

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor devices – Semiconductor interface for human body
communication –**

Part 2: Characterization of interfacing performances

**Dispositifs à semiconducteurs – Interface à semiconducteurs pour les
communications via le corps humain –**

Partie 2: Caractérisation des performances d'interfaçage



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor devices – Semiconductor interface for human body
communication –**

Part 2: Characterization of interfacing performances

**Dispositifs à semiconducteurs – Interface à semiconducteurs pour les
communications via le corps humain –**

Partie 2: Caractérisation des performances d'interfaçage

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.080.01

ISBN 978-2-8322-3175-3

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.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms, definitions and letter symbols	6
3.1 General terms	6
3.2 Signal characteristics	9
3.3 Letter symbols	11
4 Measurement of electrical performances of electrode	11
4.1 Measurement setup.....	11
4.2 Measurement apparatus and signal specifications.....	12
4.2.1 Transmitter and receiver module	12
4.2.2 Synchronization module	13
4.2.3 Measurement equipment	13
4.2.4 Signal specifications	13
4.3 Measurement procedure.....	14
4.3.1 General	14
4.3.2 Attachment of transmitter and receiver modules.....	14
4.3.3 Transmission of pulse and synchronization signals	14
4.3.4 Synchronization of measurement equipment	14
4.3.5 Signal processing in receiver module.....	14
4.3.6 Measurement of pulse and processed signal.....	14
4.3.7 Compensation for signal processing	14
4.3.8 Computation of impulse response and complex transfer function	14
4.4 Post processing for electrode performances.....	14
4.4.1 General	14
4.4.2 In-band average signal-loss	14
4.4.3 In-band average phase-shift	15
4.4.4 RMS delay	15
4.4.5 Coherent bandwidth	15
Bibliography	17
Figure 1 – Pulse signal	8
Figure 2 – Synchronization signal.....	9
Figure 3 – Measurement setup.....	12
Table 1 – Letter symbols.....	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES – SEMICONDUCTOR INTERFACE
FOR HUMAN BODY COMMUNICATION –****Part 2: Characterization of interfacing performances**

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 62779-2 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

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

FDIS	Report on voting
47/2268/FDIS	47/2278/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62779 series, published under the general title *Semiconductor devices – Semiconductor interface for human body communication*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site 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 IEC 62779 series is composed of three parts as follow:

- IEC 62779-1 defines general requirements of a semiconductor interface for human body communication. It includes general and functional specifications of the interface.
- IEC 62779-2 defines a measurement method on electrical performances of an electrode that constructs a semiconductor interface for human body communication.
- IEC 62779-3 defines functional type of a semiconductor interface for human body communication, and operational conditions of the interface.

SEMICONDUCTOR DEVICES – SEMICONDUCTOR INTERFACE FOR HUMAN BODY COMMUNICATION –

Part 2: Characterization of interfacing performances

1 Scope

This part of IEC 62779 defines a measurement method on electrical performances of an electrode that composes a semiconductor interface for human body communication (HBC). In the measurement method, a signal transmitter is electrically isolated from a signal receiver, so an isolation condition between the transmitter and receiver is maintained to accurately measure the electrode's performances. This part includes general and functional specifications of the measurement method.

HBC uses the body of a user as a transmission medium using near-field coupling inside the body: a signal transmitter and receiver are coupled with each other through a near field that is formed inside the human body and air. The intensity of the near field is strong especially inside the body due to high dielectric constant of the body, so a data signal is transmitted through the human body by modulating the near field. A signal transmitter and receiver for HBC include an internal ground respectively, and, in most HBC applications, the grounds are separated from each other as maintaining the coupling condition through the air. Quality of a data transmission strongly depends on a coupling degree between the grounds; hence, it is important to maintain the coupling degree between grounds of a signal transmitter and receiver for an accurate measurement of the electrode's performances. This part defines a measurement method to measure electrical performances of an electrode while the coupling degree between grounds of a signal transmitter and receiver is maintained.

NOTE 1 HBC semiconductor interface consists of an electrode and analog front end.

NOTE 2 General analog and digital modulation techniques can be used to modulate a near field used in HBC, and a modulation technique to be used is determined according to required performances for a data transmission and a HBC application.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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.

None.

3 Terms, definitions and letter symbols

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

3.1 General terms

3.1.1

electrode

physical structure to transmit an electrical signal between an analog front end and the human body while attached to or located near the human body

Note 1 to entry: An electrode transfers an electrical signal to be transmitted to a non-metallic transmission channel, the human body. It also transfers an electrical signal received from the human body to the analog front end.

Note 2 to entry: electrode can have an adhesive material on its surface like a disposable ECG electrode to be attached itself to the human body; or a metal surface for a simple implementation. In the case of a metal surface, an electrode makes contact with the human body by attaching it to the human body using an attachment aid like a rubber band; or simply touching it with the hand.

[SOURCE: IEC 62779-1: 3.1.1, modified – Note 2 to entry has been added.]

3.1.2

transmitter module

circuit module that generates a pulse signal to be transmitted to the human body through an electrode for measurement of the electrode's performances; and a synchronization signal of an optical type to be transmitted through an optical cable for synchronization of the pulse signal transmitted through the human body

Note 1 to entry: A transmitter module includes a signal amplifier to amplify the transmitting pulse signal; and a signal filter to remove a signal component causing an interference to other measurement modules and measurement equipment.

3.1.3

receiver module

circuit module that processes a pulse signal received from the human body through an electrode to increase signal quality for measurement of the electrode's performances

Note 1 to entry: A receiver module includes a signal amplifier to amplify the received pulse signal; and a signal filter to remove a noise or interference signal from the received pulse signal.

