

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60835-2-5**

Première édition  
First edition  
1993-05

---

---

**Méthodes de mesure applicables au matériel  
utilisé pour les systèmes de transmission  
numérique en hyperfréquence**

**Partie 2:**

Mesures applicables aux faisceaux hertziens  
terrestres

Section 5: Sous-ensemble de traitement  
du signal numérique

**Methods of measurement for equipment used in  
digital microwave radio transmission systems**

**Part 2:**

Measurements on terrestrial radio-relay systems

Section 5: Digital signal processing sub-system



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60835-2-5: 1993

## Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI\*
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement  
(Catalogue en ligne)\*
- **Bulletin de la CEI**  
Disponible à la fois au «site web» de la CEI\* et comme périodique imprimé

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site\***
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates  
(On-line catalogue)\*
- **IEC Bulletin**  
Available both at the IEC web site\* and as a printed periodical

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

\* See web site address on title page.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60835-2-5**

Première édition  
First edition  
1993-05

---

---

**Méthodes de mesure applicables au matériel  
utilisé pour les systèmes de transmission  
numérique en hyperfréquence**

**Partie 2:**

Mesures applicables aux faisceaux hertziens  
terrestres

Section 5: Sous-ensemble de traitement  
du signal numérique

**Methods of measurement for equipment used in  
digital microwave radio transmission systems**

**Part 2:**

Measurements on terrestrial radio-relay systems  
Section 5: Digital signal processing sub-system

© IEC 1993 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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 photo-  
copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**S**

Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	6
INTRODUCTION .....	8
Articles	
1 Domaine d'application .....	10
2 Références normatives .....	12
3 Unité de traitement du signal d'émission .....	12
3.1 Affaiblissement d'adaptation .....	12
3.2 Caractéristiques des alarmes .....	12
3.3 Niveau et forme du signal à la sortie de l'unité de traitement des signaux d'émission .....	16
3.4 Gigue à la sortie de l'unité de traitement des signaux d'émission .....	18
4 Unité de traitement du signal de réception .....	18
4.1 Caractéristiques acceptables du signal d'entrée .....	18
4.2 Affaiblissement d'adaptation .....	20
4.3 Caractéristiques des alarmes .....	20
4.4 Niveau et forme du signal de sortie .....	20
4.5 Gigue à la sortie en l'absence de gigue à l'entrée .....	20
5 Mesures émission-réception .....	20
5.1 Temps de propagation absolu .....	22
5.2 Caractéristiques acceptables du signal à chaque accès d'entrée de l'unité de traitement des signaux d'émission .....	22
5.3 Gigue tolérable à l'entrée .....	24
5.4 Fonction de transfert en gigue entre l'entrée de l'unité de traitement des signaux d'émission et la sortie de l'unité de traitement des signaux de réception .....	24
5.5 Interruption acceptable à l'entrée de l'unité de traitement du signal d'émission .....	24
5.6 Caractéristiques de l'alarme sur le TEB .....	24
Figures	
1 – Montage pour mesurer la constante de temps de l'alarme de perte de signal .....	32
2 – Montage pour mesurer la constante de temps de l'alarme de dépassement de la capacité de la mémoire tampon .....	32

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	7
INTRODUCTION .....	9
Clause	
1 Scope .....	11
2 Normative references .....	13
3 Transmit-signal processor .....	13
3.1 Return loss .....	13
3.2 Alarm characteristics .....	13
3.3 Level and shape of the signal at the output of the transmit-signal processor .....	17
3.4 Jitter at the output of the transmit-signal processor .....	19
4 Receive-signal processor .....	19
4.1 Acceptability of the input signal .....	19
4.2 Return loss .....	21
4.3 Alarm characteristics .....	21
4.4 Level and shape of the output signal .....	21
4.5 Output jitter in the absence of input jitter .....	21
5 Transmitter-receiver measurements .....	21
5.1 Absolute delay time .....	23
5.2 Acceptability of the signal at each input port of the transmit-signal processor .....	23
5.3 Tolerable input jitter .....	25
5.4 Jitter transfer function between the input of the transmit-signal processor and the output of the receive-signal processor .....	25
5.5 Acceptable interruption at the input of the transmit-signal processor .....	25
5.6 BER alarm characteristics .....	25
Figures	
1 – Test arrangement for measuring the delay time of the loss of signal alarm .....	33
2 – Test arrangement for measuring the delay time of the overflow alarm .....	33

3	–	Comparaison des caractéristiques de gigue tolérable entre l'entrée du circuit de récupération d'horloge et l'entrée du sous-ensemble à l'essai .....	34
4	–	Montage pour mesurer le niveau et la forme du signal à la sortie de l'unité de traitement des signaux d'émission .....	34
5	–	Exemple de gabarits d'impulsion dans le cas de signaux NRZ et H (horloge) .....	36
6	–	Montage pour mesurer les caractéristiques acceptables du signal à l'entrée de l'unité de traitement des signaux de réception .....	38
7a	–	Montage pour mesurer le temps de propagation absolu .....	38
7b	–	Exemple de séquence binaire à utiliser pour évaluer le temps de propagation absolu .....	38
8	–	Exemples de courbes pour l'évaluation des caractéristiques de l'alarme sur le taux d'erreur (TEB) .....	40
9	–	Montage pour mesurer les caractéristiques de l'alarme sur le taux d'erreur (TEB) .....	40

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60835-2-5:1993

3	–	Comparison of the tolerable input jitter characteristics between the clock extractor and the input of the sub-system under test .....	35
4	–	Test arrangement for measuring the level and shape of the output signal of the transmit-signal processor .....	35
5	–	Example of pulse masks in the case of NRZ data and/CK (clock) signals .....	37
6	–	Test arrangement for measuring the acceptability of the signal at the input of the receiver signal processor .....	39
7a	–	Test arrangement for measuring the absolute delay time .....	39
7b	–	Example of the pattern to be used in the evaluation of the absolute delay time .....	39
8	–	Examples of curves for the evaluation of the BER alarm characteristics .....	41
9	–	Test arrangements for measuring the BER alarm characteristics .....	41

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60835-2-5:1993

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AU MATÉRIEL UTILISÉ POUR LES SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUE EN HYPERFRÉQUENCE

## Partie 2: Mesures applicables aux faisceaux hertziens terrestres Section 5: Sous-ensemble de traitement du signal numérique

## AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 835-2-5 a été établie par le sous-comité 12E: Faisceaux hertziens et systèmes fixes de télécommunication par satellite, du comité d'études 12 de la CEI: Radiocommunications.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
12E(BC)141	12E(BC)151

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

La CEI 835 comprend les parties suivantes, présentées sans le titre général: Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé pour les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence:

- Partie 1: Mesures communes aux faisceaux hertziens terrestres et aux stations terriennes de télécommunications par satellite.
- Partie 2: Mesures applicables aux faisceaux hertziens terrestres.
- Partie 3: Mesures applicables aux stations terriennes de télécommunications par satellite.



## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

# METHODS OF MEASUREMENT FOR EQUIPMENT USED IN DIGITAL MICROWAVE RADIO TRANSMISSION SYSTEMS

## Part 2: Measurements on terrestrial radio-relay systems Section 5: Digital signal processing sub-system

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 835-2-5 has been prepared by sub-committee 12E: Radio-relay and fixed satellite communications systems, of IEC technical committee 12: Radiocommunications.

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

DIS	Report on Voting
12E(CO)141	12E(CO)151

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

IEC 835 consists of the following parts, under the general title: Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems:

- Part 1: Measurements common to terrestrial radio-relay systems and satellite earth stations.
- Part 2: Measurements on terrestrial radio-relay systems.
- Part 3: Measurements on satellite earth stations.

