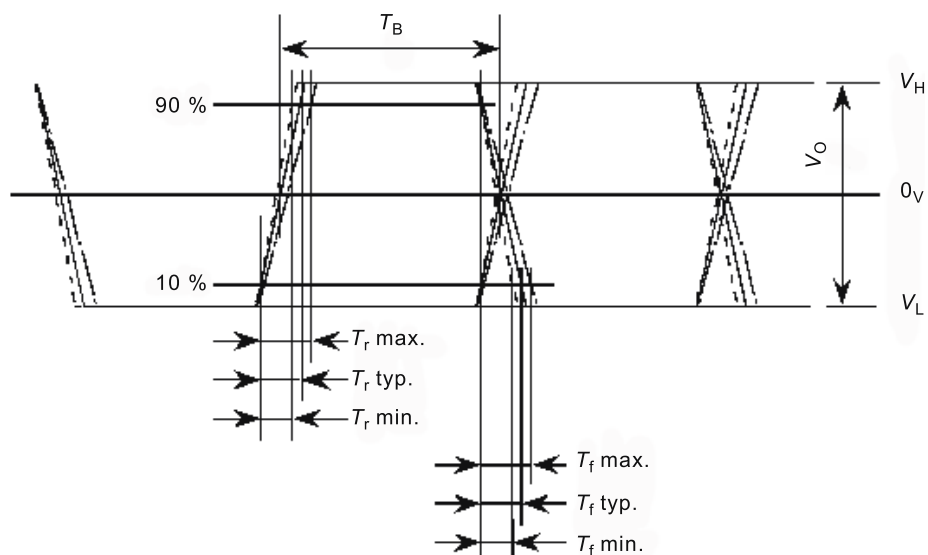
NOTE The specification for the line driver (also known as a generator or transmitter) is totally different from the balanced interface electrical specification and is based on unbalanced coaxial-cable transmission consistent with conventional professional analog-video practice.

C.2.2 Output impedance

The line driver shall have an unbalanced output circuit having a source impedance of $75\ \Omega$ and a return loss better than 15 dB over the frequency band from 0,1 MHz to $128 \times$ frame rate (6,0 MHz in the case of 48 kHz).

C.2.3 Signal characteristics

The output signal characteristic shall be as shown in Figure C.1 and Table C.1 when measured across a resistor connected to the output terminals. The resistor shall have a value of $75\ \Omega$ with a relative tolerance of $\pm 1\%$.



IEC

Figure C.1 – Output signal waveform

Table C.1 – Output signal characteristics

Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Output voltage	$V_O = V_H - V_L$	0,8	1,0	1,2	V
DC offset	$ V_H + V_L $	–	–	<50	mV
Rise time	T_r	0,185 (30 ns)	0,225 (37 ns)	0,27 (44 ns)	UI see item f)
Fall time	T_f	0,185 (30 ns)	0,225 (37 ns)	0,27 (44 ns)	UI see item f)
Bit width	T_B	–	1 (163 ns)	–	UI see items a) and f)

The following additional considerations have to be taken into account.

- Equal to $1/(128 \times \text{frame rate})$.
- The output voltage is similar to typical analog video signals.
- Less DC offset provides a better result for long transmission.
- The minimum value of the rise and fall times is chosen to restrict the bandwidth of the output signal. When this digital audio signal is fed to a conventional analog video distribution amplifier (VDA), restricting the bandwidth prevents unnecessary phase distortion of the signal caused by limited bandwidth of the analog VDA. High frame rates imply high video bandwidths free of phase distortion. Operation toward the lower limit may improve the received-signal eye pattern, but may increase EMC at the transmitter. Care should be taken to meet local regulations regarding EMC.
- The maximum value of the rise and fall times is chosen with consideration given the desirability of long-distance (1 000 m) transmission.
- Figures in (brackets) represent time values where the frame rate is 48 kHz.

C.3 Coaxial cable characteristics

The interconnecting cable shall be coaxial and have a characteristic impedance of $75 \Omega \pm 3 \Omega$ over the frequency band from 0,1 MHz to $128 \times \text{frame rate}$ (6,0 MHz in the case of 48 kHz). See AES-2id for a discussion of design principles. The cable should be well screened.

C.4 Line receiver characteristics

C.4.1 General

Equalization may be used at the receiver.

Note that the recovered signal integrity is determined by the signal condition at the end of the terminated cable and the receiver characteristics. Receiver characteristics such as threshold level, hysteresis level, input sensitivity, and so on, depend on the application. The application is defined in part by transmission distance, specific cable used, required noise margin, and performance of the downstream clock-recovery circuitry. If the intention is to preserve the integrity of the signal under various circumstances such that it be identical in all cases, then the requirement for the optimum receiver will differ in each case. Thus, this standard establishes only the minimum requirements, rather than specifying the characteristic of every receiver.

C.4.2 Terminating impedance

The terminating impedance shall be a resistive impedance, at the cable connector, of $75\ \Omega$ with return loss of 15 dB or more over the frequency band from 0,1 to $128 \times$ frame rate (6,0 MHz in the case of 48 kHz).

C.4.3 Maximum input signals

The receiver shall correctly interpret the data when connected directly to a line driver working between the extreme voltage limits specified in C.2.3.

C.4.4 Minimum input signals

The receiver shall correctly interpret the data when a random signal at the input connector produces the eye diagram characterized by a $V_{\min}$ of 320 mV and a $T_{\min}$ of 0,5 UI, (see Figure C.2).

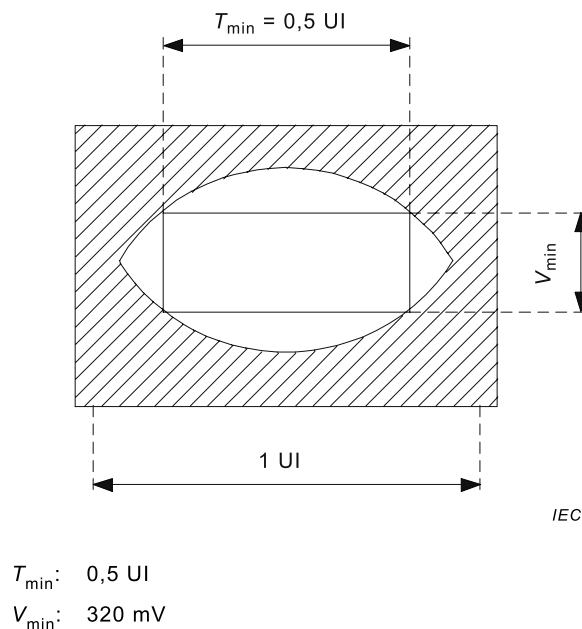


Figure C.2 – Eye diagram, coaxial receiver

Note that this specification is equivalent to the one for a minimum signal at the terminated BNC connector at the receiving end of the coaxial cable. It is written to maintain compatibility with existing equipment conforming to Annex B when a resistive pad or transformer impedance-converter, adapting a BNC ($75\ \Omega$) connector to the type of XLR connector described in Annex B ($110\ \Omega$), is used to connect the unbalanced coaxial cable to the balanced interface input. See AES-2id for examples.