3.1.4

synchronization module

circuit module that transforms a synchronization signal transmitted through an optical cable into an electrical signal; and generates a trigger signal using the transformed synchronization signal to trigger measurement equipment

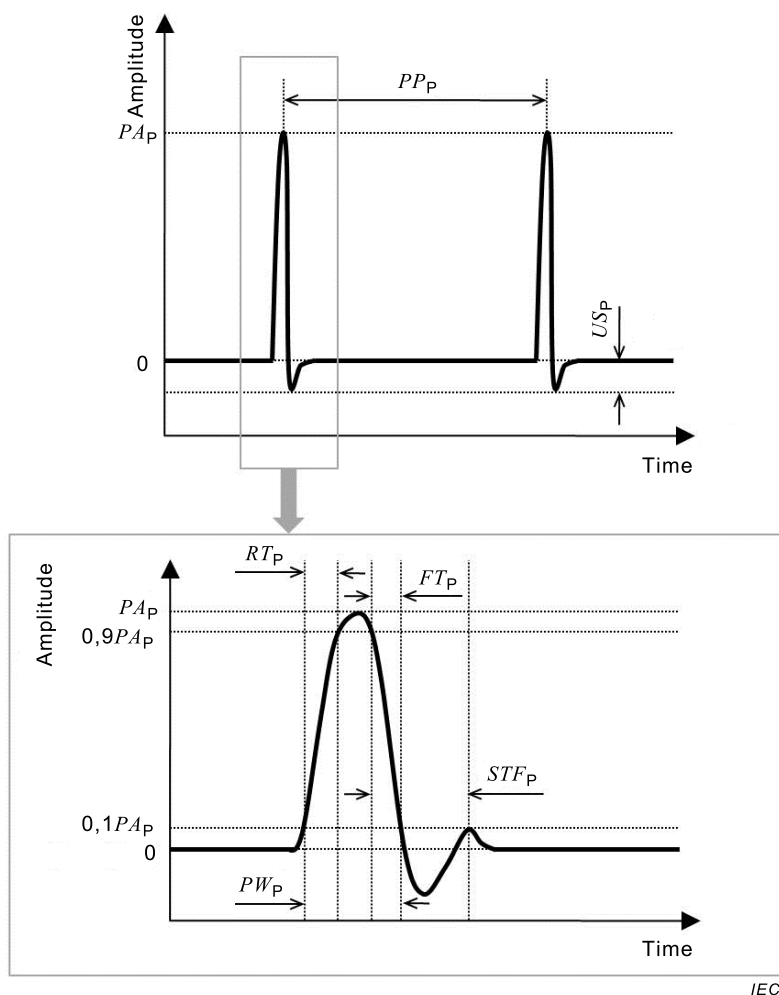
Note 1 to entry: A synchronization module includes an optical transceiver to transform an optical signal into an electrical signal or vice versa.

3.1.5

pulse signal

electrical signal that is generated in the transmitter module and then transmitted to the human body through an electrode to measure the electrode's performances while having a specific pulse-width to include a signal component at frequency bands over which the performances are to be measured

Note 1 to entry: Figure 1 shows a pulse signal and its related terms.



IEC

Key

PA_p	Pulse amplitude	PP_p	Pulse period
US_p	Undershoot	PW_p	Pulse width
RT_p	Rising time	FT_p	Falling time
STF_p	Settling time of falling		

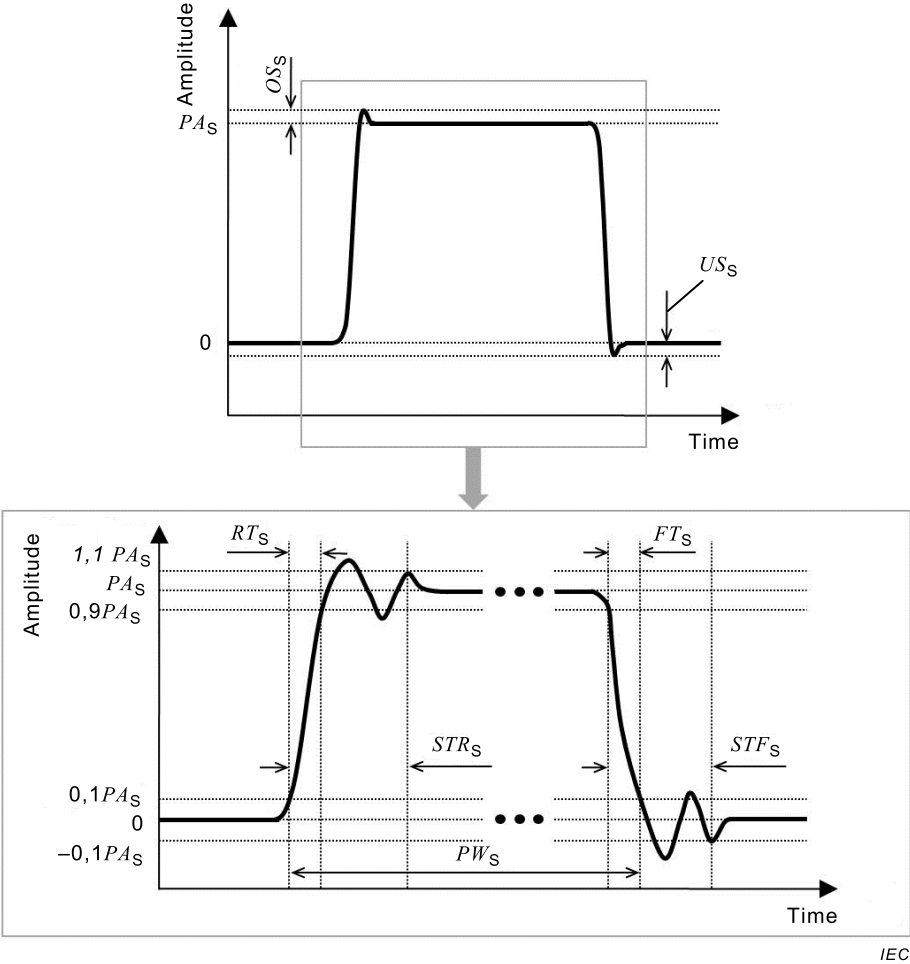
Figure 1 – Pulse signal

Note 2 to entry: A pulse signal has a short pulse-width to include a signal component at a wide-frequency band.

3.1.6 synchronization signal

electrical signal that is synchronized to the pulse signal and then transformed into an optical signal to be transmitted to a synchronization module through an optical cable for the purpose of synchronization between the transmitter and receiver modules

Note 1 to entry: Figure 2 shows a synchronization signal and its related terms.