## INTRODUCTION

Dans la plupart des systèmes de faisceaux hertziens numériques, il est impossible de séparer le sous-ensemble de traitement du signal numérique du modulateur ou démodulateur, c'est-à-dire que les points d'interface ne sont pas accessibles. C'est pourquoi certaines fonctions de traitement, telles que le codage/décodage différentiel, la conversion série-parallèle etc., peuvent être considérées comme faisant partie du modulateur/démodulateur. Par conséquent, les mesures effectuées en boucle fermée sur les sous-ensembles de traitement d'émission et de réception du signal ne tiennent pas compte des performances des fonctions individuelles de traitement situées dans le modulateur et dans le démodulateur. Par contre les mesures effectuées sur le système complet tiennent compte des performances de la partie radio du système.

Les articles suivants décrivent les mesures applicables à l'unité de traitement des signaux dans sa configuration générale, c'est-à-dire avec les dispositifs de multiplexage. Dans le cas de certains traitements du signal, (par exemple sans dispositif de multiplexage), intégrés au modulateur/démodulateur, la plupart des mesures suivantes ne sont pas applicables.

Les essais de type et les essais de réception sont regroupés en trois catégories:

- les mesures applicables à l'unité de traitement des signaux d'émission sont présentées à l'article 3;
- les mesures applicables à l'unité de traitement des signaux de réception sont présentées à l'article 4;
- les mesures en boucle fermée des émetteurs-récepteurs sont présentées à l'article 5.

Les mesures sont normalement effectuées à chaque accès d'entrée/sortie. Les accès d'entrée inutilisés sont alimentés par une séquence binaire pseudo-aléatoire (SBPA) et les accès de sortie inutilisés sont chargés par leurs impédances nominales.

## INTRODUCTION

In most digital radio-relay systems it is not possible to separate the digital signal processing sub-systems from the modulator or demodulator, i.e. the interface points are not accessible. This is why some processing functions, such as differential coding/decoding, series-parallel conversion etc., may be considered as part of the modulator/demodulator. Consequently, the measurements carried out on the transmit- and receive-signal processing sub-systems in closed loop do not take into account the performance of the individual parts of the signal processor inside the modulator and the demodulator, while the measurements carried out on the complete system take into account the performances of the radio part of the system.

In the following clauses, measurements on the signal processor in its general configuration, i.e., with multiplex facilities, are described. In the case of some types of signal processing (e.g. without multiplex facilities) performed inside the modulator/demodulator, most of the following measurements do not apply.

Type and acceptance tests are grouped into three parts:

- measurements on the transmit-signal processor are presented in clause 3;
- measurements on the receive-signal processor are presented in clause 4;
- measurements on the back-to-back connected transmitter-receiver systems are presented in clause 5.

The measurements are normally taken at each input/output port, while the unused input ports are supplied by pseudo-random bit stream (PRBS) signals, and the unused output ports are terminated with their nominal impedances.

## **MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AU MATÉRIEL UTILISÉ POUR LES SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUE EN HYPERFRÉQUENCE**

### **Partie 2: Mesures applicables aux faisceaux hertziens terrestres Section 5: Sous-ensemble de traitement du signal numérique**

#### **1 Domaine d'application**

La présente section de la CEI 835-2 traite des méthodes de mesure applicables au sous-ensemble de traitement du signal numérique.

Le sous-ensemble de traitement du signal numérique est, en général, capable de réaliser les fonctions principales suivantes:

- multiplexage de deux trains numériques ou plus (voir la CEI 835-2-9, figure 1);
- évaluation de la qualité de la transmission afin d'obtenir les critères de commutation et/ou d'insertion du SIA;
- codage et multiplexage des voies de service numériques, (voir note);
- brouillage, débrouillage;
- conversions série-parallèle et parallèle-série.

Les configurations entre les systèmes peuvent être différentes, c'est pourquoi certaines des fonctions précédentes peuvent manquer. Dans ce cas, seules les mesures applicables aux fonctions présentes seront prises en considération.

En ce qui concerne les systèmes de faisceaux hertziens numériques, de nombreuses configurations existent qui fonctionnent à des débits non hiérarchiques. Dans ce cas, l'équipement de multiplexage est utilisé afin de transmettre plus d'un train au débit hiérarchique et/ou des voies de services supplémentaires (par exemple 34 Mbit/s et 140 Mbit/s avec insertion de bits pour les bits de parité et les voies de service numériques, 2 x 34 Mbit/s, etc.). Pour les systèmes à faible débit, par exemple < 2 Mbit/s, il peut ne pas être possible de réaliser les essais avec des taux d'erreurs (TEB) très faibles, en raison des temps de mesure excessivement longs requis.

De plus, des bits de parité sont souvent transmis afin de contrôler la qualité et initier le processus de commutation. Néanmoins, il convient que les systèmes soient, autant que possible, testés à des points d'interface définis, tels que ceux dont traite la Recommandation G.703 du CCITT.

NOTE - Les voies de service numériques sont traitées dans la CEI 835-2-9.

## METHODS OF MEASUREMENT FOR EQUIPMENT USED IN DIGITAL MICROWAVE RADIO TRANSMISSION SYSTEMS

### Part 2: Measurements on terrestrial radio-relay systems Section 5: Digital signal processing sub-system

#### 1 Scope

This section deals with the methods of measurement on a digital radio signal processing sub-system.

The digital signal processing sub-system is, in general, able to perform the following principal functions:

- multiplexing of two or more bit streams (see IEC 835-2-9, "Service Channels", figure 1);
- transmission quality evaluation for switching purposes and/or alarm indicating signal (AIS) insertion;
- coding and multiplexing of digital service channels, (see note);
- scrambling and descrambling;
- series-to-parallel and parallel-to-series conversion.

System configurations differ, so some of the above functions may be missing, in which case only the measurements relating to those functions present should be taken into consideration.

In digital radio-relay systems, many system configurations exist where non-hierarchical bit rates are used. In such cases, multiplex equipment is used in order to transmit more than one hierarchical bit stream and/or additional service channels (e.g. 34 Mbit/s and 140 Mbit/s with bit insertion for parity bits and digital service channels, 2 x 34 Mbit/s, etc). For low bit rate systems, e.g. < 2 Mbit/s it may not be practicable to perform tests at very low BERs because of the excessively long measurement times involved.

Additionally, in many cases parity bits are transmitted for quality control and switching purposes. However, as far as possible, the system should be tested at defined interface points such as those considered by the CCITT Recommendation G.703.

NOTE - Digital service channels are dealt with in IEC 835-2-9.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 835-2. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 835-2 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 835-1-2: 1992, *Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé pour les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence – Partie 1: Mesures communes aux faisceaux hertziens terrestres et aux stations terriennes de télécommunication par satellite – Section 2: Caractéristiques de base*

CEI 835-1-4: 1992, *Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé pour les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence – Partie 1: Mesures communes aux faisceaux hertziens terrestres et aux stations terriennes de télécommunication par satellite – Section 4: Qualité de transmission*

CEI 835-2-9: 199X, *Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé pour les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence – Partie 2: Mesures applicables aux faisceaux hertziens terrestres – Section 9: Voies de service (à l'étude)*

Recommandation G.703 du CCITT: *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*

## 3 Unité de traitement du signal d'émission

### 3.1 Affaiblissement d'adaptation

Voir la CEI 835-1-2.

### 3.2 Caractéristiques des alarmes

#### 3.2.1 Considérations générales

L'unité de traitement du signal d'émission possède des alarmes relatives d'une part au signal d'entrée et d'autre part au bon fonctionnement de l'unité de traitement. Les signaux d'alarme sont, en général, utilisés par l'équipement de commutation et/ou le générateur de SIA. Le temps nécessaire pour démarrer et arrêter l'alarme peut être d'une grande importance au niveau du système complet de faisceaux hertziens.