For transmissions beyond 1 000 m, experiments have found the necessity to use a receiver of high sensitivity that can reliably operate with an input signal eye diagram characterized by a $V_{\min}$ of 30 mV as shown in Figure C.3. See AES-2id for examples.

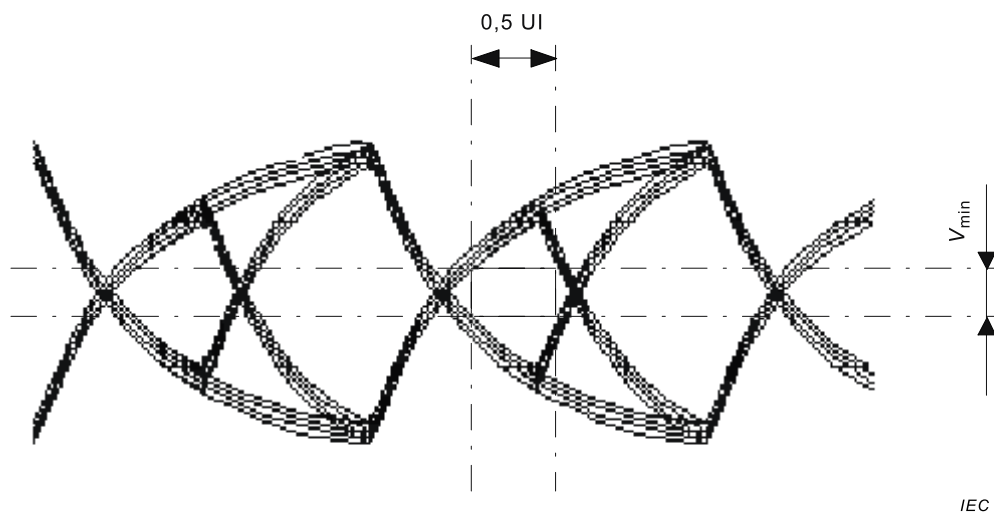


Figure C.3 – Eye pattern for long-distance transmission

C.5 Connector

The connector shall have mechanical characteristics conforming to type BNC as described in IEC 61169-8, but may feature an impedance of 75 Ω .

Annex D

(informative)

Optical transmission

D.1 Short haul

The use of plastic optical fibre for short distances (<10 m) is under consideration.

D.2 Medium haul

The use of graded index (multimode) optical fibre for medium distances (10 m to 2 km) is under consideration.

D.3 Long haul

The use of single-mode (mono-mode) optical fibre for long distances (>1 km) is under consideration

Bibliography

IEC 60958 (all parts), *Digital audio interface*

IEC 60958-3, *Digital audio interface – Part 3: Consumer applications*

ITU-R Recommendation BS.647, *A digital audio interface for broadcasting studios*

ITU-T Recommendation V.11, *Electrical characteristics for balanced double-current interchange circuits operating at data signalling rates up to 10 Mbit/s*

AES3-4, *AES standard for digital audio – Digital input-output interfacing – Serial transmission format for two-channel linearly-represented digital audio data – Part 4: Physical and electrical*, Audio Engineering Society, New York, NY, USA

AES5, *AES recommended practice for professional digital audio – Preferred sampling frequencies for applications employing pulse-code modulation*, Audio Engineering Society, New York, NY, USA

AES10, *AES Recommended Practice for Digital Audio Engineering – Serial Multi-channel Audio Digital Interface (MADI)*, Audio Engineering Society, New York, NY, USA

AES26, *AES recommended practice for professional audio – Conservation of the polarity of audio signals*, Audio Engineering Society, New York, NY, USA

AES-2id, *AES information document for digital audio engineering – Guidelines for the use of the AES3 interface*, Audio Engineering Society, New York, NY, USA

AES preprint 3783, 96th AES Convention, Amsterdam, February 1994, *Twisted-pair cables for AES/EBU Digital Audio Signals*, D. G. Kirby, BBC R & DD, (later published in J. Audio Eng. Soc. Vol. 43, No. 3, 1995 March, pp. 137-146)

SMPTE ST 276:1995, *Transmission of AES/EBU Digital Audio Signals Over Coaxial Cable*, Society of Motion Picture and Television engineers, White Plains, NY., USA

SMPTE ST 297:2006, *Serial Digital Fiber Transmission System for ANSI/SMPTE 259M Signals*, Society of Motion Picture and Television engineers, White Plains, NY., USA

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	26
INTRODUCTION.....	28
1 Domaine d'application.....	29
2 Références normatives	29
3 Termes et définitions	30
4 Caractéristiques communes	30
5 Instabilité	30
5.1 Instabilité de l'interface de sortie	30
5.1.1 Généralités	30
5.1.2 Instabilité intrinsèque	31
5.1.3 Gain d'instabilité	31
5.2 Tolérance d'instabilité du récepteur	32
Annexe A (informative) Débits de symbole et UI	33
Annexe B (normative) Transmission symétrique	34
B.1 Caractéristiques générales	34
B.1.1 Configuration	34
B.1.2 Égalisation.....	34
B.1.3 Câble.....	34
B.2 Caractéristiques de l'amplificateur de ligne	35
B.2.1 Impédance de sortie.....	35
B.2.2 Amplitude du signal.....	35
B.2.3 Symétrie	35
B.2.4 Temps de montée et de descente	35
B.3 Caractéristiques du récepteur de ligne.....	36
B.3.1 Impédance de fermeture	36
B.3.2 Signaux maximaux à l'entrée.....	36
B.3.3 Signaux minimaux à l'entrée.....	36
B.3.4 Égalisation du récepteur.....	36
B.3.5 Réjection en mode commun	37
B.4 Connecteur	37
B.4.1 Connecteur XLR	37
B.4.2 Connecteur modulaire 8 voies	37
Annexe C (normative) Transmission coaxiale	39
C.1 Généralités	39
C.2 Caractéristiques de l'amplificateur de ligne	39
C.2.1 Généralités	39
C.2.2 Impédance de sortie.....	39
C.2.3 Caractéristiques des signaux.....	39
C.3 Caractéristiques du câble coaxial	41
C.4 Caractéristiques du récepteur de ligne.....	41
C.4.1 Généralités	41
C.4.2 Impédance de fermeture	41
C.4.3 Signaux maximaux à l'entrée.....	41
C.4.4 Signaux minimaux à l'entrée.....	41
C.5 Connecteur	42

Annexe D (informative) Transmission optique	43
D.1 Courte distance	43
D.2 Moyenne distance	43
D.3 Longue distance	43
Bibliographie	44
 Figure 1 – Caractéristique du filtre de mesure d'instabilité intrinsèque	31
Figure 2 – Masque de fonction de transfert d'instabilité	32
Figure 3 – Gabarit de tolérance à l'instabilité	32
Figure B.1 – Exemple simplifié de configuration du circuit (symétrique)	34
Figure B.2 – Diagramme de l'œil, récepteur symétrique	36
Figure B.3 – Caractéristique d'égalisation proposée pour un récepteur fonctionnant à une fréquence de trame de 48 kHz	37
Figure C.1 – Forme d'onde du signal de sortie	40
Figure C.2 – Diagramme de l'œil, récepteur coaxial	42
Figure C.3 – Diagramme de l'œil pour une transmission longue distance	42
 Tableau A.1 – Débit de symbole par rapport à la fréquence d'échantillonnage	33
Tableau A.2 – UI (ns) par rapport à la fréquence d'échantillonnage	33
Tableau C.1 – Caractéristiques du signal de sortie	40

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INTERFACE AUDIONUMÉRIQUE –

Partie 4-4: Applications professionnelles – Paramètres physiques et électriques

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 60958-4-4 a été établie par le domaine technique 4: Interfaces et protocoles du système numérique du comité d'études 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données.