Key

PA_s	Pulse amplitude	OS_s	overshoot
US_s	Undershoot	PW_s	Pulse width
RT_s	Rising time	FT_s	Falling time
STR_s	Settling time of rising	STF_s	Settling time of falling

Figure 2 – Synchronization signal

3.2 Signal characteristics

3.2.1 pulse amplitude

PA_p
peak amplitude of pulse signal in volts

3.2.2 pulse period

PP_p
time period of periodic pulses in seconds

3.2.3 undershoot

US_p
minimum amplitude in volts during transient period of a falling signal

3.2.4

pulse width

PW_p

time interval in seconds between points at which a pulse signal has 10 % value of pulse amplitude

3.2.5

rising time

RT_p

time interval in seconds required for a pulse signal to rise from 10 % value of pulse amplitude to 90 % value

3.2.6

falling time

FT_p

time interval in seconds required for a pulse signal to fall from 90 % value of pulse amplitude to 10 % value

3.2.7

settling time of falling

STF_p

maximum time interval in seconds required for a pulse signal to fall from 90 % value of pulse amplitude to 10 % or –10 % value during transient period of a falling signal

3.2.8

pulse amplitude

PA_s

peak amplitude of a synchronization signal in volts after transient period of a rising signal

3.2.9

overshoot

OS_s

differential amplitude in volts from pulse amplitude to peak amplitude during transient period of a rising signal

3.2.10

undershoot

US_s

minimum amplitude in volts during transient period of a falling signal

3.2.11

pulse width

PW_s

time interval in seconds between points at which a synchronization signal has 10 % value of pulse amplitude

3.2.12

rising time

RT_s

time interval in seconds required for a synchronization signal to rise from 10 % value of pulse amplitude to 90 % value

3.2.13

falling time

FT_s

time interval in seconds required for a synchronization signal to fall from 90 % value of pulse amplitude to 10 % value

3.2.14**settling time of rising** **STR_s**

maximum time interval in seconds required for a synchronization signal to rise from 10 % value of pulse amplitude to 110 % or 90 % value during transient period of a rising signal

3.2.15**settling time of falling** **STF_s**

maximum time interval in seconds required for a synchronization signal to fall from 90 % value of pulse amplitude to 10 % or –10 % value during transient period of a falling signal

3.3 Letter symbols

For the purposes of this document, the letter symbols given in Table 1 apply.

Table 1 – Letter symbols

Name and designation	Letter symbol
Pulse amplitude	PA_p
Pulse period	PP_p
Undershoot	US_p
Pulse width	PW_p
Rising time	RT_p
Falling time	FT_p
Settling time of falling	STF_p
Pulse amplitude	PA_s
Overshoot	OS_s
Undershoot	US_s
Pulse width	PW_s
Rising time	RT_s
Falling time	FT_s
Settling time of rising	STR_s
Settling time of falling	STF_s

4 Measurement of electrical performances of electrode**4.1 Measurement setup**

A measurement setup as shown in Figure 3 is applied to measure interface performances while maintaining a coupling degree between grounds inside a signal transmitter and receiver.

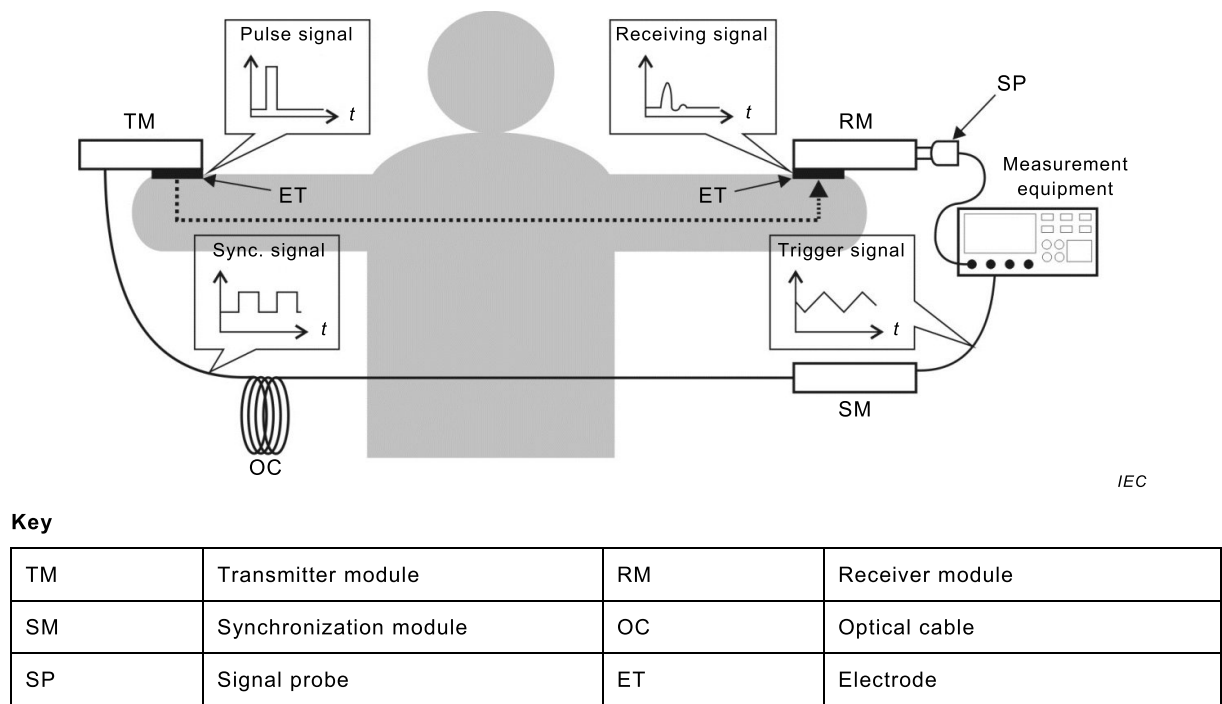


Figure 3 – Measurement setup

4.2 Measurement apparatus and signal specifications

4.2.1 Transmitter and receiver module

4.2.1.1 General

For an accurate measurement of the electrode's performances, physical and electrical specifications of the modules are determined as follows.

4.2.1.2 Size of internal ground plane

An internal ground plane inside a transmitter and receiver module shall have the same size as that of a device to which a HBC semiconductor interface is applied.

4.2.1.3 Amplitude of pulse signal

A pulse signal transmitted through an electrode to the human body shall have enough small amplitude to minimize any potential harmful health effects that may occur during transmitting the pulse signal.

If applicable, general regulations to limit human exposure to electromagnetic fields (EMF) shall be satisfied.

4.2.1.4 Interface

Each module shall include an interface for a measurement equipment to measure a pulse signal in the transmitter module and a processed signal in the receiver module.

4.2.1.5 Modulation technique

In the transmitter, any modulation technique can be used to transform a synchronization signal to an optical signal transmitted through an optical cable.

4.2.2 Synchronization module

4.2.2.1 General

A synchronization module shall be sufficiently distant from the human body to avoid signal interference with a pulse signal transmitted through the human body.

4.2.2.2 Demodulation technique

A demodulation technique corresponding to the modulation technique used for a synchronization signal shall be used to transform an optical signal received through an optical cable to a synchronization signal.

4.2.3 Measurement equipment

Measurement equipment including a signal probe shall be prepared to measure a pulse signal in the transmitter module and a processed signal in the receiver module respectively.

The measurement equipment shall be synchronized with the pulse signal in transmitter using a trigger signal generated from the synchronization module.