Deux types d'alarmes sont étudiés ci-après: l'alarme déclenchée par la perte du signal à l'entrée du sous-ensemble et l'alarme commandée par la mémoire tampon du sous-ensemble lors du processus de justification.

#### 3.2.2 Méthode de mesure

##### 3.2.2.1 Alarme de perte de signal

La figure 1 montre un exemple de montage.

## 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 835-2. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 835-2 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 835-1-2: 1992, *Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems – Part 1: Measurements common to terrestrial radio-relay systems and satellite earth stations – Section 2: Basic characteristics*

IEC 835-1-4: 1992, *Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems – Part 1: Measurements common to terrestrial radio-relay systems and satellite earth stations – Section 4: Transmission performance*

IEC 835-2-9: 199X, *Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems – Part 2: Measurements on terrestrial radio-relay systems – Section 9: Service channels* (under consideration)

CCITT Recommendation G.703: *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*

## 3 Transmit-signal processor

### 3.1 Return loss

See IEC 835-1-2.

### 3.2 Alarm characteristics

#### 3.2.1 General considerations

The transmit-signal processor has some alarms relating to the incoming signal and to the correct working of the processor itself. The alarm signals are, in general, used by switching equipment and/or an AIS generator. The time to initiate and to restore the alarm may be of particular importance in the complete radio system.

Below, two alarms are considered. One alarm is activated by the loss of the signal at the input of the sub-system. The other alarm is controlled by the elastic store of the sub-system in the justification process.

#### 3.2.2 Method of measurement

##### 3.2.2.1 Loss-of-signal alarm

An example of a test arrangement is shown in figure 1.



L'équipement à l'essai est alimenté, via un commutateur, par un générateur de signaux pseudo-aléatoire produisant une SBPA au débit nominal et de longueur définie (voir la Recommandation G.703 du CCITT). Le signal d'alarme est visualisé sur un oscilloscope. En activant le commutateur avec un générateur d'impulsions à basse fréquence (b.f.), il est possible d'amener cycliquement le sous-ensemble dans la condition d'alarme et dans la condition de fonctionnement normal tout en affichant le déclenchement et l'acquiescement du signal d'alarme sur un oscilloscope. Lorsque le commutateur est commandé par une seule impulsion, il peut être nécessaire d'utiliser un oscilloscope à mémoire pour afficher le résultat des mesures.

### 3.2.2.2 Alerte de dépassement de la capacité de la mémoire tampon

La mesure s'effectue en remplissant la mémoire tampon le plus vite possible afin d'amener le sous-ensemble dans les conditions d'alarme, puis en mesurant l'intervalle de temps nécessaire pour donner l'alarme. On peut réaliser cela, en connectant l'unité de traitement des signaux d'émission à un générateur de signaux pseudo-aléatoire dont la gigue est supérieure à la gigue maximale tolérable.

La figure 2 montre un exemple de montage. L'équipement à l'essai est connecté à un générateur de gigue.

Afin d'utiliser un oscilloscope sans mémoire, il est intéressant d'amener périodiquement l'équipement à l'essai dans les conditions d'alarme, à l'aide d'un générateur d'impulsions à basse fréquence (b.f.).

Pour déterminer l'intervalle de temps nécessaire au déclenchement de l'alarme, il y est nécessaire de se référer à la mesure de la gigue tolérable à l'entrée de l'équipement à l'essai. Soit  $\tau_j$  l'amplitude crête à crête maximale tolérable de l'onde sinusoïdale de gigue à la fréquence  $f_j$ . Il est possible en pilotant l'équipement à l'essai avec une SBPA dont la gigue sinusoïdale à la fréquence  $f_j$  a une amplitude  $\tau = a\tau_j$ , avec  $a > 1$ , d'afficher le déclenchement et l'acquiescement de l'alarme. Les caractéristiques générales sont indiquées à la figure 3;  $f_j$  est généralement de l'ordre de  $10^2$  Hz à  $10^3$  Hz avec  $a = 1,5$ .

Par contre, lorsque la limite tolérable de la gigue d'entrée du circuit de récupération d'horloge est inférieure à celle de la mémoire tampon, c'est-à-dire lorsque le coefficient de surtension du circuit de récupération d'horloge est élevé, il est pratiquement impossible d'amener le sous-ensemble dans les conditions d'alarme par cette méthode. Dans ce cas, il faut arrêter le processus de justification (ligne en pointillés JP de la figure 2). La mesure s'effectue alors de la même manière que celle décrite ci-dessus.

En arrêtant le processus de justification, il est possible d'effectuer la mesure indépendamment du coefficient de surtension du circuit de récupération d'horloge à l'entrée de l'unité de traitement des signaux d'émission mais pour cela il est généralement nécessaire d'accéder aux points tests situés à l'intérieur de l'équipement.

### 3.2.3 Présentation des résultats

Il est préférable de présenter les résultats soit sous la forme d'une copie d'écran de l'oscilloscope soit par un compte rendu des durée de déclenchement et d'acquiescement de l'alarme.



The equipment under test is driven, via a switch, by a pattern generator supplying a PRBS at a nominal bit rate with a defined length pattern (see CCITT Recommendation G.703). The alarm signal is displayed on an oscilloscope. By driving the switch with a low frequency (l.f.) pulse generator, it is possible to drive repeatedly the sub-system into the alarm condition, and to restore the normal condition while displaying the operate and release alarm signal on an oscilloscope. When driving the switch by a single-shot signal, it may be necessary to use a storage oscilloscope to display the result of the measurement.

### 3.2.2.2 *Overflow alarm*

The measurement is made by filling the elastic store as quickly as possible in order to drive the sub-system into the alarm condition, and then measuring the time interval taken to give the alarm. This can be performed by driving the transmit-signal processor with a jittered PRBS signal with greater than maximum tolerable jitter.

An example of a test arrangement is given in figure 2. The equipment under test is driven by a jitter generator.

In order to use an oscilloscope without storage, it may be convenient to drive the equipment under test periodically into the alarm condition using a l.f. pulse generator.

To determine the time interval needed to initiate the alarm, it is necessary to refer to the tolerable input jitter measurement of the equipment under test. Let  $\tau_j$  be the maximum tolerable peak-to-peak amplitude of the sinusoidal jitter at frequency  $f_j$ . Driving the equipment under test with a sinusoidal jittered PRBS at frequency  $f_j$  with  $\tau = a\tau_j$ , where  $a > 1$ , it is possible to display the alarm operate and release. General characteristics are shown in figure 3;  $f_j$  is generally of the order of  $10^2$  Hz to  $10^3$  Hz, with  $a = 1,5$ .

Alternatively, when the limit on the tolerable input jitter of the clock extractor circuit is less than that of the elastic store, i.e. the clock extractor circuit has a high Q-factor, it is almost impossible to drive the sub-system into the alarm condition by this method. In such a case it is necessary to stop the justification process (dashed line JP in figure 2). The measurement is then performed in the same way as described above.

By stopping the justification process, it is possible to perform the measurement independently of the Q-factor of the clock extractor circuit at the input to the transmit-signal processor, but it is generally necessary to access test points inside the equipment to do so.

### 3.2.3 *Presentation of results*

The results should be presented either as copies of the oscilloscope display or by stating the operating- and release-times of the alarm.

### 3.2.4 Détails à spécifier

Si cette mesure est exigée, il convient d'inclure les détails suivants, pour chaque alarme, dans le cahier des charges du matériel:

- a) accès auxquels les mesures doivent être réalisées;
- b) durée nominale et tolérance pour déclencher l'alarme suite aux conditions d'alarme;
- c) durée maximale d'acquiescement de l'alarme après le retour aux conditions normales de fonctionnement;
- d) fréquence et rapport cyclique en cas d'utilisation d'un générateur d'impulsion basse fréquence pour commander le commutateur.