Cette première édition, avec l'IEC 60958-4-1 et l'IEC 60958-4-2, annule et remplace l'IEC 60958-4 parue en 2003 et l'Amendement 1:2008 et constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC 60958-4:2003 et son Amendement 2008:

- a) prise en charge d'une gamme plus large de supports physiques;
- b) prise en charge d'une gamme plus large de fréquences d'échantillonnage audio;
- c) "mise en œuvre minimale" des données de la voie de signalisation déconseillée.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Report on voting
100/2454/CDV	100/2583/RVC

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60958, publiées sous le titre général *Interface audionumérique*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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. À cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

L'interface audionumérique à deux voies a été largement utilisée dans une variété d'applications audio professionnelles allant bien au-delà de la vision de la norme originale. C'est le cas en particulier des applications utilisant des fréquences d'échantillonnage augmentées et des supports physiques alternatifs.

La séparation de la norme en parties indépendantes permet par exemple d'introduire à l'avenir des supports de transmission supplémentaires en révisant l'IEC 60958-4-4 sans toutefois affecter les autres parties de la série IEC 60958-4. Ces parties comprennent:

- Partie 4-1: Contenu audio: définit le format de codage audio utilisé pour le contenu audio. Elle spécifie la sémantique des données audio, notamment l'indicateur "validité". Elle précise également la fréquence d'échantillonnage en référence au document AES5.
- Partie 4-2: Métadonnées et sous-code: spécifie le format concernant les informations, métadonnées ou le sous-code transmis avec les données audio: essentiellement la voie de signalisation, mais aussi les données utilisateur et les bits auxiliaires. Les implémenteurs prennent note que les options actuelles de mise en œuvre ("Normale" et "Améliorée") exigent toutes deux que les données de voie soient correctement mises en œuvre dans un matériel conforme.
- Partie 4-4: Paramètres physiques et électriques: spécifie les signaux physiques acheminant le flux binaire spécifié dans l'IEC 60958-1. Le format de transport est destiné à être utilisé avec un câble à paire torsadée blindé de conception traditionnelle sur des distances allant jusqu'à 100 m et à des fréquences de trame allant jusqu'à 50 kHz. Des longueurs de câble plus importantes et des fréquences de trame plus élevées peuvent être utilisées, mais avec une exigence évoluant rapidement en matière de soin apporté à la sélection des câbles et à une possible égalisation au récepteur ou à l'utilisation de répéteurs actifs. Des dispositions sont prévues dans la présente norme pour adapter les bornes équilibrées afin d'utiliser un câble coaxial de 75 Ω . La transmission par câble à fibre optique est à l'étude.

INTERFACE AUDIONUMÉRIQUE –

Partie 4-4: Applications professionnelles – Paramètres physiques et électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60958 spécifie les paramètres physiques et électriques des différents supports. Cette partie avec l'IEC 60958-1, l'IEC 60958-4-1 et l'IEC 60958-4-2 précisent conjointement une interface de transmission numérique en série de deux voies de données audionumériques échantillonnées de façon périodique et représentées de façon linéaire entre un émetteur et un récepteur.

Le format de transport défini dans l'IEC 60958-1 est destiné aux utilisations avec un câble à paire torsadée blindé de conception conventionnelle sur des distances allant jusqu'à 100 m, sans égalisation de transmission ou sans la moindre égalisation particulière au récepteur et à des fréquences de trame allant jusqu'à 50 kHz. Des longueurs de câble plus importantes et des fréquences de trame plus élevées peuvent être utilisées, mais avec une exigence évoluant rapidement en matière de soin apporté à la sélection des câbles et à une possible égalisation au récepteur ou à l'utilisation de répéteurs actifs, ou encore les deux. Des dispositions sont prévues dans la présente norme pour adapter les bornes symétriques afin d'utiliser un câble coaxial de 75 Ω , et la transmission par câble à fibre optique est à l'étude. La présente norme ne couvre pas la connexion à tout équipement à courants porteurs. Dans cette spécification d'interface, une interface destinée à une utilisation grand public est également mentionnée. Les deux interfaces ne sont pas identiques.

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 référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60268-12, *Équipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 12: Application des connecteurs pour radiodiffusion et usage analogue*

IEC 60603-7 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7: Spécification particulière pour les fiches et les embases non écrantées à 8 voies*

IEC 60958-1:2008, *Interface audionumérique – Partie 1: Généralités*
IEC 60958-1:2008/AMD1:2014

IEC 60958-4-1, *Interface audionumérique – Partie 4-1: Applications professionnelles – Contenu audio*

IEC 60958-4-2, *Interface audionumérique – Partie 4-2: Applications professionnelles – Métadonnées et sous-code*

IEC 61169-8, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 8: Spécification intermédiaire – Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques, ayant un diamètre intérieur du conducteur extérieur de 6,5 mm (0,256 in), à verrouillage à baïonnette – Impédance caractéristique 50 Ω (type BNC)*

ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

intervalle d'unité

UI

intervalle de temps nominal le plus court du schéma de codage

Note 1 à l'article: Il existe 128 UI dans une trame d'échantillon. Voir l'Annexe A.

Note 2 à l'article: L'abréviation "UI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "unit interval".

3.2

instabilité de l'interface

écart temporel des transitions de données de l'interface (passages par zéro) lorsqu'elles sont mesurées par rapport à une horloge idéale

3.3

instabilité intrinsèque

instabilité de l'interface de sortie d'un dispositif non synchronisé ou synchronisé par rapport à une référence exempte d'instabilité

3.4

gain d'instabilité

taux de l'amplitude d'instabilité au niveau de l'entrée de synchronisation d'un dispositif par rapport à l'instabilité qui en résulte à la sortie du dispositif

Note 1 à l'article: Cette définition exclut l'effet d'instabilité intrinsèque.

Note 2 à l'article: Le taux est exprimé en décibels.

3.5

fréquence de trame

fréquence à laquelle les trames sont transmises

4 Caractéristiques communes

Toutes les interfaces doivent être soumises aux exigences communes d'instabilité énoncées à l'Article 5. Les autres paramètres doivent satisfaire au type de transmission spécifié.

Il convient que l'interface utilise le format de transmission symétrique spécifié à l'Annexe B. L'interface peut utiliser l'un des formats spécifiés à l'Annexe C ou l'un des formats de transmission alternatifs spécifiés dans une prochaine édition (voir l'Annexe D).