4.2.4 Signal specifications

4.2.4.1 General

The following specifications of the signals that are used for measurement shall be given.

4.2.4.2 Pulse signal

The following specifications of the pulse signal shall be given:

- a) pulse amplitude;
- b) pulse period;
- c) undershoot;
- d) pulse width;
- e) rising time;
- f) falling time;
- g) settling time of falling.

4.2.4.3 Synchronization signal

The following specifications of the synchronization signal shall be given:

- a) pulse amplitude;
- b) overshoot;
- c) undershoot;
- d) pulse width;
- e) rising time;
- f) falling time;
- g) settling time of rising;
- h) settling time of falling.

4.3 Measurement procedure

4.3.1 General

The interface performance is measured according to the following procedure.

4.3.2 Attachment of transmitter and receiver modules

A transmitter and a receiver module, each having an electrode under measurement, are attached to the human body.

4.3.3 Transmission of pulse and synchronization signals

A pulse signal that is generated in a transmitter module is transmitted to the human body through the electrode. Furthermore, a synchronization signal that is synchronized to the pulse signal is transmitted to an optical cable for synchronization after being transformed into an optical signal.

4.3.4 Synchronization of measurement equipment

A synchronization module transforms an optical signal transmitted through an optical cable into a synchronization signal; it then generates a trigger signal to synchronize a measurement equipment to a pulse signal in a transmitter module.

4.3.5 Signal processing in receiver module

A receiving signal is processed in a receiver module. The signal processing includes signal amplification and filtering.

4.3.6 Measurement of pulse and processed signal

A pulse signal in a transmitter module is measured using a signal probe in the measurement equipment; then a processed signal in a receiver module is measured using the same signal probe while synchronization with a pulse signal in a transmitter module is maintained.

4.3.7 Compensation for signal processing

An amplitude gain by signal processing in a receiver module is compensated to obtain a receiving signal received at an electrode of the receiver module.

4.3.8 Computation of impulse response and complex transfer function

After pulse and receiving signals are respectively transformed into the frequency domain, the transformed receiving signal is subtracted from the transformed pulse signal to obtain a complex transfer function. An impulse response is obtained by transforming the obtained complex transfer function into the time domain.

4.4 Post processing for electrode performances

4.4.1 General

After obtaining an impulse response, $h[n]$, and complex transfer function, $H[m]$, from the comparison of the pulse and receiving signals, electrical performances shall be calculated as follows.

4.4.2 In-band average signal-loss

The in-band average signal-loss can be calculated from the complex transfer function as follows:

$$SL_{\text{average}} = \frac{1}{M_1 - M_2 + 1} \sum_{m=M_1}^{M_2} |H[m]| \quad (1)$$

Here, SL_{average} is the in-band average signal loss, and $H[m]$ is the complex transfer function with a frequency index m . M_1 and M_2 represent the frequency band where the signal loss is averaged.

4.4.3 In-band average phase-shift

The in-band average phase-shift can be calculated from the complex transfer function as follows:

$$PS_{\text{average}} = \frac{1}{M_1 - M_2 + 1} \sum_{m=M_1}^{M_2} \angle H[m] \quad (2)$$

Here, PS_{average} is the in-band average phase-shift.

4.4.4 RMS delay

The RMS delay can be calculated from a power delay profile defined as follows:

$$P(n) = \frac{|h[n]|^2}{\sum_{n=N_1}^{N_2} |h[n]|^2} \quad (3)$$

Here, $P(n)$ is the power delay profile and $h[n]$ is the impulse response. N_1 and N_2 are a time index to represent the time interval where the impulse response is obtained. The RMS delay, the second central moment, is expressed as:

$$\tau_{\text{RMS}} = t_s \cdot \left[\sum_{\tau=N_1}^{N_2} (\tau - \tau_e)^2 \cdot P(\tau) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Here, τ_{RMS} is the RMS delay, and t_s is the sampling interval. τ_e is the first moment of the power delay profile defined as:

$$\tau_e = t_s \cdot \sum_{\tau=N_1}^{N_2} \tau \cdot P(\tau) \quad (5)$$

4.4.5 Coherent bandwidth

The coherence bandwidth is a measure of the frequency range over which a frequency correlation function can be considered flat. The frequency correlation function is defined using the complex transfer function as follows:

$$R(\Delta m) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} H[m] \cdot H^*[m + \Delta m] \quad (6)$$

Here, $R(\Delta m)$ is the coherent bandwidth. Also, $H^*[m+\Delta m]$ is the complex conjugate of $H[m+\Delta m]$. The coherence bandwidth is defined usually as the frequency shift at which the frequency correlation function has a value corresponding to 90 % of its peak value.

Bibliography

IEC 62779 (all parts), *Semiconductor devices – Semiconductor interface for human body communication*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application.....	22
2 Références normatives	22
3 Termes, définitions et symboles littéraux.....	22
3.1 Termes généraux	23
3.2 Caractéristiques des signaux.....	25
3.3 Symboles littéraux.....	27
4 Mesurage des performances électriques d'une électrode	27
4.1 Montage de mesure.....	27
4.2 Appareils de mesure et spécifications des signaux.....	28
4.2.1 Modules d'émission et de réception	28
4.2.2 Module de synchronisation	29
4.2.3 Appareils de mesure	29
4.2.4 Spécification des signaux	29
4.3 Procédure de mesure	30
4.3.1 Généralités	30
4.3.2 Fixation des modules d'émission et de réception.....	30
4.3.3 Transmission des signaux d'impulsions et de synchronisation	30
4.3.4 Synchronisation des appareils de mesure	30
4.3.5 Traitement des signaux dans un module de réception	30
4.3.6 Mesurage des signaux d'impulsions et des signaux traités	30
4.3.7 Compensation pour le traitement des signaux.....	30
4.3.8 Calcul de la réponse impulsionnelle et de la fonction de transfert complexe	30
4.4 Post-traitement des performances d'une électrode	30
4.4.1 Généralités	30
4.4.2 Pertes moyennes de signal dans la bande	30
4.4.3 Déphasage moyen dans la bande	31
4.4.4 Retard en valeur efficace	31
4.4.5 Largeur de bande de cohérence	31
Bibliographie	33
Figure 1 – Signal d'impulsions.....	24
Figure 2 – Signal de synchronisation.....	25
Figure 3 – Montage de mesure.....	28
Tableau 1 – Symboles littéraux	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – INTERFACE À SEMICONDUCTEURS POUR LES COMMUNICATIONS VIA LE CORPS HUMAIN –

Partie 2: Caractérisation des performances d'interfaçage

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. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments 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 62779-2 a été établie par le comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/2268/FDIS	47/2278/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62779, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Interface à semiconducteurs pour les communications via le corps humain*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

INTRODUCTION

La série IEC 62779 est composée des trois parties suivantes:

- l'IEC 62779-1 définit les exigences générales d'une interface à semiconducteurs pour les communications via le corps humain. Elle inclut des spécifications générales et fonctionnelles de l'interface.
- l'IEC 62779-2 définit une méthode de mesure des performances électriques d'une électrode qui réalise une interface à semiconducteurs pour les communications via le corps humain.
- l'IEC 62779-3 définit un type fonctionnel d'une interface à semiconducteurs pour les communications via le corps humain et les conditions opérationnelles de l'interface.