## 3.3 Niveau et forme du signal à la sortie de l'unité de traitement des signaux d'émission

### 3.3.1 Méthode de mesure

La figure 4 montre un exemple de montage.

L'entrée de l'unité de traitement des signaux d'émission est activée par une SBPA tandis que la sortie est connectée à un oscilloscope. Si l'information d'horloge n'est pas contenue dans le signal, comme par exemple pour le code NRZ + horloge (H), il convient que le signal des données et le signal de l'horloge soient visualisés en même temps sur un oscilloscope à deux traces. Il y a lieu de mesurer le niveau et la forme des ondes des signaux ainsi que l'intervalle de temps entre le signal des données et l'horloge.

NOTE - Conformément à la figure 5, en cas de signal d'horloge de rapport cyclique de 50 % et de niveau de distorsion faible, il est plus facile de mesurer  $\tau'$  que  $\tau$ .

### 3.3.2 Présentation des résultats

Il est préférable de présenter les résultats sous la forme d'une copie d'écran de l'oscilloscope.

### 3.3.3 Détails à spécifier

Si cette mesure est exigée, il y a lieu d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges du matériel:

- a) accès auxquels les mesures doivent être réalisées;
- b) débit numérique et tolérance;
- c) code, par exemple, NRZ + H;
- d) impédance d'essai en charge;
- e) gabarit des impulsions (voir figure 5) et plus particulièrement:
  - niveau et forme de l'impulsion des données entre les limites supérieures et les limites inférieures du gabarit;
  - tension maximale entre ces deux limites;
  - gabarit de l'horloge;
  - tolérance des positions relatives des données et de l'horloge (se référer aux retards  $\tau$  et  $\tau'$  de la figure 5).

### 3.2.4 *Details to be specified*

For each alarm the following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- a) ports at which the measurements are to be taken;
- b) nominal duration and tolerance to initiate the alarm following the alarm condition;
- c) maximum time interval to release the alarm following the restoration of the normal operating condition;
- d) frequency and duty-cycle if a l.f. pulse generator signal is used to drive the switch.

### 3.3 *Level and shape of the signal at the output of the transmit-signal processor*

#### 3.3.1 *Method of measurement*

An example of a test arrangement is shown in figure 4.

The input of the transmit-signal processor is driven by a PRBS while the output is displayed on an oscilloscope. If the clock is not contained within the signal, e.g. as in NRZ + Clock (CK), the data signal and the clock should be displayed at the same time on a dual-trace oscilloscope. The level and shape of the signals and the delay between the data signal and the clock should be measured.

NOTE - With reference to figure 5, in the case of a clock signal with a 50 % duty-cycle and little distortion it is easier to measure  $\tau'$  instead of  $\tau$ .

#### 3.3.2 *Presentation of results*

The results should be presented as a copy of the oscilloscope display.

#### 3.3.3 *Details to be specified*

The following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- a) ports at which the measurements are to be taken;
- b) bit rate and its tolerance;
- c) code, e.g. NRZ + CK;
- d) test load impedance;
- e) mask of the pulses (see figure 5), and in particular:
  - level and shape of the data pulse between two spaces;
  - maximum voltage of a space;
  - mask of the clock;
  - tolerance in the relative positions of data and clock (see delay  $\tau$  and  $\tau'$  in figure 5).

### 3.4 *Gigue à la sortie de l'unité de traitement des signaux d'émission*

Voir la CEI 835-1-4.

En général, seule la mesure de la gigue de sortie est exigée et elle peut être effectuée à l'aide d'un équipement de mesure courant. Normalement, les deux autres types de mesure de gigue ne sont pas exigés (gigue d'entrée tolérable et fonction de transfert).

## 4 **Unité de traitement du signal de réception**

### 4.1 *Caractéristiques acceptables du signal d'entrée*

#### 4.1.1 *Méthode de mesure*

Les spécifications de l'équipement fixent les exigences pour le signal aux accès de sortie des sous-ensembles.

Le sous-ensemble suivant, en général connecté par l'intermédiaire d'un câble approprié, doit en principe pouvoir accepter à l'entrée un signal distordu et affaibli de façon contrôlée.

En général, la mesure s'effectue lorsque l'unité de traitement des signaux d'émission et l'unité de traitement des signaux de réception sont connectées comme indiqué à la figure 6.

L'entrée de l'unité de traitement des signaux de réception est alimentée par une SBPA à travers un câble approprié. L'oscilloscope permet la vérification du signal à l'entrée et à la sortie du câble.

Le sous-ensemble doit fonctionner sans la moindre erreur.

#### 4.1.2 *Présentation des résultats*

Compte rendu indiquant si le sous-ensemble à l'essai est en mesure de réussir l'essai ou non.

#### 4.1.3 *Détails à spécifier*

Si cette mesure est exigée, il y a lieu d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges du matériel:

- a) accès auxquels les mesures doivent être effectuées;
- b) débit numérique et tolérance;
- c) code, par exemple NRZ + H;
- d) impédance d'essai en charge;
- e) longueur et type de câble;
- f) retard relatif maximal autorisé entre les données et l'horloge (lorsque le code est tel qu'elles sont séparées, comme dans NRZ + H);
- g) valeur minimale autorisée d'affaiblissement d'adaptation à ou aux entrées;
- h) temps minimal acceptable durant lequel aucune erreur n'est enregistrée, par exemple, en tenant compte du débit numérique, le nombre de minutes permettant d'obtenir un niveau de confiance acceptable de la mesure de faible taux d'erreur (par exemple  $10^{-9}$ ).

### 3.4 *Jitter at the output of the transmit-signal processor*

See IEC 835-1-4.

Generally, only the output jitter measurement is required and can be carried out with normal instrumentation. Normally, the other two types of jitter measurement (tolerable input jitter and transfer function) are not required.

## 4 **Receive-signal processor**

### 4.1 *Acceptability of the input signal*

#### 4.1.1 *Method of measurement*

The equipment specifications establish the requirements for the signal at the output ports of the sub-systems.

The following sub-system, in general connected by a suitable cable, should be capable of accepting at the input port a signal which may have been distorted and attenuated in a controlled manner.

In general, the measurement is carried out with the transmit-signal processor and the receive-signal processor connected as shown in figure 6.

The input of the receive-signal processor is driven by a PRBS via a suitable cable. The oscilloscope provides a check on the signal at the input and output of the cable.

The sub-system shall work without errors.

#### 4.1.2 *Presentation of results*

A statement that the sub-system under test is able or unable to pass the test.

#### 4.1.3 *Details to be specified*

The following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- a) ports at which the measurements are to be taken;
- b) bit rate and its tolerance;
- c) code, e.g. NRZ + CK;
- d) test load impedance;
- e) length and type of cable;
- f) maximum permitted relative delay time between data and clock (when the code is such that they are separated, as in NRZ + CK);
- g) minimum permitted value of return loss at the input port(s);
- h) minimum acceptable time during which no errors are recorded, e.g. the number of minutes in order to reach a suitable confidence on a low BER measurement (e.g.  $10^{-9}$ ), taking into account the bit rate.

## 4.2 *Affaiblissement d'adaptation*

Voir la CEI 835-1-2.

## 4.3 *Caractéristiques des alarmes*

### 4.3.1 *Alarme de perte de signal*

Cette mesure a déjà été traitée au paragraphe 3.2 relatif à l'unité de traitement des signaux d'émission.

### 4.3.2 *Alarme de dépassement de la capacité de la mémoire tampon*

En général, les données et l'horloge du signal à l'entrée de l'unité de traitement des signaux de réception sont séparées (par exemple NRZ + H).

Cela signifie qu'il n'existe pas de circuit de récupération d'horloge à l'entrée de l'unité de traitement des signaux et par conséquent il est toujours possible d'amener le sous-ensemble en condition d'alarme de dépassement de la capacité de la mémoire tampon grâce à un signal d'entrée affecté d'une gigue appropriée, sans accéder aux points d'essais internes de l'équipement.