5 Instabilité

5.1 Instabilité de l'interface de sortie

5.1.1 Généralités

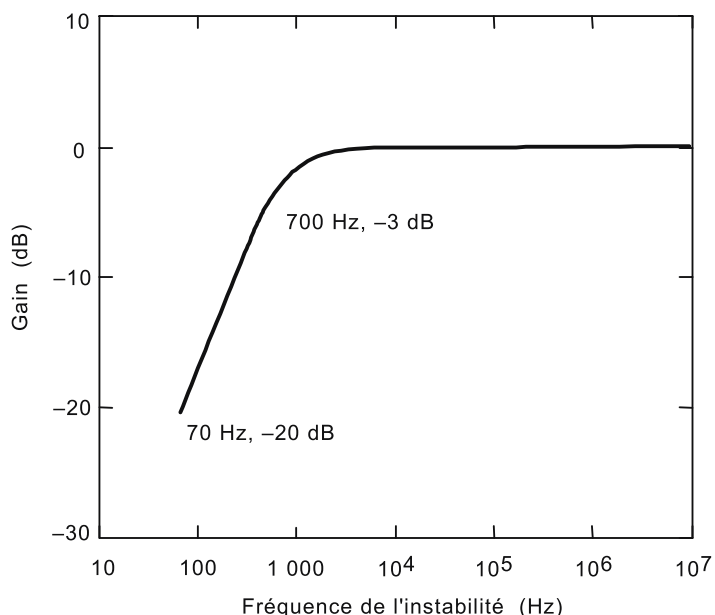
L'instabilité à la sortie d'un dispositif doit être mesurée comme la somme de l'instabilité intrinsèque au dispositif et de l'instabilité circulant à partir de la référence de synchronisation du dispositif.

5.1.2 Instabilité intrinsèque

La valeur crête de l'instabilité intrinsèque à la sortie de l'interface, mesurée à tous les passages par zéro, doit être inférieure à 0,025 UI lorsqu'elle est mesurée avec le filtre de mesure d'instabilité intrinsèque.

Les aspects suivants doivent être considérés.

- Cette instabilité peut être fortement asymétrique par nature et il convient que l'écart par rapport à la synchronisation idéale satisfasse à la spécification dans les deux directions.
- Cette exigence s'applique à la fois lorsque l'appareil est verrouillé sur une fréquence de synchronisation effectivement exempte d'instabilité, pouvant être un signal audionumérique modulé, et lorsque l'appareil n'est pas synchronisé.
- La caractéristique du filtre de mesure d'instabilité intrinsèque est présentée à la Figure 1. Elle illustre un filtre passe-haut à phase minimale ayant une atténuation de 3 dB à 700 Hz, une coupure du premier ordre à 70 Hz et un gain de bande passante de valeur unitaire.



IEC

Figure 1 – Caractéristique du filtre de mesure d'instabilité intrinsèque

5.1.3 Gain d'instabilité

Le gain d'instabilité sinusoïdale d'une quelconque entrée de référence de synchronisation à la sortie du signal doit être inférieur à 2 dB à toutes les fréquences.

En cas d'affaiblissement de l'instabilité tel que le gain d'instabilité sinusoïdale tombe en dessous du masque de fonction de transfert d'instabilité de la Figure 2, il convient alors que les spécifications du matériel indiquent que celui-ci a un affaiblissement d'instabilité tel que spécifié dans la présente norme. Le masque n'impose pas de limite supplémentaire pour le gain d'instabilité aux fréquences basses. La limite débute à la fréquence d'instabilité d'entrée de 500 Hz s'il est de 0 dB, et tombe à -6 dB pour et au-dessus de 1 kHz.

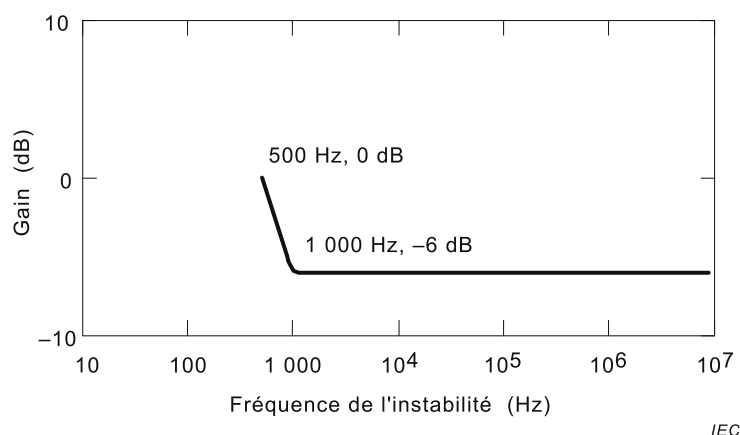


Figure 2 – Masque de fonction de transfert d'instabilité

5.2 Tolérance d'instabilité du récepteur

Il convient qu'un récepteur de données d'interface décode correctement un flux de données entrant avec une instabilité sinusoïdale quelconque définie par le gabarit de tolérance d'instabilité de la Figure 3.

Le gabarit exige une tolérance d'instabilité de 0,25 UI crête à crête pour les hautes fréquences, augmentant avec l'inverse de la fréquence en dessous de 8 kHz jusqu'au niveau de 10 UI crête à crête en dessous de 200 Hz.

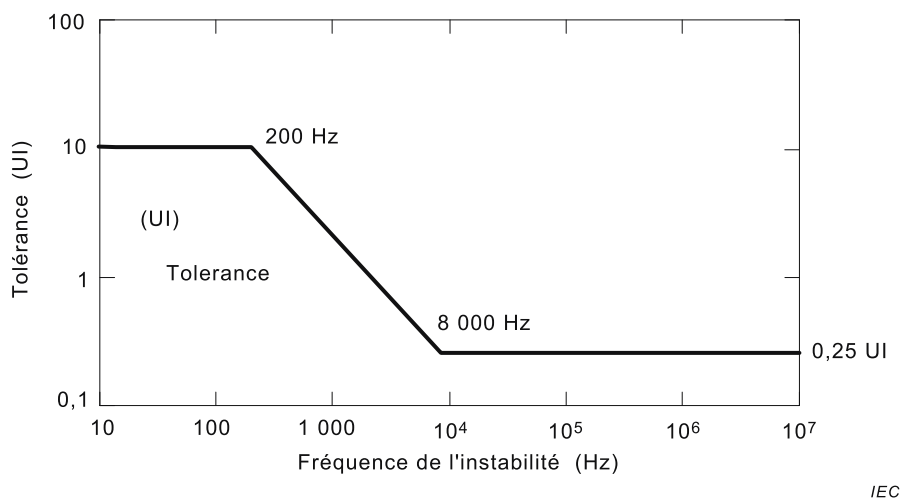


Figure 3 – Gabarit de tolérance à l'instabilité

Annexe A (informative)

Débits de symbole et UI

Les demandes relatives aux performances de l'interface sont déterminées par la fréquence de trame, qui est à son tour déterminée par la fréquence d'échantillonnage audio. Le document AES5 recommande un ensemble de fréquences d'échantillonnage faisant référence à une fréquence de base de 48 kHz avec des options permettant d'utiliser 44,1 kHz ou 32 kHz. Ces fréquences de base peuvent être mises à l'échelle par certains multiples afin d'atteindre des fréquences d'échantillonnage supérieures ou inférieures.