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – INTERFACE À SEMICONDUCTEURS POUR LES COMMUNICATIONS VIA LE CORPS HUMAIN –

Partie 2: Caractérisation des performances d'interfaçage

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62779 définit une méthode de mesure des performances électriques d'une électrode qui constitue une interface à semiconducteurs pour les communications via le corps humain. Dans la méthode de mesure, un émetteur de signaux est isolé électriquement d'un récepteur de signaux. Ceci assure le maintien de l'isolation entre l'émetteur et le récepteur pour mesurer avec exactitude les performances d'une électrode. La présente partie inclut des spécifications générales et fonctionnelles de la méthode de mesure.

Les communications via le corps humain utilisent le corps d'un utilisateur comme support de transmission utilisant un couplage en champ proche à l'intérieur du corps: un émetteur et un récepteur de signaux sont couplés l'un à l'autre par un champ proche formé à l'intérieur du corps humain et dans l'air. L'intensité du champ proche est forte notamment à l'intérieur du corps en raison de la constante diélectrique élevée du corps humain, et donc un signal de données est transmis à travers le corps humain en modulant le champ proche. Un émetteur et un récepteur de signaux pour des communications via le corps humain incluent une terre interne, et, dans la plupart des applications pour communications via le corps humain, les terres sont séparées l'une de l'autre et la condition de couplage dans l'air est maintenue. La qualité d'une transmission de données dépend fortement du degré de couplage entre les terres. Il est donc important de maintenir le degré de couplage entre les terres d'un émetteur et d'un récepteur de signaux pour mesurer avec exactitude les performances d'une électrode. La présente partie définit une méthode de mesure des performances électriques d'une électrode tout en maintenant le degré de couplage entre les terres d'un émetteur et d'un récepteur de signaux.

NOTE 1 Une interface à semiconducteurs HBC est constituée d'une électrode et d'un circuit analogique frontal.

NOTE 2 Des techniques générales de modulation analogique et de modulation numérique peuvent être utilisées pour moduler un champ proche utilisé dans des communications via le corps humain et une technique de modulation à utiliser est déterminée en fonction des performances exigées pour une transmission de données et une application pour communications via le corps humain.

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).

Aucune.

3 Termes, définitions et symboles littéraux

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

3.1 Termes généraux

3.1.1

électrode

structure physique servant à transmettre un signal électrique entre un circuit analogique frontal et le corps humain, la structure étant fixée au corps humain ou située à proximité du corps humain

Note 1 à l'article: Une électrode transfère un signal électrique à transmettre à un canal de transmission non métallique, le corps humain. Elle transfère également un signal électrique reçu depuis le corps humain au circuit analogique frontal.

Note 2 à l'article: La surface d'une électrode peut comporter un matériau adhésif comme pour les électrodes d'ECG jetables à fixer soi-même sur le corps ou une surface métallique pour une mise en œuvre simple. Dans le cas d'une surface métallique, le contact entre l'électrode et le corps se fait en fixant l'électrode au corps à l'aide d'un dispositif de fixation, par exemple une bande de caoutchouc, ou simplement en touchant l'électrode avec la main.

[SOURCE: IEC 62779-1: 3.1.1, modifiée – La note 2 à l'article a été ajoutée.]

3.1.2

module d'émission

module de circuits qui génèrent un signal d'impulsions à transmettre au corps humain par une électrode pour mesurer les performances de l'électrode et un signal de synchronisation de type optique à transmettre par un câble optique pour synchroniser le signal d'impulsions transmis à travers le corps humain

Note 1 à l'article: Un module d'émission inclut un amplificateur de signal pour amplifier le signal d'impulsions transmis et un filtre de signal pour éliminer une composante du signal perturbant les autres modules de mesure et les appareils de mesure.

3.1.3

module de réception

module de circuits qui traitent un signal d'impulsions reçu depuis le corps humain par une électrode pour augmenter la qualité du signal pour le mesurage des performances de l'électrode

Note 1 à l'article: Un module de réception inclut un amplificateur de signal pour amplifier le signal d'impulsions reçu et un filtre de signal pour éliminer un signal de bruit ou d'interférence du signal d'impulsions reçu.

3.1.4

module de synchronisation

module de circuits qui transforment un signal de synchronisation transmis par un câble optique en un signal électrique et génèrent un signal de déclenchement en utilisant le signal de synchronisation transformé pour déclencher les appareils de mesure

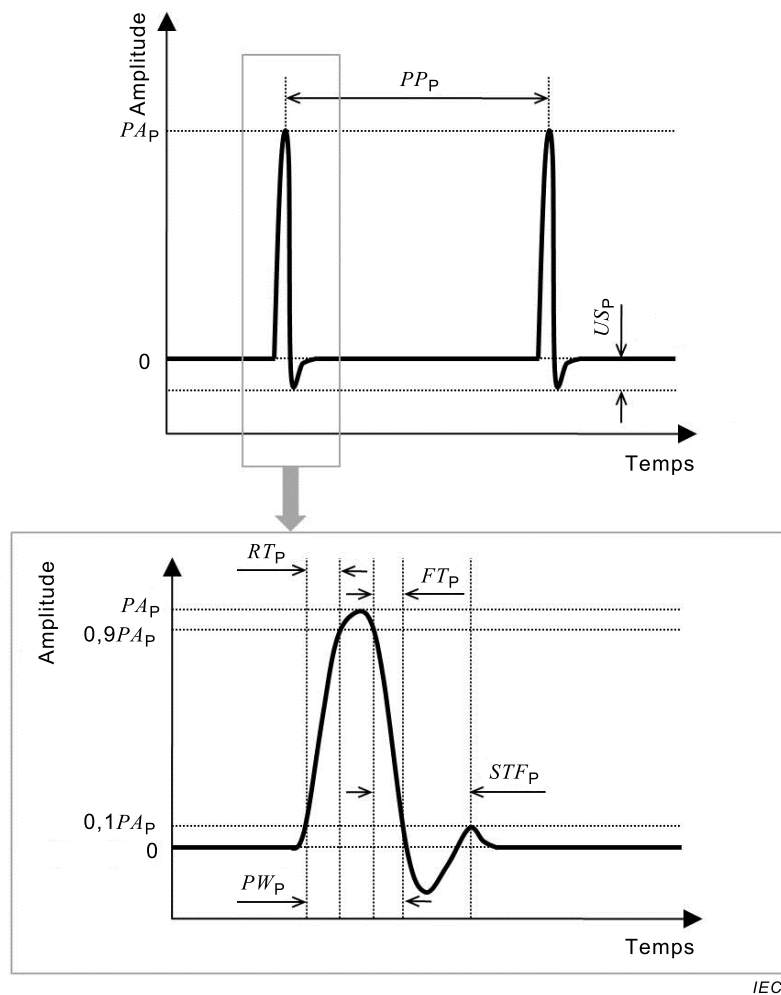
Note 1 à l'article: Un module de synchronisation inclut un émetteur-récepteur optique pour transformer un signal optique en un signal électrique et vice versa.