Les mesures sont expliquées en 3.2.

## 4.4 *Niveau et forme du signal de sortie*

Cette mesure a déjà été traitée au paragraphe 3.3 relatif à l'unité de traitement des signaux d'émission.

## 4.5 *Gigue à la sortie en l'absence de gigue à l'entrée*

Voir la CEI 835-1-4.

En général, seules les mesures de gigue à la sortie sont exigées et peuvent être effectuées à l'aide d'un équipement de mesure normal. Les deux autres types de mesures de gigue sont parfois demandés (gigue tolérable à l'entrée et fonction de transfert en gigue). Dans ce cas un équipement particulier peut s'avérer nécessaire si l'entrée de l'unité de traitement des signaux de réception ne possède pas des caractéristiques d'interface normalisées (par exemple, débits numériques non hiérarchiques).

## 5 *Mesures émission-réception*

Ce sont les mesures relatives aux caractéristiques combinées des unités de traitement des signaux d'émission et de réception (par exemple, temps de propagation absolu, fonction de transfert en gigue), et aux caractéristiques relatives à des fonctions spécifiques de l'unité de traitement d'émission ou de réception qu'il est préférable de mesurer sur l'ensemble du système.

Dans la plupart des cas, il est possible de connecter directement les accès émission et réception des unités de traitement des signaux.

Si ceci n'est pas possible, il peut-être nécessaire d'insérer une interface entre les deux accès des unités de traitement des signaux.

Pour les mesures concernant uniquement les caractéristiques de réception, il peut être plus approprié d'insérer un bond simulé entre les unités de traitement des signaux d'émission et de réception (par exemple, pour les alarmes sur le TEB).

#### 4.2 *Return loss*

See IEC 835-1-2.

#### 4.3 *Alarm characteristics*

##### 4.3.1 *Loss-of-signal alarm*

This measure has already been dealt with in 3.2 above concerning the transmit-signal processor.

##### 4.3.2 *Overflow alarm*

The code of the signal at the input of the receive-signal processor generally has separate data and clock (e.g. NRZ + CK).

This means that there is no clock extractor circuit at the input of the receive-signal processor, and consequently it is always possible to drive the sub-system into the overflow alarm condition by a suitable jittered input signal without access to internal test points in the equipment.

The measurement is explained in 3.2 above.

#### 4.4 *Level and shape of the output signal*

This measurement has already been treated in 3.3 concerning the transmit-signal processor.

#### 4.5 *Output jitter in the absence of input jitter*

See IEC 835-1-4.

Generally, only output jitter measurements are required and these can be made with normal instrumentation. Sometimes the other two types of jitter measurement (tolerable input jitter and jitter transfer function) are required, and in such cases special instrumentation is needed, since the input of the receive-signal processor may not have standardised interface characteristics (e.g. non-hierarchical bit rates).

### 5 **Transmitter-receiver measurements**

This group of measurements refers to characteristics (e.g. absolute delay time, jitter transfer function) relating to the combined transmit- and receive-signal processors, and to the characteristics concerning single parts, transmit or receive, of the signal processor which are advisable or convenient to be measured on the whole system.

In most cases it is possible to connect the transmit-side and the receive-side of the signal processor direct.

When this is not possible, it may be necessary to insert interface equipment between the two sides of the signal processor.

For the measurements that refer to receiver characteristics only, it may be more convenient to insert a simulated hop between transmit- and receive-signal processors (e.g. for BER alarm).



## 5.1 *Temps de propagation absolu*

### 5.1.1 *Considérations générales*

Sur les faisceaux hertziens numériques dotés d'un canal de protection, il est très important de contrôler le temps de propagation absolu dans les sections de commutation du faisceau hertzien afin d'éviter toute possibilité de perte de synchronisation pendant les opérations de commutation.

Afin de calculer le temps de propagation absolu de toutes les combinaisons possibles de trajets dans une section de commutation, il est utile de connaître la contribution totale amenée par les unités de traitement des signaux d'émission et de réception au temps de propagation absolu total.

### 5.1.2 *Méthode de mesure*

La figure 7a donne un exemple de montage.

L'entrée du sous-ensemble est commandée par un générateur de signaux pseudo-aléatoire. Un oscilloscope à deux traces est connecté à la fois à l'accès d'entrée et à l'accès de sortie par des câbles de même longueur.

En choisissant pour le signal issu du générateur une séquence binaire particulière et une période de répétition  $T$  appropriée (proche du temps de propagation  $D$  à mesurer), il est possible de mesurer sur l'oscilloscope, le temps de propagation  $D$  entre les séquences d'entrée et de sortie.

Pour obtenir une très grande précision, il est conseillé de mesurer le temps  $T-D$ , (voir figure 7b) en augmentant l'axe de temps de l'oscilloscope.

### 5.1.3 *Présentation des résultats*

Il est préférable de présenter les résultats soit sous la forme d'une copie d'écran de l'oscilloscope soit par un compte rendu du temps de propagation absolu.

### 5.1.4 *Détails à spécifier*

Si cette mesure est exigée, il convient d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges du matériel:

- a) accès auxquels les mesures doivent être réalisées;
- b) valeur nominale et tolérance du temps de propagation absolu.

## 5.2 *Caractéristiques acceptables du signal à chaque accès d'entrée de l'unité de traitement des signaux d'émission*

### 5.2.1 *Méthode de mesure*

La méthode de mesure décrite en 4.1 s'applique à l'ensemble du système émission-réception.

Comme cet article traite uniquement du côté émission de l'unité de traitement des signaux, le mode de connection de l'unité de traitement des signaux d'émission au côté réception n'est pas important.



## 5.1 *Absolute delay time*

### 5.1.1 *General considerations*

In digital radio-relay systems with a protection channel, it is very important to control the absolute delay time in the switching sections of the radio-relay system in order to prevent the possibility of desynchronisation during change-over operations.

In order to compute the absolute delay time of any combination of paths in a switching section, it is useful to know the sum contributions of the transmit- and receive-signal processor to the total absolute delay time.

### 5.1.2 *Method of measurement*

An example of a test arrangement is shown in figure 7a.

The input port of the sub-system is driven by a pattern generator. A dual-trace oscilloscope is connected to both the input and output ports by cables of the same length.

By setting the bit sequence to a fixed periodic pattern of suitable period  $T$  (close to the delay time  $D$  to be measured), it is possible to measure the delay time  $D$  between the input and output sequences on the oscilloscope.

For greater precision, it may be more convenient to measure the time  $T-D$  (see figure 7b) by expanding the time axis of the oscilloscope.

### 5.1.3 *Presentation of results*

The results should be presented either as a copy of the oscilloscope display or by a statement of the absolute delay time.

### 5.1.4 *Details to be specified*

The following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- a) ports at which the measurements are to be taken;
- b) nominal value and tolerance of the absolute delay time.

## 5.2 *Acceptability of the signal at each input port of the transmit-signal processor*

### 5.2.1 *Method of measurement*

The method of measurement dealt with in 4.1 above applies to the whole transmitter-receiver system.

As that clause is only concerned with the transmit-side of the signal processor, the way in which the transmit-signal processor is connected to the receive-side is not important.

### 5.2.2 *Présentation des résultats*

Un compte rendu précisant si le système est en mesure de réussir ou non les essais.