Le Tableau A.1 et le Tableau A.2 illustrent la façon dont le débit de symbole au niveau de l'interface, ainsi que l'UI, changent avec différents multiples de fréquence d'échantillonnage.

Tableau A.1 – Débit de symbole par rapport à la fréquence d'échantillonnage

Multiple	Fréquence d'échantillonnage (F_s) kHz		
	32	44,1	48
0,25	1,024	1,411 2	1,536
0,5	2,048	2,822 4	3,072
1	4,096	5,644 8	6,144
2	8,192	11,289 6	12,288
4	16,384	22,579 2	24,576
8	32,768	45,158 4	49,152

Tableau A.2 – UI (ns) par rapport à la fréquence d'échantillonnage

Multiple	Fréquence d'échantillonnage (F_s) kHz		
	32	44,1	48
0,25	976,56	708,62	651,04
0,5	488,28	354,31	325,52
1	244,14	177,15	162,76
2	122,07	88,58	81,38
4	61,04	44,29	40,69
8	30,52	22,14	20,35

NOTE À mesure que la fréquence d'échantillonnage augmente, la demande relative aux performances d'instabilité augmente elle aussi. Une fréquence d'échantillonnage de 8×48 kHz (384 kHz) exige une instabilité intrinsèque de $0,025 \times 20,35$ ns, ou de 0,51 ns (voir 5.1.2).

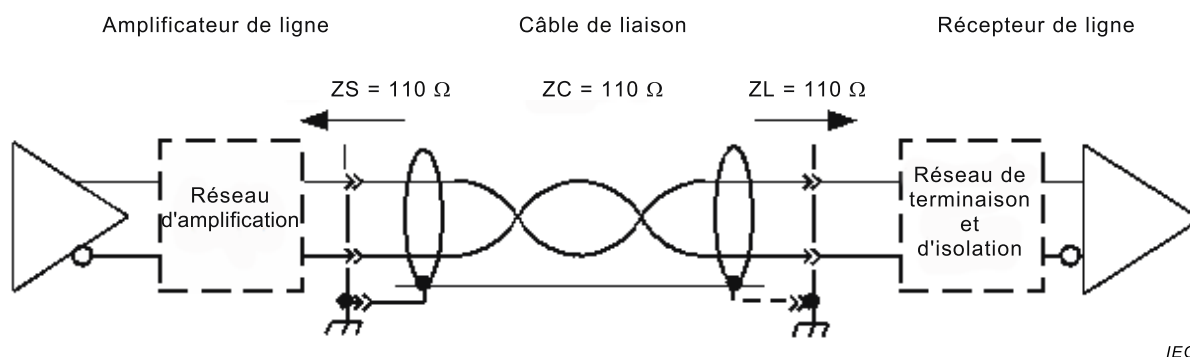
Annexe B (normative)

Transmission symétrique

B.1 Caractéristiques générales

B.1.1 Configuration

Un circuit conforme à la configuration générale présentée à la Figure B.1 peut être utilisé.



NOTE Les paramètres électriques de l'interface sont basés sur ceux définis dans la Recommandation V.11 de l'UIT-T qui autorise la transmission de signaux numériques de tensions symétriques sur des câbles allant jusqu'à quelques centaines de mètres de longueur.

Figure B.1 – Exemple simplifié de configuration du circuit (symétrique)

B.1.2 Égalisation

L'égalisation peut être utilisée au niveau du récepteur.

Il ne doit y avoir aucune égalisation avant la transmission.

La plage de fréquences utilisée pour qualifier les paramètres électriques de l'interface dépend du débit binaire maximal pris en charge. La fréquence supérieure est égale à 128 fois la fréquence de trame maximale (environ 6 MHz pour 48 kHz).

B.1.3 Câble

Le câble de liaison doit être symétrique avec une impédance caractéristique nominale de 110 Ω pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 128 fois la fréquence de trame maximale.

Le câble doit être de l'un des types suivants:

- câble blindé (protégé);
- câblage structuré, non blindé (non protégé) à paire torsadée (UTP) (Catégorie 5 ou supérieure, voir ISO/IEC 11801) voir point e) ci-dessous;
- câblage structuré, blindé (protégé) à paire torsadée (STP) (voir ISO/IEC 11801).

Le même type de câble doit être utilisé dans toute connexion d'interface unique, notamment les cordons de raccordement.

Les considérations supplémentaires suivantes doivent être prises en compte:

- a) La tenue de tolérances plus serrées pour l'impédance caractéristique du câble et pour les impédances d'amplification et de fermeture peut augmenter les longueurs de câble nécessaires à une transmission fiable et à des débits binaires supérieurs.
- b) Des tolérances plus serrées pour l'équilibre de l'impédance d'amplification, l'impédance de fermeture et pour le câble lui-même peuvent diminuer à la fois la susceptibilité électromagnétique et les émissions.
- c) L'utilisation de câbles ayant moins d'affaiblissement aux fréquences supérieures peut améliorer la fiabilité de transmission lorsque les distances sont plus grandes et les débits binaires supérieurs.
- d) Il convient de prendre des précautions particulières concernant la conception de l'interface pour assurer un équilibre adapté sur la paire torsadée dans le câble de catégorie 5. En utilisant des connecteurs RJ45, traditionnellement câblés, la pratique courante encourage à utiliser les broches 4 et 5 pour les signaux utilisant cette interface symétrique (en les séparant des signaux ATM sur le même câble par exemple). Les broches 3 et 6 désignent la seconde paire préférentielle. Pour garantir une protection totale, l'interface peut devoir résister aux tensions d'alimentation spécifiées pour soutenir l'équipement réseau, et l'utilisation de transformateurs et de condensateurs de blocage est fortement recommandée sur l'interface symétrique.
- e) Il a été prouvé que le câble UTP propose une transmission allant jusqu'à 400 m non égalisés ou à 800 m égalisés, à une fréquence de trame de 48 kHz. (Voir préimprimé AES 3783.)

B.2 Caractéristiques de l'amplificateur de ligne

B.2.1 Impédance de sortie

L'amplificateur de ligne doit avoir une sortie symétrique avec une impédance interne de 110 Ω avec une tolérance de 20 %, pour des fréquences comprises entre 0,1 MHz et 128 fois la fréquence de trame maximale mesurée aux bornes de sortie.

B.2.2 Amplitude du signal

L'amplitude du signal doit être comprise entre 2 V et 7 V crête à crête, mesurée aux bornes d'une résistance de 110 Ω reliée aux bornes de sortie, sans la présence du moindre câble de liaison.

NOTE Une valeur type est 4 V $\pm$ 10 %.