3.1.5

signal d'impulsions

signal électrique généré dans le module d'émission et transmis au corps humain par une électrode pour mesurer les performances de l'électrode. La largeur d'impulsion est spécifique pour inclure une composante du signal dans des bandes de fréquences dans lesquelles les performances doivent être mesurées

Note 1 à l'article: La Figure 1 représente un signal d'impulsions et les termes associés.



IEC

Légende

PA_p	Amplitude d'une impulsion	PP_p	Période des impulsions
US_p	Sous-oscillation	PW_p	Largeur d'impulsion
RT_p	Temps de montée	FT_p	Temps de descente
STF_p	Temps d'établissement de descente		

Figure 1 – Signal d'impulsions

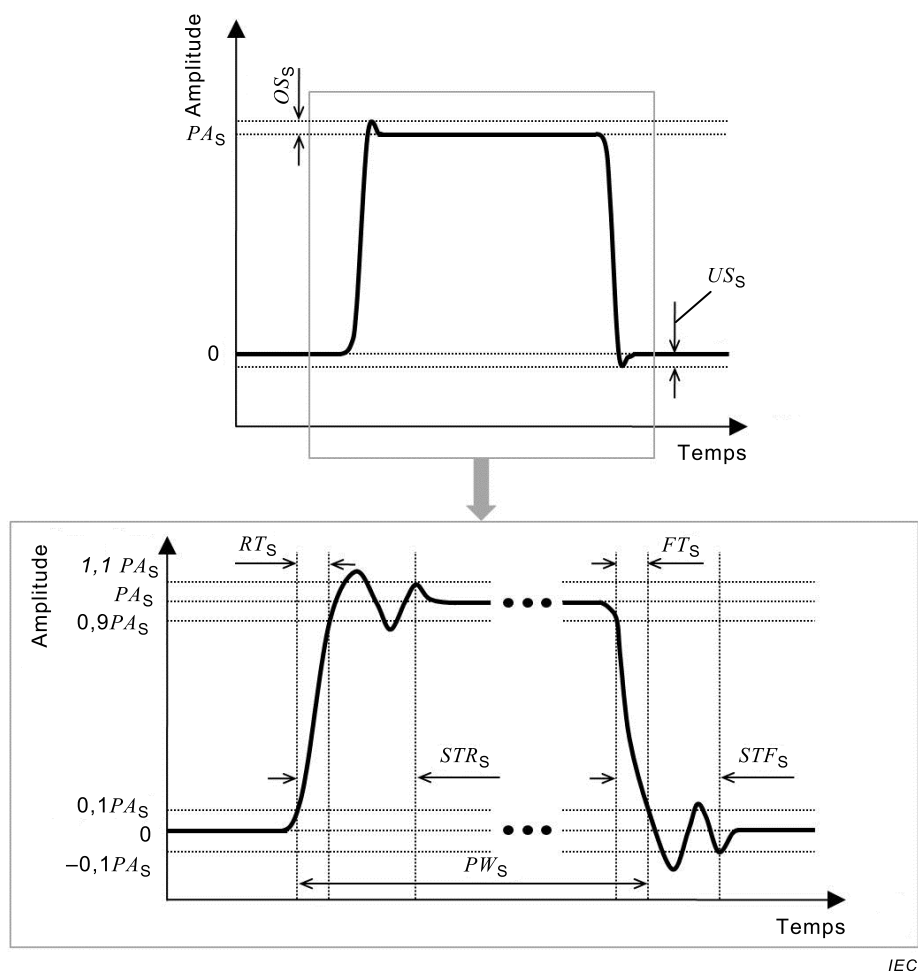
Note 2 à l'article: Un signal d'impulsions a une petite largeur d'impulsion pour inclure une composante du signal dans une large bande de fréquences.

3.1.6

signal de synchronisation

signal électrique synchronisé sur le signal d'impulsions et transformé en signal optique à transmettre à un module de synchronisation par un câble optique pour synchroniser les modules d'émission et de réception

Note 1 à l'article: La Figure 2 représente un signal de synchronisation et les termes associés.



IEC

Légende

PA_s	Amplitude d'une impulsion	OS_s	Suroscillation
US_s	Sous-oscillation	PW_s	Largeur d'impulsion
RT_s	Temps de montée	FT_s	Temps de descente
STR_s	Temps d'établissement de montée	STF_s	Temps d'établissement de descente

Figure 2 – Signal de synchronisation**3.2 Caractéristiques des signaux****3.2.1****amplitude d'impulsions** PA_p

amplitude de crête d'un signal d'impulsions en volts

3.2.2**période des impulsions** PP_p

période de temps des impulsions périodiques en secondes

3.2.3**sous-oscillation** US_p

amplitude minimale en volts pendant une période transitoire de descente du signal

3.2.4

largeur d'impulsion

PW_p

intervalle de temps en secondes entre des points auxquels un signal d'impulsions a une valeur de 10 % de l'amplitude d'une impulsion

3.2.5

temps de montée

RT_p

intervalle de temps en secondes nécessaire pour qu'un signal d'impulsions monte d'une valeur de 10 % à une valeur de 90 % de l'amplitude d'une impulsion

3.2.6

temps de descente

FT_p

intervalle de temps en secondes nécessaire pour qu'un signal d'impulsions descende d'une valeur de 90 % à une valeur de 10 % de l'amplitude d'une impulsion