### 5.2.3 *Détails à spécifier*

Si cette mesure est exigée, les détails suivants seront inclus dans le cahier des charges du matériel:

- a) accès auxquels les mesures doivent être effectuées;
- b) débit numérique et tolérance;
- c) code, par exemple NRZ + H;
- d) impédance d'essai en charge;
- e) longueur et type du câble;
- f) retard relatif maximal autorisé entre les données et l'horloge (lorsque le code est tel qu'elles sont séparées, comme dans NRZ + H);
- g) valeur minimale autorisée d'affaiblissement d'adaptation à ou aux entrées;
- h) temps minimal acceptable au cours duquel aucune erreur n'est enregistrée, par exemple, en tenant compte du débit numérique, le nombre de minutes permettant d'obtenir un niveau de confiance acceptable de la mesure de faible TEB (par exemple  $10^{-9}$ );
- i) plage autorisée des niveaux d'entrée.

### 5.3 *Gigue tolérable à l'entrée*

Voir la CEI 835-1-4.

### 5.4 *Fonction de transfert en gigue entre l'entrée de l'unité de traitement des signaux d'émission et la sortie de l'unité de traitement des signaux de réception*

Voir la CEI 835-1-4.

### 5.5 *Interruption acceptable à l'entrée de l'unité de traitement du signal d'émission*

Voir la CEI 835-1-4.

### 5.6 *Caractéristiques de l'alarme sur le TEB*

#### 5.6.1 *Considérations générales*

Bien que cette mesure concerne l'unité de traitement des signaux de réception, la méthode de mesure appropriée utilise l'unité de traitement des signaux d'émission et un bond simulé muni d'un atténuateur variable pour contrôler le TEB par ajustement du rapport signal sur bruit.

Partant des conditions normales de fonctionnement, dans la mesure où la condition d'alarme est concernée, la spécification de l'équipement vise à établir la probabilité minimale  $P_h$  (par exemple 95%) de créer la condition d'alarme lorsque le TEB augmente jusqu'à atteindre la valeur spécifiée  $TEB_{ah}$ , et la probabilité maximal  $P_l$  (par exemple 5%) lorsque le TEB augmente jusqu'à la valeur  $TEB_{al}$  ( $< TEB_{ah}$ ).

### 5.2.2 *Presentation of results*

A statement that the system is able or unable to pass the test.

### 5.2.3 *Details to be specified*

The following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- a) ports at which the measurements are to be taken;
- b) bit rate and its tolerance;
- c) code, e.g. NRZ + CK;
- d) test load impedance;
- e) length and type of cable;
- f) maximum permitted relative delay time between data and clock (when the code is such that they are separated, as in NRZ + CK);
- g) minimum permitted value of return loss at the input port(s);
- h) minimum acceptable time in which no errors are recorded, e.g. the number of minutes in order to reach a suitable confidence on a low BER measurement (e.g.  $10^{-9}$ ), taking into account the bit rate;
- i) permitted range of input levels.

### 5.3 *Tolerable input jitter*

See IEC 835-1-4.

### 5.4 *Jitter transfer function between the input of the transmit-signal processor and the output of the receive-signal processor*

See IEC 835-1-4.

### 5.5 *Acceptable interruption at the input of the transmit-signal processor*

See IEC 835-1-4.

### 5.6 *BER alarm characteristics*

#### 5.6.1 *General considerations*

Although this measurement concerns the receive-signal processor, the practical method of measurement involves the transmit-signal processor and a simulated hop with a variable attenuator used to control the BER by adjusting the signal-to-noise ratio.

Starting from the normal operating condition, as far as the alarm condition is concerned, the equipment specification consists of establishing a minimum probability,  $P_h$  (e.g. 95 %), of the alarm condition occurring when the BER increases to a specified value  $BER_{ah}$ , and a maximum probability,  $P_l$  (e.g. 5 %), of the alarm condition occurring when the BER increases to a value of  $BER_{al}$  ( $< BER_{ah}$ ).

De même, en cas de retour vers un faible TEB, en partant des conditions d'alarme, la spécification de l'équipement vise à établir une probabilité minimale  $P_h$  (par exemple 95%) de conserver des conditions d'alarme lorsque le TEB diminue pour atteindre la valeur  $TEB_{rh}$  ( $> TEB_{rl}$ ), et la probabilité maximale  $P_l$  (par exemple 5 %) de conserver les conditions d'alarme lorsque le TEB diminue jusqu'à la valeur  $TEB_{rl}$ .

La mesure consiste à vérifier que les spécifications données en termes de probabilité sont vérifiées par la mesure appropriée de la fréquence des occurrences.

### 5.6.2 Méthode de mesure

La figure 9 montre un exemple de montage.

L'entrée de l'unité de traitement des signaux d'émission est alimentée par une SBPA alors que la sortie de l'unité de traitement des signaux de réception est connectée à un appareil de mesure du TEB. La connexion entre l'émetteur et le récepteur, via les atténuateurs variables  $T_1$  et  $T_2$ , peut se faire soit en r.f. soit en f.i.

### 5.6.3 Conditions d'alarme

Soit la courbe de l'alarme représentée sur la figure 8:

réglér  $T_1$  et  $T_2$ , (voir figure 9) afin que:

- a) avec  $T_1$  uniquement ( $T_2$  est à zéro c'est-à-dire que l'interrupteur est fermé),  
TEB  $\ll TEB_{r1}$  point de départ (fonctionnement normal);

ensuite,

- $b_1$ ) avec  $T_2$  aussi inséré (c'est-à-dire que l'interrupteur est ouvert),  
TEB =  $TEB_{ah}$  1<sup>er</sup> point d'arrivée;
- $b_2$ ) avec  $T_2$  aussi inséré (c'est-à-dire que l'interrupteur est ouvert),  
TEB =  $TEB_{al}$  2<sup>e</sup> point d'arrivée.

En partant d'une situation où le TEB est négligeable (par exemple  $TEB < 10^{-9}$ ), puis en ouvrant le commutateur pendant une durée égale au temps d'observation spécifié, il est possible d'accroître le TEB jusqu'à une valeur spécifiée et de voir si le système est amené en condition d'alarme pour cette valeur de TEB.

Le rapport entre le nombre de fois que le système a été amené en condition d'alarme et le nombre total d'essais, représente la fréquence d'apparition du phénomène (c'est-à-dire la vérification de la probabilité espérée).

En commandant le commutateur par un générateur d'impulsions à basse fréquence, doté d'une période et d'un rapport cyclique appropriés, afin de fermer l'interrupteur (position normale) pendant un temps relativement important – garantissant ainsi que les conditions de fonctionnement normales sont pleinement rétablies – puis en ouvrant l'interrupteur pendant un temps égal à la fenêtre d'observation, il est possible d'effectuer la mesure rapidement et avec la confiance souhaitée.

Similarly, in the case of restoration, starting from the alarm condition, the equipment specification consists of establishing a minimum probability  $P_h$  (e.g. 95 %) of remaining in the alarm condition when the BER decreases to a value  $BER_{rh} (>BER_{rl})$ , and a maximum probability,  $P_l$  (e.g. 5 %), of remaining in the alarm condition when the BER decreases to a specified value  $BER_{rl}$ .

The measurement consists of verifying that the specifications given in terms of probability are met by a suitable measurement of frequency of alarm condition occurrence.

### 5.6.2 Method of measurement

An example of a test arrangement is shown in figure 9.

The input of the transmit-signal processor is driven by a PRBS while the output of the receive-signal processor is connected to a BER meter. The connection between the transmitter and the receiver, via the variable attenuators  $T_1$  and  $T_2$ , can be made at either r.f. or i.f.

### 5.6.3 Alarm conditions

Consider the alarm curve of figure 8.

Set  $T_1$  and  $T_2$  (see figure 9), in such a way that

a) with  $T_1$  only ( $T_2$  set to zero, i.e. SW closed),

$BER \ll BER_{rl}$  common starting-point;

and then

$b_1$ ) with  $T_2$  also inserted (i.e. SW open), so that

$BER = BER_{ah}$  1st arrival point;

$b_2$ ) with  $T_2$  also inserted (i.e. SW open), so that

$BER = BER_{al}$  2nd arrival point.