B.2.3 Symétrie

Toute composante en mode commun au niveau des bornes de sortie doit être supérieure à une valeur correspondant à 30 dB en dessous du signal, pour des fréquences comprises entre le courant continu et 128 fois la fréquence de trame maximale lorsque sa terminaison correspond à une charge flottante de 110 Ω .

B.2.4 Temps de montée et de descente

Les temps de montée et de descente, déterminés par l'amplitude des points correspondant à 10 % et 90 %, doivent être compris entre 0,03 UI et 0,18 UI quand ils sont mesurés aux bornes d'une résistance de 110 Ω reliée aux bornes de sortie sans la présence du moindre câble de liaison. Il convient de prendre des précautions particulières pour satisfaire aux réglementations locales relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM).

NOTE 1 Les temps de montée et de descente minimal et maximal pour une fréquence de trame de 48 kHz sont de 5 ns et de 30 ns respectivement.

NOTE 2 Le fonctionnement vers la limite inférieure de 5 ns peut améliorer le diagramme de l'œil du signal reçu, mais peut augmenter les rayonnements électromagnétiques dans l'émetteur.

B.3 Caractéristiques du récepteur de ligne

B.3.1 Impédance de fermeture

Le récepteur doit présenter une impédance principalement résistive de $110\ \Omega$ avec une tolérance de 20 %, pour le câble de liaison, sur la bande de fréquences comprises entre 0,1 MHz et 128 fois la fréquence de trame maximale, si elle est mesurée aux bornes d'entrée. L'utilisation de plus d'un récepteur sur une quelconque ligne pourrait créer des erreurs de transmission consécutives à la désadaptation de l'impédance résultante.

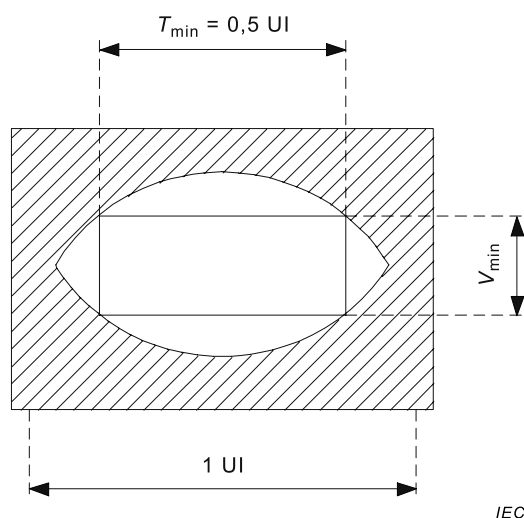
B.3.2 Signaux maximaux à l'entrée

Le récepteur doit correctement interpréter les données lorsqu'il est directement relié à un amplificateur de ligne fonctionnant entre les limites de tension extrêmes spécifiées en B.2.2.

NOTE Dans la première version de l'AES3¹ l'amplitude du signal de l'amplificateur de ligne indiquait une valeur maximale de 10 V crête à crête.

B.3.3 Signaux minimaux à l'entrée

Le récepteur doit détecter correctement les données lorsqu'un signal d'entrée aléatoire produit un diagramme de l'œil caractérisé par une valeur de $V_{\min}$ de 200 mV et une valeur de $T_{\min}$ de 0,5 UI. Voir la Figure B.2.



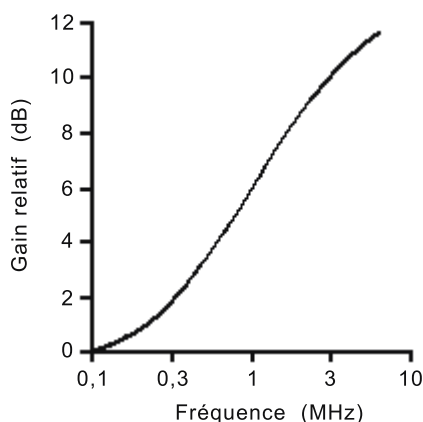
$T_{\min}$: 0,5 UI
 $V_{\min}$: 200 mV

Figure B.2 – Diagramme de l'œil, récepteur symétrique

B.3.4 Égalisation du récepteur

Une égalisation peut être appliquée dans le récepteur pour permettre d'utiliser un câble de liaison de plus de 100 m. Une caractéristique proposée pour l'égalisation de fréquence est représentée à la Figure B.3, pour un fonctionnement à une fréquence de trame de 48 kHz. Le récepteur doit satisfaire aux exigences spécifiées en B.3.2 et B.3.3.

¹ AES3-1985, AES standard for digital audio – Digital input-output interfacing – Serial transmission format for two-channel linearly-represented digital audio data



IEC

Figure B.3 – Caractéristique d'égalisation proposée pour un récepteur fonctionnant à une fréquence de trame de 48 kHz

B.3.5 Réjection en mode commun

Il ne doit pas y avoir d'erreur de données introduite par la présence d'un signal en mode commun jusqu'à 7 V crête pour les fréquences comprises entre 0 kHz et 20 kHz.

B.4 Connecteur

B.4.1 Connecteur XLR

Les connecteurs normalisés pour les entrées et les sorties doivent être des connecteurs circulaires à trois broches à verrouillage décrits dans l'IEC 60268-12. À noter que ce type de connecteur est généralement appelé XLR ou XLR-3.

Un connecteur de sortie fixé sur une partie du matériel doit utiliser des broches mâles avec un récepteur femelle. Le connecteur de câble correspondant doit donc avoir des broches femelles avec un récepteur mâle.

Un connecteur d'entrée fixé sur une partie du matériel doit utiliser des broches femelles avec un réceptacle mâle. Le connecteur de câble correspondant doit donc avoir des broches mâles avec un récepteur femelle. L'affectation des broches doit être la suivante:

Broche 1 Blindage du câble ou signal masse;

Broche 2 Signal;

Broche 3 Signal.

Le codage de voie signifie que la polarité relative des broches 2 et 3 n'est pas importante. Voir l'IEC 60958-1:2008, 4.2. Il est cependant recommandé de préserver cette polarité relative pour ces voies de signaux. Voir AES26.

B.4.2 Connecteur modulaire 8 voies

Si le câblage structuré de catégorie 5 est utilisé, le connecteur modulaire à 8 voies spécifié dans l'IEC 60603-7 (parfois appelé "RJ45") est exigé. Alors que l'interface est par définition insensible à la polarité, pour les besoins de construction d'adaptateurs, il convient que la broche XLR 2 soit reliée à la broche RJ45 5 (ou une autre broche impaire), il convient que la broche XLR 3 soit reliée à la broche RJ45 4 (ou une autre broche paire), en cohérence avec l'utilisation de l'une des quatre paires torsadées.

Il convient que les fabricants de matériels repèrent clairement les entrées et les sorties audionumériques correspondantes, en indiquant selon le cas les expressions "entrée audionumérique" ou "sortie audionumérique".

Dans ces cas, lorsque la place est limitée sur le panneau avant et que la fonction du connecteur pourrait être confondue avec un connecteur de signal analogique, il convient d'utiliser l'abréviation anglaise DI (entrée numérique) ou DO (sortie numérique) pour désigner respectivement les entrées et les sorties audionumériques.