3.2.7

temps d'établissement de descente

STF_p

intervalle de temps maximal en secondes nécessaire pour qu'un signal d'impulsions descende d'une valeur de 90 % à une valeur de 10 % ou de -10 % de l'amplitude d'une impulsion pendant une période transitoire de descente du signal

3.2.8

amplitude d'une impulsion

PA_s

amplitude de crête d'un signal de synchronisation en volts après une période transitoire de montée du signal

3.2.9

suroscillation

OS_s

amplitude différentielle en volts entre une amplitude d'impulsion et l'amplitude de crête pendant une période transitoire de montée du signal

3.2.10

sous-oscillation

US_s

amplitude minimale en volts pendant une période transitoire de descente du signal

3.2.11

largeur d'impulsion

PW_s

intervalle de temps en secondes entre des points auxquels un signal de synchronisation a une valeur de 10 % de l'amplitude d'une impulsion

3.2.12

temps de montée

RT_s

intervalle de temps en secondes nécessaire pour qu'un signal de synchronisation monte d'une valeur de 10 % à une valeur de 90 % de l'amplitude d'une impulsion

3.2.13

temps de descente

FT_s

intervalle de temps en secondes nécessaire pour qu'un signal de synchronisation descende d'une valeur de 90 % à une valeur de 10 % de l'amplitude d'une impulsion

3.2.14**temps d'établissement de montée** **STR_s**

intervalle de temps maximal en secondes nécessaire pour qu'un signal de synchronisation monte d'une valeur de 10 % à une valeur de 110 % ou de 90 % de l'amplitude d'une impulsion pendant une période transitoire de montée du signal

3.2.15**temps d'établissement de descente** **STF_s**

intervalle de temps maximal en secondes nécessaire pour qu'un signal de synchronisation descende d'une valeur de 90 % à une valeur de 10 % ou de -10 % de l'amplitude d'une impulsion pendant une période transitoire de descente du signal

3.3 Symboles littéraux

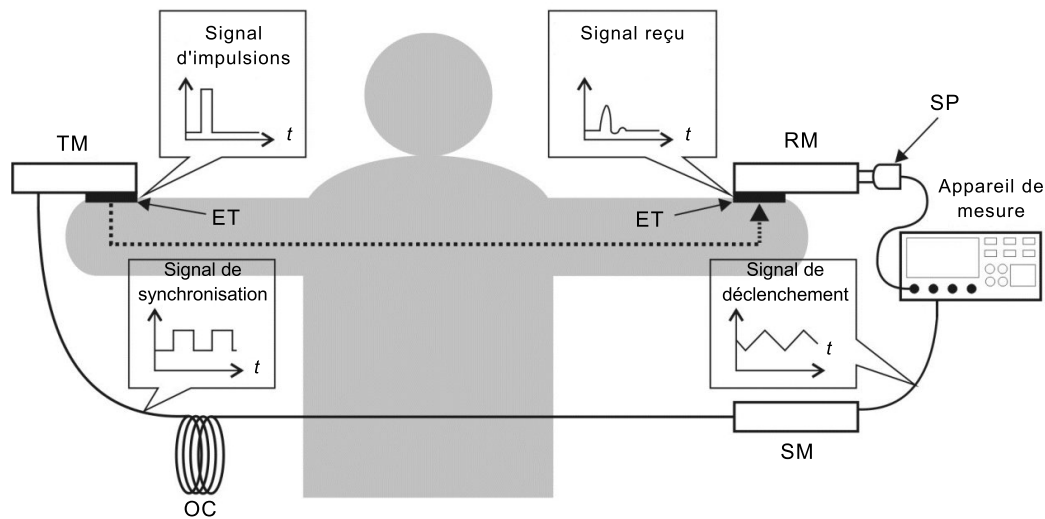
Pour les besoins du présent document, les symboles littéraux donnés dans le Tableau 1 s'appliquent.

Tableau 1 – Symboles littéraux

Nom et désignation	Symbole littéral
Amplitude d'une impulsion	PA_p
Période des impulsions	PP_p
Sous-oscillation	US_p
Largeur d'impulsion	PW_p
Temps de montée	RT_p
Temps de descente	FT_p
Temps d'établissement de descente	STF_p
Amplitude d'une impulsion	PA_s
Suroscillation	OS_s
Sous-oscillation	US_s
Largeur d'impulsion	PW_s
Temps de montée	RT_s
Temps de descente	FT_s
Temps d'établissement de montée	STR_s
Temps d'établissement de descente	STF_s

4 Mesurage des performances électriques d'une électrode**4.1 Montage de mesure**

Un montage de mesure tel que celui représenté à la Figure 3 est appliqué pour mesurer les performances d'une interface tout en maintenant un degré de couplage entre les terres à l'intérieur d'un émetteur et d'un récepteur de signaux.



IEC

Légende

TM	Module d'émission	RM	Module de réception
SM	Module de synchronisation	OC	Câble optique pour la synchronisation
SP	Sonde de signal	ET	Electrode

Figure 3 – Montage de mesure

4.2 Appareils de mesure et spécifications des signaux

4.2.1 Modules d'émission et de réception

4.2.1.1 Généralités

Pour mesurer avec exactitude les performances d'une électrode, des spécifications physiques et électriques des modules sont déterminées comme suit.

4.2.1.2 Taille du plan de terre interne

Un plan de terre interne à l'intérieur d'un module d'émission et d'un module de réception doit être de même taille que le plan de terre interne du dispositif auquel une interface à semiconducteurs pour communications via le corps humain est appliquée.

4.2.1.3 Amplitude des signaux d'impulsions

Un signal d'impulsions transmis au corps humain par une électrode doit être d'amplitude suffisamment petite pour réduire le plus possible tous les effets pouvant être dangereux pour la santé pouvant apparaître pendant la transmission du signal d'impulsion.

Si des réglementations générales pour limiter l'exposition de l'homme à des champs électromagnétiques existent, elles doivent être respectées.

4.2.1.4 Interface

Chaque module doit inclure une interface pour un appareil de mesure pour mesurer un signal d'impulsions dans le module d'émission et un signal traité dans le module de réception.

4.2.1.5 Technique de modulation

Dans l'émetteur, toute technique de modulation peut être utilisée pour transformer un signal de synchronisation en un signal optique transmis par un câble optique.

4.2.2 Module de synchronisation

4.2.2.1 Généralités

Le module de synchronisation doit être suffisamment éloigné du corps humain pour éviter les interférences avec un signal d'impulsions transmis à travers le corps humain.

4.2.2.2 Technique de démodulation

Une technique de démodulation correspondant à la technique de modulation utilisée pour un signal de synchronisation doit être utilisée pour transformer un signal optique reçu par un câble optique en un signal de synchronisation.

4.2.3 Appareils de mesure

Un appareil de mesure comprenant une sonde de signal doit être préparé pour mesurer un signal d'impulsions dans le module d'émission et un signal traité dans le module de réception.

L'appareil de mesure doit être synchronisé avec le signal d'impulsions dans l'émetteur en utilisant un signal de déclenchement généré par le module de synchronisation.

4.2.4 Spécification des signaux

4.2.4.1 Généralités

Les spécifications suivantes des signaux utilisés pour les mesurages doivent être indiquées.

4.2.4.2 Signaux d'impulsions

Les spécifications suivantes des signaux d'impulsions doivent être indiquées:

- a) l'amplitude d'une impulsion;
- b) la période des impulsions;
- c) la sous-oscillation;
- d) la largeur d'impulsion;
- e) le temps de montée;
- f) le temps de descente;
- g) le temps d'établissement de descente.

4.2.4.3 Signaux de synchronisation

Les spécifications suivantes des signaux de synchronisation doivent être indiquées:

- a) l'amplitude d'une impulsion;
- b) la sous-oscillation;
- c) la sous-oscillation;
- d) la largeur d'impulsion;
- e) le temps de montée;
- f) le temps de descente;
- g) le temps d'établissement de montée;
- h) le temps d'établissement de descente.

4.3 Procédure de mesure

4.3.1 Généralités

Les performances d'une interface sont mesurées conformément à la procédure suivante.

4.3.2 Fixation des modules d'émission et de réception

Les modules d'émission et de réception dont une électrode est mesurée, sont fixés au corps humain.

4.3.3 Transmission des signaux d'impulsions et de synchronisation

Un signal d'impulsions généré dans un module d'émission est transmis au corps humain par l'électrode. Par ailleurs, un signal de synchronisation qui est synchronisé sur le signal d'impulsions est transmis à un câble optique pour être synchronisé après avoir été transformé en signal optique.

4.3.4 Synchronisation des appareils de mesure

Un module de synchronisation transforme un signal optique transmis par un câble optique en un signal de synchronisation, puis il génère un signal de déclenchement pour synchroniser un appareil de mesure en un signal d'impulsions dans un module d'émission.

4.3.5 Traitement des signaux dans un module de réception

Un signal reçu est traité dans un module de réception. Le traitement du signal inclut l'amplification et le filtrage du signal.

4.3.6 Mesurage des signaux d'impulsions et des signaux traités

Un signal d'impulsions dans un module d'émission est mesuré à l'aide d'une sonde de signal dans l'appareil de mesure, puis un signal traité dans un module de réception est mesuré à l'aide de la même sonde de signal tout en maintenant la synchronisation avec un signal d'impulsions dans un module d'émission.

4.3.7 Compensation pour le traitement des signaux

L'augmentation d'amplitude par le traitement du signal dans un module de réception est compensée pour obtenir un signal reçu au niveau d'une électrode du module de réception.

4.3.8 Calcul de la réponse impulsionnelle et de la fonction de transfert complexe

Lorsque les signaux d'impulsions et les signaux reçus sont transformés en signaux respectifs du domaine fréquentiel, le signal reçu transformé est soustrait du signal d'impulsions transformé pour obtenir une fonction de transfert complexe. Une réponse impulsionnelle est obtenue en transformant la fonction de transfert complexe en domaine temporel.

4.4 Post-traitement des performances d'une électrode

4.4.1 Généralités

Après avoir obtenu une réponse impulsionnelle, $h[n]$, et une fonction de transfert complexe, $H[m]$, en comparant les signaux d'impulsions et les signaux reçus, les performances électriques doivent être calculées comme suit.

4.4.2 Pertes moyennes de signal dans la bande

Les pertes moyennes de signal dans la bande peuvent être calculées à partir de la fonction de transfert complexe de la façon suivante:

$$SL_{\text{average}} = \frac{1}{M_1 - M_2 + 1} \sum_{m=M_1}^{M_2} |H[m]| \quad (1)$$

Ici, SL_{average} représente les pertes moyennes de signal dans la bande, et $H[m]$ est la fonction de transfert complexe avec un indice de fréquence m . M_1 et M_2 représentent la bande de fréquences dans laquelle les pertes moyennes de signal sont calculées.

4.4.3 Déphasage moyen dans la bande

Le déphasage moyen dans la bande peut être calculé à partir de la fonction de transfert complexe de la façon suivante:

$$PS_{\text{average}} = \frac{1}{M_1 - M_2 + 1} \sum_{m=M_1}^{M_2} \angle |H[m]| \quad (2)$$

Ici PS_{average} est le déphasage moyen dans la bande.

4.4.4 Retard en valeur efficace

Le retard en valeur efficace peut être calculé à partir d'un profil de retard de puissance défini de la façon suivante:

$$P(n) = \frac{|h[n]|^2}{\sum_{n=N_1}^{N_2} |h[n]|^2} \quad (3)$$

Ici, $P(n)$ est le profil de retard de puissance et $h[n]$ est la réponse impulsionnelle. N_1 et N_2 sont des indices de temps pour représenter l'intervalle de temps dans lequel la réponse impulsionnelle est obtenue. Le retard en valeur efficace, le moment centré du second ordre, s'exprime sous la forme:

$$\tau_{\text{RMS}} = t_s \cdot \left[\sum_{\tau=N_1}^{N_2} (\tau - \tau_e)^2 \cdot P(\tau) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Ici, τ_{RMS} est le retard en valeur efficace, et t_s est l'intervalle d'échantillonnage. τ_e est le moment du premier ordre du profil de retard de puissance, défini par:

$$\tau_e = t_s \cdot \sum_{\tau=N_1}^{N_2} \tau \cdot P(\tau) \quad (5)$$

4.4.5 Largeur de bande de cohérence

La largeur de bande de cohérence est une mesure de la plage de fréquences sur laquelle une fonction de corrélation des fréquences peut être considérée comme plane. La fonction de corrélation des fréquences est définie en utilisant la fonction de transfert complexe suivante:

$$R(\Delta m) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} H[m] \cdot H^*[m + \Delta m] \quad (6)$$

Ici, $R(\Delta m)$ représente la largeur de bande de cohérence. $H^*[m + \Delta m]$ est également le conjugué complexe de $H[m + \Delta m]$. La largeur de bande de cohérence est généralement définie comme le décalage de fréquence auquel la valeur de la fonction de corrélation des fréquences correspond à 90 % de sa valeur de crête.

Bibliographie

IEC 62779 (toutes les parties), *Dispositifs à semiconducteurs – Interface à semiconducteurs pour les communications via le corps humain*

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