Starting from a situation in which the BER is negligible, (e.g.  $BER < 10^{-9}$ ), and then opening the switch for a time equal to the specified observation time, it is possible to increase the BER to the specified value and see if the system goes into the alarm condition for that BER value.

The ratio between the number of times in which the system has gone into the alarm condition, and the total number of trials, represents the frequency of occurrence of the event, that is, the verification of the expected probability.

Driving the switch by a l.f. pulse generator, with a suitable period and duty-cycle, in order to close the switch (normal position) for a relatively long time – to ensure that the normal operating condition is fully restored – and then opening the switch for a time equal to the observation window, makes it possible to perform the measurement quickly with suitable confidence.

#### 5.6.4 Retour aux conditions normales

Soit la courbe de retour aux conditions normales indiquée à la Figure 8.

Régler  $T_1$  et  $T_2$ , (voir figure 9), afin que:

a) avec  $T_1 + T_2$  (c'est-à-dire que l'interrupteur est ouvert),

$TEB \gg TEB_{ah}$  point de départ normal;

puis,

$b_1$ ) avec  $T_1$  seulement ( $T_2$  remis à zéro, c'est-à-dire que l'interrupteur est fermé),

$TEB = TEB_{rl}$  1<sup>er</sup> point d'arrivée;

$b_2$ ) avec  $T_1$  uniquement ( $T_2$  remis à zéro, c'est-à-dire que l'interrupteur est fermé)

$TEB = TEB_{rh}$  2<sup>e</sup> point d'arrivée.

En partant des conditions d'alarme (par exemple  $TEB \gg 10^{-3}$ ) et en fermant l'interrupteur pendant un temps égal à la période d'observation, il est possible de réduire le TEB à la valeur spécifiée et de voir si le système quitte les conditions d'alarme, (c'est-à-dire si le système revient ou non aux conditions de fonctionnement normal), pour cette valeur de TEB.

Le rapport entre le nombre de fois que le système est revenu aux conditions normales et le nombre total d'essais, représente la fréquence d'apparition du phénomène (c'est-à-dire la vérification de la probabilité espérée).

En commandant l'interrupteur à l'aide d'un générateur d'impulsions à basse fréquence dont la période et le rapport cyclique sont appropriés, afin d'ouvrir l'interrupteur (position normale) pendant un temps relativement long – garantissant ainsi que le système est amené en condition d'alarme – puis en fermant l'interrupteur pendant un temps égal à la période d'observation, il est possible d'effectuer la mesure rapidement et avec le taux de confiance souhaité.

#### NOTES

1 La figure 8 représente la probabilité de déclenchement de l'alarme en partant des conditions de fonctionnement normales (courbe de l'alarme), et la probabilité de conserver cette condition d'alarme pendant tout le processus de retour au fonctionnement normal (courbe de retour).

2 Il est aussi possible de contrôler le rapport signal sur bruit, (et donc le TEB), par insertion de bruit calibré au lieu d'affaiblir le signal. Cette méthode est largement utilisée entre accès f.i. du récepteur entre l'amplificateur à c.a.g. et le démodulateur.

#### 5.6.5 Présentation des résultats

Les résultats sont présentés par quatre valeurs:

$F_{al}$  (et  $F_{ah}$ ), Fréquence d'occurrence pour laquelle le système, à partir des conditions de fonctionnement normal (c'est-à-dire,  $TEB < TEB_{rl}$ ) atteint la condition d'alarme pour un  $TEB = TEB_{al}$  (et  $TEB = TEB_{ah}$ );

$F_{rl}$  (et  $F_{rh}$ ), Fréquence d'occurrence pour laquelle le système, à partir des conditions d'alarme (c'est-à-dire,  $TEB > TEB_{ah}$ ) atteint la condition de fonctionnement normal pour un  $TEB = TEB_{rl}$  (et  $TEB = TEB_{rh}$ ).

Afin d'atteindre un niveau de confiance acceptable il est indispensable d'effectuer de nombreuses fois les mesures.

#### 5.6.4 Restoration

Consider the restoration curve of figure 8.

Set  $T_1$  and  $T_2$  (see figure 9), in such a way that

a) with  $T_1 + T_2$  (i.e. SW open)

$BER \gg BER_{ah}$  common starting-point

and then

$b_1$ ) with  $T_1$  only ( $T_2$  set to zero, i.e. SW closed) so that

$BER = BER_{rl}$  1st arrival point

$b_2$ ) with  $T_1$  only ( $T_2$  set to zero, i.e. SW closed) so that

$BER = BER_{rh}$  2nd arrival point

Starting from the alarm condition (e.g.  $BER \gg 10^{-3}$ ), by closing the switch for a time equal to the observation period, it is possible to reduce the BER to the specified value, and to see if the system leaves the alarm condition (i.e. the system restores or does not restore the normal operating conditions), for that BER value.

The ratio between the number of times the system has restored and the total number of trials, represents the frequency of occurrence of the event (i.e. the verification of the expected probability).

Driving the switch with an l.f. pulse generator with a suitable period and duty-cycle in order to open the switch (normal position) for a relatively long time – to ensure that the system is driven into the alarm condition – and then closing the switch for a time equal to the observation period, makes it possible to perform the measurement quickly with suitable confidence.

#### NOTES

1 Figure 8 represents the probability of the alarm occurring when starting from normal operating condition (alarm curve), and the probability of remaining in the alarm condition during the restoration process (restoration curve).

2 Alternatively, the signal-to-noise ratio, (and hence the BER) may be controlled by the insertion of calibrated noise instead of attenuating the signal. This is widely used at the receiver i.f. point between the a.g.c. amplifier and the demodulator.

#### 5.6.5 Presentation of results

Results are presented with four values:

$F_{al}$  (and  $F_{ah}$ ): Frequency of occurrence at which the system, starting from the normal operating condition, (i.e.  $BER < BER_{rl}$ ), has entered the alarm condition for  $BER = BER_{al}$  (and  $BER = BER_{ah}$ );

$F_{rl}$  (and  $F_{rh}$ ): Frequency of occurrence when the system, starting from the alarm condition (i.e.,  $BER > BER_{ah}$ ), has restored the normal operating condition for  $BER = BER_{rl}$  (and  $BER = BER_{rh}$ ).

In order to reach an acceptable level of confidence it is necessary to carry out the measurement many times.

#### 5.6.6 Détails à spécifier

Si cette mesure est exigée, il convient d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges du matériel:

- a) accès auxquels les mesures doivent être effectuées;
- b) durée de chaque essai;
- c) valeur minimale de la probabilité  $P_h$  (par exemple 95 %) d'entrer dans les conditions d'alarme lorsque le  $TEB = TEB_{ah}$  et de rester dans ces conditions lorsque le  $TEB = TEB_{rh}$ ;
- d) valeur maximale de la probabilité  $P_l$  (par exemple 5 %) d'entrer dans les conditions d'alarme lorsque le  $TEB = TEB_{al}$  et de rester dans les conditions d'alarme lorsque le  $TEB = TEB_{rl}$ ;
- e) fréquence et rapport cyclique du signal de commande.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60835-2-5:1993

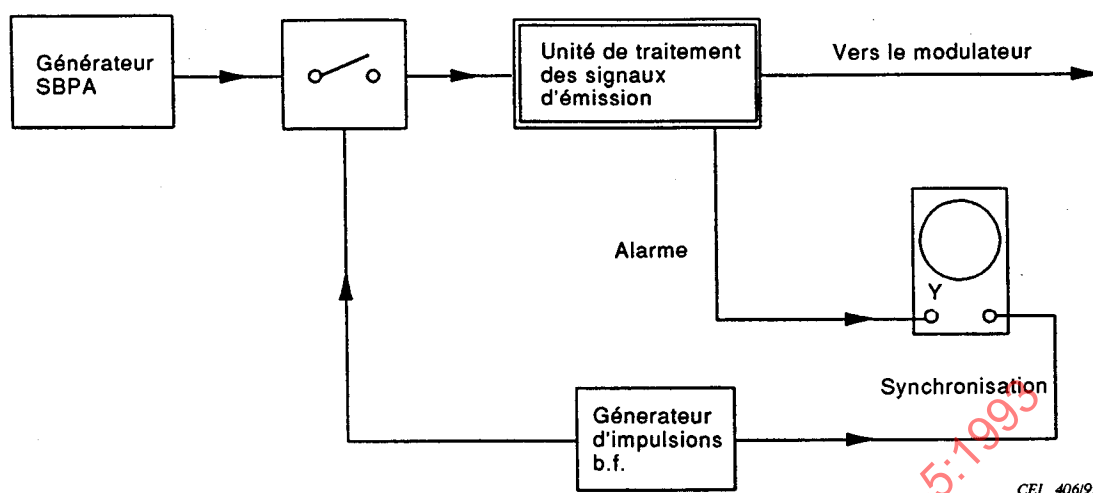


#### 5.6.6 Details to be specified

The following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

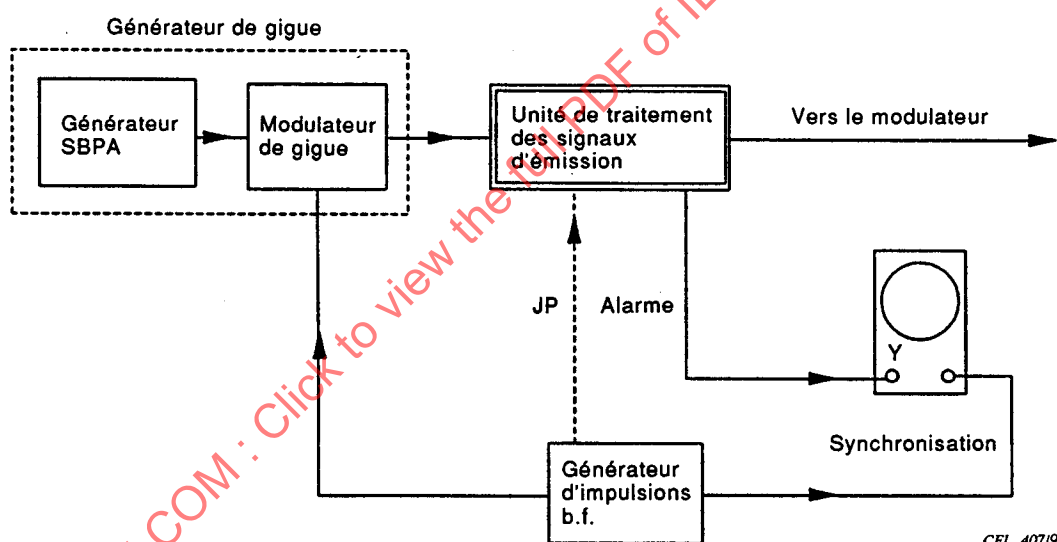
- a) ports at which the measurements are to be taken;
- b) time duration of each trial;
- c) minimum value of the probability,  $P_h$  (e.g. 95 %), of entering the alarm condition when  $BER = BER_{ah}$ , and of remaining in the alarm condition when  $BER = BER_{rh}$ ;
- d) maximum value of the probability,  $P_l$  (e.g. 5 %), of entering the alarm condition when  $BER = BER_{al}$ , and of remaining in the alarm condition when  $BER = BER_{rl}$ ;
- e) frequency and duty-cycle of the drive signal.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60835-2-5:1993



CEI 406/93

Figure 1 – Montage pour mesurer la constante de temps de l'alarme de perte de signal



CEI 407/93

Figure 2 – Montage pour mesurer la constante de temps de l'alarme de dépassement de la capacité de la mémoire tampon

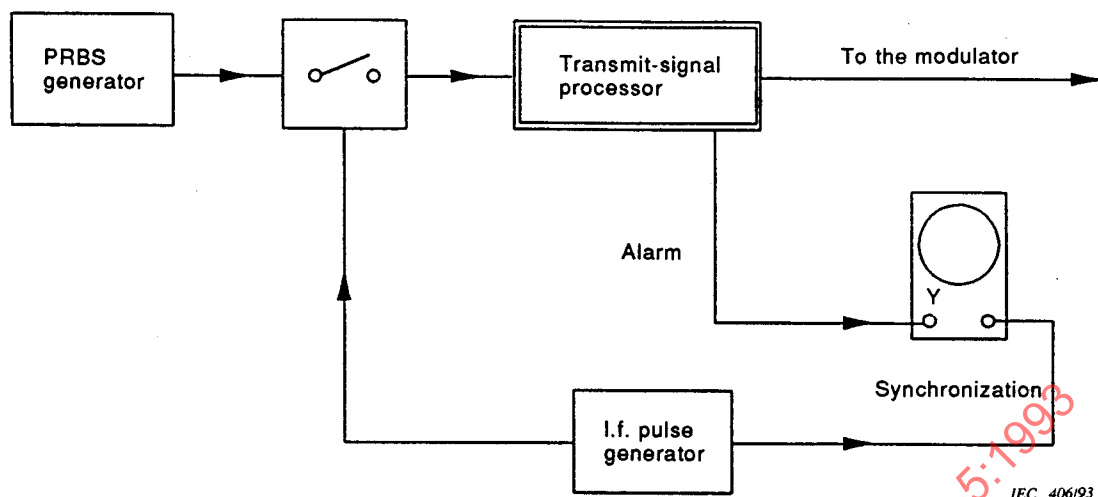


Figure 1 – Test arrangement for measuring the delay time of the loss of signal alarm

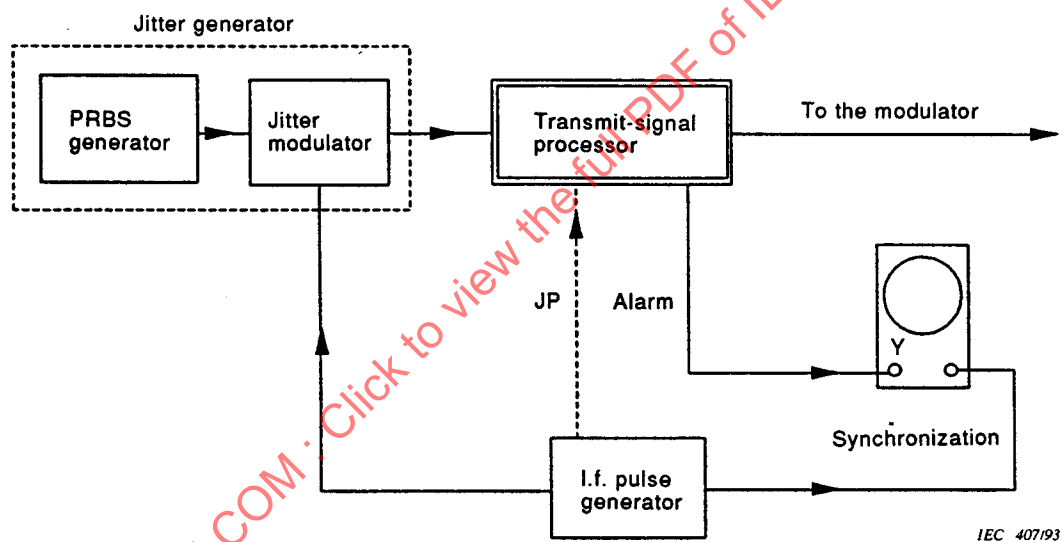


Figure 2 – Test arrangement for measuring the delay time of the overflow alarm