Annexe C **(normative)**

Transmission coaxiale

C.1 Généralités

Les paramètres énoncés dans la présente annexe s'appliquent aux circuits dans lesquels l'équipement symétrique est adapté au câble coaxial. D'autres normes font appel à des chiffres plus stricts lorsque l'équipement vidéo traditionnel est utilisé pour les signaux audionumériques (SMPTE ST 276:1995) ou des chiffres moins stricts lorsque le matériel grand public est relié sur de courtes distances à l'aide d'un câble audio protégé (IEC 60958-1). Les techniques relatives aux adaptateurs sont décrites dans l'AES-2id.

C.2 Caractéristiques de l'amplificateur de ligne

C.2.1 Généralités

Aucune égalisation ne doit être autorisée avant la transmission.

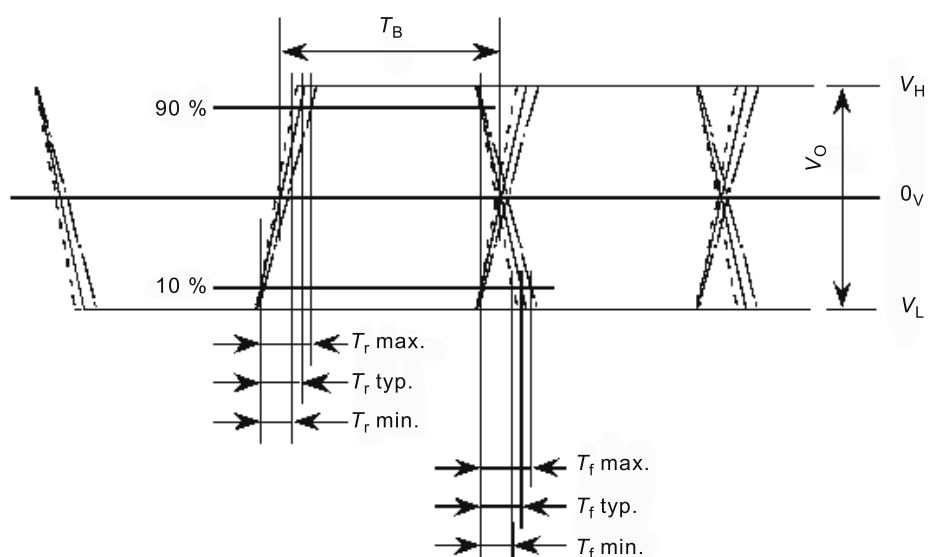
NOTE La spécification relative à l'amplificateur de ligne (également connu sous le nom de générateur ou d'émetteur) est totalement différente de la spécification électrique de l'interface symétrique et repose sur une transmission non symétrique par câble coaxial cohérente avec la pratique professionnelle vidéo analogique traditionnelle.

C.2.2 Impédance de sortie

L'amplificateur de ligne doit avoir un circuit de sortie non symétrique présentant une impédance source de $75\ \Omega$ et un facteur d'adaptation supérieur à 15 dB au-dessus de la bande de fréquences comprise entre 0,1 MHz et $128 \times$ la fréquence de trame (6,0 MHz dans le cas de 48 kHz).

C.2.3 Caractéristiques des signaux

La caractéristique du signal de sortie doit être telle que présentée à la Figure C.1 et dans le Tableau C.1 lorsqu'elle est mesurée sur une résistance reliée aux bornes de sortie. La résistance doit présenter une valeur de $75\ \Omega$ avec une tolérance relative de $\pm 1\ %$.



IEC

Figure C.1 – Forme d'onde du signal de sortie

Tableau C.1 – Caractéristiques du signal de sortie

Paramètre	Symbole	Minimale	Type	Maximale	Unité
Tension de sortie	$V_O = V_H - V_L$	0,8	1,0	1,2	V
Décalage en courant continu	$ V_H + V_L $	–	–	<50	mV
Temps de montée	T_r	0,185 (30 ns)	0,225 (37 ns)	0,27 (44 ns)	UI voir point f)
Temps de descente	T_f	0,185 (30 ns)	0,225 (37 ns)	0,27 (44 ns)	UI voir point f)
Largeur de bit	T_B	–	1 (163 ns)	–	UI voir points a) et f)

Les considérations supplémentaires suivantes doivent être prises en compte.

- Égal à $1/(128 \times \text{fréquence de trame})$.
- La tension de sortie est identique aux signaux vidéo analogiques types.
- Un décalage en courant continu inférieur fournit un meilleur résultat pour une transmission longue.
- La valeur minimale des temps de montée et de descente est choisie pour limiter la bande passante du signal de sortie. Si ce signal audionumérique est fourni à un amplificateur de distribution vidéo analogique traditionnel (VDA), la limitation de la bande passante empêche une distorsion de phase inutile du signal provoquée par la bande passante limitée du VDA analogique. Des fréquences de trame élevées impliquent des bandes passantes vidéo élevées exemptes de distorsion de phase. Le fonctionnement vers la limite inférieure peut améliorer le diagramme de l'œil du signal reçu, mais peut augmenter la CEM au niveau de l'émetteur. Il convient de prendre des précautions particulières pour satisfaire aux réglementations locales relatives à la CEM.
- La valeur maximale des temps de montée et de descente est choisie avec soin compte tenu du souhait de transmission longue distance (1 000 m).

- f) Les chiffres entre (parenthèses) représentent les valeurs temporelles lorsque la fréquence de trame est de 48 kHz.

C.3 Caractéristiques du câble coaxial

Le câble de liaison doit être coaxial et présenter une impédance caractéristique de $75 \Omega \pm 3 \Omega$ sur la bande de fréquences allant de 0,1 MHz à $128 \times$ la fréquence de trame (6,0 MHz dans le cas de 48 kHz). Voir AES-2id pour une discussion relative aux principes de conception. Il convient que le câble soit bien protégé.

C.4 Caractéristiques du récepteur de ligne

C.4.1 Généralités

L'égalisation peut être utilisée au niveau du récepteur.

A noter que l'intégrité de signal récupérée est déterminée par la condition du signal à l'extrémité du câble terminé et les caractéristiques du récepteur. Les caractéristiques du récepteur telles que le niveau de seuil, le niveau d'hystérésis, la sensibilité d'entrée, etc. dépendent de l'application. L'application est définie en partie par la distance de transmission, le câble spécifique utilisé, la marge de bruit exigée et les performances du circuit de récupération d'horloge en aval. Si l'intention est de préserver l'intégrité du signal dans différentes circonstances de sorte qu'elle soit identique dans tous les cas, l'exigence relative au récepteur optimal varie dans chaque cas. La présente norme établit donc uniquement les exigences minimales, plutôt que de spécifier la caractéristique de chaque récepteur.

C.4.2 Impédance de fermeture

L'impédance de fermeture doit être une impédance résistive, au niveau du connecteur de câble, de 75Ω avec un facteur d'adaptation de 15 dB ou plus sur la bande de fréquences comprise entre 0,1 et $128 \times$ la fréquence de trame (6,0 MHz dans le cas de 48 kHz).

C.4.3 Signaux maximaux à l'entrée

Le récepteur doit correctement interpréter les données lorsqu'il est directement relié à un amplificateur de ligne fonctionnant entre les limites de tension extrêmes spécifiées en C.2.3.

C.4.4 Signaux minimaux à l'entrée

Le récepteur doit interpréter correctement les données lorsqu'un signal aléatoire au niveau du connecteur d'entrée produit un diagramme de l'œil caractérisé par une valeur $V_{\min}$ de 320 mV et une valeur $T_{\min}$ de 0,5 UI (voir Figure C.2).

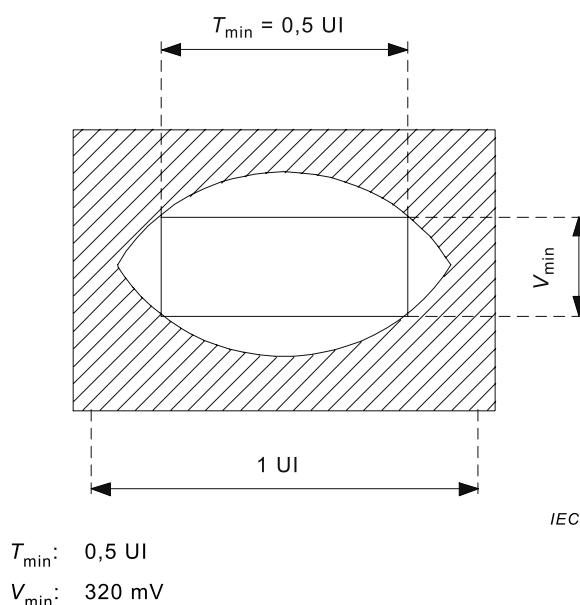


Figure C.2 – Diagramme de l'œil, récepteur coaxial

À noter que cette spécification est équivalente à celle du signal minimal au niveau du connecteur BNC terminé à l'extrémité réceptrice du câble coaxial. Elle est écrite afin de maintenir la compatibilité au matériel existant conforme à l'Annexe B lorsqu'un tampon résistif ou un convertisseur d'impédance de transformateur, adaptant un connecteur BNC (75 Ω) au type de connecteur XLR décrit à l'Annexe B (110 Ω) est utilisé pour relier le câble coaxial non symétrique à l'entrée de l'interface symétrique. Voir AES-2id pour des exemples.

Pour les transmissions supérieures à 1 000 m, les expériences ont révélé la nécessité d'utiliser un récepteur à haute sensibilité pouvant fonctionner en toute fiabilité avec un diagramme de l'œil du signal d'entrée caractérisé par une valeur $V_{\min}$ de 30 mV comme le présente la Figure C.3. Voir AES-2id pour des exemples.

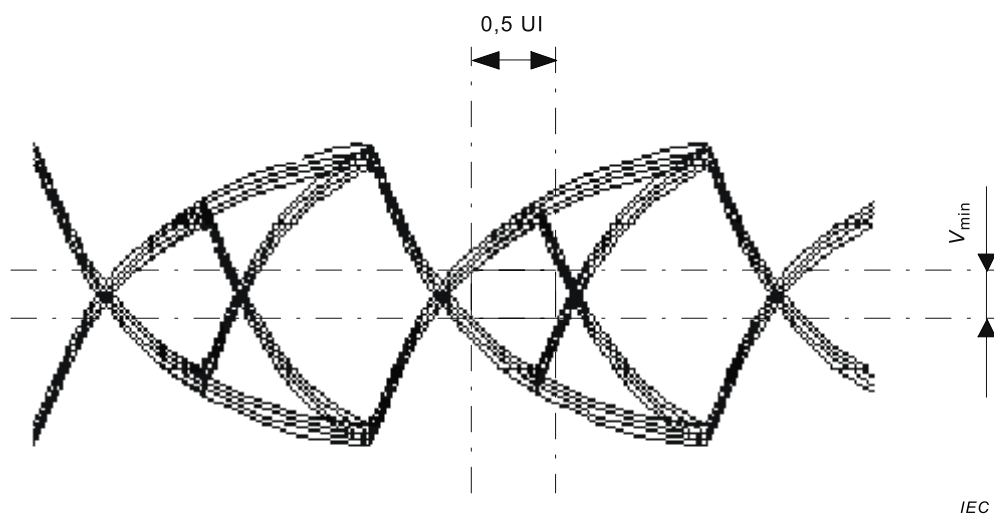


Figure C.3 – Diagramme de l'œil pour une transmission longue distance

C.5 Connecteur

Le connecteur doit présenter des caractéristiques mécaniques conformes au BNC type décrit dans l'IEC 61169-8, mais peut afficher une impédance de 75 Ω .

Annexe D (informative)

Transmission optique

D.1 Courte distance

L'utilisation d'une fibre optique en plastique pour de courtes distances (<10 m) est à l'étude.

D.2 Moyenne distance

L'utilisation d'une fibre optique à gradient d'indice (multimode) pour de moyennes distances (10 m à 2 km) est à l'étude.

D.3 Longue distance

L'utilisation d'une fibre optique unimodale (monomode) pour de longues distances (>1 km) est à l'étude.

Bibliographie

IEC 60958 (toutes les parties), *Interface audionumérique*

IEC 60958-3, *Interface audionumérique– Partie 3: Applications grand public*

Recommandation UIT-R BS.647, *Interface audionumérique pour les studios de radiodiffusion*

Recommandation UIT-T V.11, *Caractéristiques électriques des circuits de jonction symétriques à double courant fonctionnant à des débits jusqu'à 10 Mbit/s*

AES3-4, *AES standard for digital audio – Digital input-output interfacing – Serial transmission format for two-channel linearly-represented digital audio data – Part 4: Physical and electrical*, Audio Engineering Society, New York, NY, USA

AES5, *AES recommended practice for professional digital audio – Preferred sampling frequencies for applications employing pulse-code modulation*, Audio Engineering Society, New York, NY, USA

AES10, *AES Recommended Practice for Digital Audio Engineering – Serial Multi-channel Audio Digital Interface (MADI)*, Audio Engineering Society, New York, NY., USA

AES26, *AES recommended practice for professional audio – Conservation of the polarity of audio signals*, Audio Engineering Society, New York, NY, USA

AES-2id, *AES information document for digital audio engineering – Guidelines for the use of the AES3 interface*, Audio Engineering Society, New York, NY, USA

AES preprint 3783, 96th AES Convention, Amsterdam, February 1994, *Twisted-pair cables for AES/EBU Digital Audio Signals*, D. G. Kirby, BBC R & DD, (publié ultérieurement dans J. Audio Eng. Soc. Vol. 43, No. 3, 1995 Mars, pp. 137-146)

SMPTE ST 276:1995, *Transmission of AES/EBU Digital Audio Signals Over Coaxial Cable*, Society of Motion Picture and Television engineers, White Plains, NY., USA

SMPTE ST 297:2006, *Serial Digital Fiber Transmission System for ANSI/SMPTE 259M Signals*, Society of Motion Picture and Television engineers, White Plains, NY., USA

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch