

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60835-1-4**

Première édition  
First edition  
1992-04

---

---

**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  
Section 4: Qualité de transmission

**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



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60835-1-4: 1992

## 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 Electro-technique 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**

**60835-1-4**

Première édition  
First edition  
1992-04

---

---

**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  
Section 4: Qualité de transmission

**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 1992 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 Varembe 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

**M**

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	6
Articles	
1 Domaine d'application .....	8
2 Taux d'erreur .....	8
2.1 Définition et généralités .....	8
2.2 Méthode de mesure .....	10
2.3 Présentation des résultats .....	12
2.4 Détails à spécifier .....	12
3 Paramètres supplémentaires .....	12
4 Gigue .....	12
4.1 Définition et généralités .....	12
4.2 Méthode de mesure .....	14
4.3 Présentation des résultats .....	14
4.4 Détails à spécifier .....	16
5 Interruption tolérée à l'entrée .....	16
5.1 Définition et généralités .....	16
5.2 Méthode de mesure .....	18
5.3 Présentation des résultats .....	18
5.4 Détails à spécifier .....	18
Figures .....	20
Annexe A – Bibliographie .....	24

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
INTRODUCTION .....	7
Clause	
1 Scope .....	9
2 Bit error ratio .....	9
2.1 Definition and general considerations .....	9
2.2 Method of measurement .....	11
2.3 Presentation of results .....	13
2.4 Details to be specified .....	13
3 Additional parameters .....	13
4 Timing jitter .....	13
4.1 Definition and general considerations .....	13
4.2 Method of measurement .....	15
4.3 Presentation of results .....	15
4.4 Details to be specified .....	17
5 Acceptable input interruption .....	17
5.1 Definition and general considerations .....	17
5.2 Method of measurement .....	19
5.3 Presentation of results .....	19
5.4 Details to be specified .....	19
Figures .....	20
Annex A – Bibliography .....	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

**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**

**Section 4: Qualité de transmission**

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le voeu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente section de la Norme internationale CEI 835-1 a été établie par le Sous-Comité 12E: Faisceaux hertziens et systèmes fixes de télécommunication par satellite, du Comité d'Etudes n° 12 de la CEI: Radiocommunications.

Le texte de cette section est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
12E(BC)136	12E(BC)140

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

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**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**

## FOREWORD

- 1) 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This section of International Standard IEC 835-1 has been prepared by Sub-Committee 12E: Radio relay and fixed satellite communications systems, of IEC Technical Committee No. 12: Radiocommunications.

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

DIS	Report on Voting
12E(CO)136	12E(CO)140

Full information on the voting for the approval of this section can be found in the Voting Report indicated in the above table.

Annex A is for information only.

## INTRODUCTION

La qualité de transmission d'un système de transmission numérique comprend plusieurs paramètres comme le taux d'erreur, la gigue et l'interruption tolérée à l'entrée.

Le taux d'erreur est le paramètre le plus important pour la transmission. D'autres paramètres que le taux d'erreur, par exemple les secondes sans erreur, sont applicables aux débits numériques inférieurs ou égaux à 64 kbit/s, mais leur application à des débits plus élevés est à l'étude (voir [2]\*).

---

\* Les références entre crochets sont données dans l'annexe A: Bibliographie.

## INTRODUCTION

The transmission performance of a digital transmission system is expressed by several parameters, such as bit-error ratio (BER), jitter and acceptable input interruption.

The BER is the most important parameter related to system transmission performance. Parameters other than the BER, for example, error-free seconds, are applicable to transmission rates up to 64 kbit/s. Their application to higher bit rates is under consideration (see [2]\*).

---

\* References in brackets are given in annex A: Bibliography.

# 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

### Section 4: Qualité de transmission

#### 1 Domaine d'application

La présente section de la CEI 835-1 traite de la mesure de la qualité de transmission des systèmes ou sous-systèmes de transmission numérique en hyperfréquence en condition de fonctionnement simulé.

La mesure des paramètres de transmission doit normalement se faire aux jonctions recommandées par le CCITT (voir [1]). Dans des cas particuliers, les spécifications demandent que les mesures soient effectuées à d'autres accès, par exemple entre l'entrée du modulateur et la sortie du démodulateur. Il peut alors être nécessaire d'insérer des circuits d'interface entre l'appareil de mesure et le matériel à l'essai.

#### 2 Taux d'erreur

##### 2.1 Définition et généralités

Le taux d'erreur est défini comme suit (voir [3]):

$$\text{Taux d'erreur} = \frac{N_e}{N_t} = \frac{N_e}{Bt_o} \quad (3-1)$$

où:

$N_e$  est le nombre d'erreurs pendant la durée  $t_o$

$N_t$  est le nombre de bits transmis pendant la durée  $t_o$

$B$  est le débit numérique à l'accès auquel on fait la mesure

$t_o$  est la durée de la mesure en secondes (temps de comptage des erreurs)

Le taux d'erreur se mesure en comparant bit à bit les trains numériques émis et reçus. Le montage de mesure est donné à la figure 1 et la comparaison des trains numériques émis et reçus se fait en comptant le nombre de bits reçus erronés.

Il est préférable que le signal appliqué à l'entrée du matériel à l'essai soit une suite pseudo-aléatoire de longueur  $2^{15}-1$  ou  $2^{23}-1$ , selon le débit numérique nominal du système de transmission (voir [4]), mais on emploie parfois une suite particulière, commutable ou programmable, pour déterminer son influence sur le taux d'erreur.

# 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

#### 1 Scope

This section of IEC 835-1 deals with the measurement of transmission performance and is applicable to simulated digital microwave transmission systems or sub-systems.

The transmission parameters should normally be measured at interface points recommended by the CCITT (see [1]). In special cases when equipment specifications require measurements at other ports (e.g. between modulator input and demodulator output terminals), interface circuits between the measuring equipment and the equipment under test may be necessary.

#### 2 Bit error ratio

##### 2.1 Definition and general considerations

The bit-error-ratio, BER, is defined as follows (see [3]):

$$\text{BER} = \frac{N_e}{N_t} = \frac{N_e}{Bt_o} \quad (3-1)$$

where:

$N_e$  is the number of bit errors in a time interval  $t_o$

$N_t$  is the total number of transmitted bits in a time interval  $t_o$

$B$  is the bit-rate of the signal at the point where the measurement is made

$t_o$  is the measurement time interval in seconds (error-counting time)

The BER is measured by comparing, bit by bit, the coincidence, or non-coincidence, of the transmitted and received bit streams. The arrangement for BER measurement is shown in figure 1. The comparison of the transmitted and received bit streams is made and the number of errored bits is counted.

The preferred test signal to be applied to the equipment under test is one having a pseudo-random pattern with a pattern length of either  $2^{15}-1$  or  $2^{23}-1$ , depending on the nominal bit-rate of the transmission system (see [4]), but a selectable or programmable word pattern is sometimes used for testing the effect of specific patterns on the BER characteristics.

L'équation (3-1) donne une estimation de la probabilité d'erreur. La précision de cette estimation est fonction croissante de  $N_e$ , mais en pratique la durée des mesures est limitée, ce qui limite la valeur de  $N_e$ .

En supposant une distribution aléatoire des erreurs, erreurs indépendantes entre elles et de probabilité d'apparition constante comme pour la loi de Poisson, la valeur minimale de  $N_e$  est en pratique voisine de 10. Dans ce cas, la probabilité d'erreur au sens strict est comprise dans une plage de  $\pm 50\%$  autour de  $N_e/N_t$ , avec un taux de confiance de 90 % (voir [3]).

Certains matériels, par exemple les systèmes à haute efficacité spectrale, peuvent présenter une distribution structurée des erreurs. La valeur minimale tolérée de  $N_e$  est alors plus grande.

Dans une mesure de taux d'erreur, la durée de comptage doit être suffisamment longue pour obtenir la précision requise. Si l'on doit mesurer un taux d'erreur de  $n \times 10^{-p}$  sur un train numérique de débit  $B$ , la durée de comptage nécessaire est donnée par:

$$t_o \geq \frac{N_e \times 10^p}{nB} \quad (3-2)$$

Par exemple, pour  $N_e = 10$  et un taux d'erreur de  $10^{-7}$  mesuré à 6,3 Mbit/s,  $t_o$  doit être supérieur à 16 s.

## 2.2 Méthode de mesure

Le montage de mesure du taux d'erreur est donné à la figure 1. L'appareil de mesure comprend une partie émission constituée par un générateur de suite pseudo-aléatoire, une partie réception constituée par un générateur d'une suite de référence identique recrée localement et un organe de comparaison entre la suite reçue et la suite locale de référence.

Un compteur d'erreurs s'incrémente à chaque disparité entre les trains numériques reçu et local, et affiche le taux d'erreur, rapport entre le nombre de bits erronés et le nombre total de bits.

On peut d'habitude choisir pour le débit numérique de la suite pseudo-aléatoire un des débits hiérarchiques donnés en [1]. Cependant, une entrée d'horloge externe est généralement prévue pour créer des débits hors hiérarchie. En général, la suite pseudo-aléatoire locale est synchronisée par un signal d'horloge extrait du train numérique reçu. La gamme des taux d'erreur mesurables doit s'étendre au moins de  $10^{-2}$  ou  $10^{-3}$  à  $10^{-8}$  ou  $10^{-9}$ . Le choix des valeurs extrêmes dépend de la structure du système et de la capacité de transmission.

On doit déconnecter provisoirement l'entrée du démodulateur et la reconnecter, faire ensuite une mesure du taux d'erreur, recommencer plusieurs fois ce cycle d'opérations et noter la plus forte valeur du taux d'erreur mesuré.

Lorsque le matériel à l'essai est attaqué par deux signaux en bande de base ou plus, ils doivent être simulés par des trains numériques suffisamment décorrelés, et on doit faire une mesure séparée pour chaque signal.

On doit mesurer le taux d'erreur en fonction des niveaux d'entrée spécifiés comme cela est décrit dans les sections appropriées des parties 2 et 3 de la CEI 835.

Equation (3-1) can give an estimate of the error probability. The accuracy of this estimate increases as  $N_e$  increases, but the practical limitations of the measurement time interval usually set a limit to the value of  $N_e$ .

Assuming a random distribution of errors independent of each other and with a constant probability, i.e. according to Poisson's law, the minimum acceptable value of  $N_e$  is approximately 10. In this case, the true error probability is contained in a range equal to  $\pm 50\%$  around  $N_e/N_t$  with a confidence coefficient of 90 % (see [3]).

Depending on the circuit configuration, for example high spectral efficiency systems, the distribution of errors may be structured. In such cases the minimum acceptable value of  $N_e$  should be correspondingly increased.

The measurement time interval of the BER needs to be long enough to obtain the required accuracy. If a BER of  $n \times 10^{-P}$  is to be measured on a bit-stream having a bit rate  $B$ , the required measuring time  $t_o$  is given by:

$$t_o \geq \frac{N_e \times 10^P}{nB} \quad (3-2)$$

For example, assuming  $N_e = 10$  and a BER of  $10^{-7}$  is to be measured at 6,3 Mbit/s,  $t_o$  shall be longer than 16 s.

## 2.2 Method of measurement

The arrangement for the measurement of BER is shown in figure 1. The measuring instrument has a transmit portion comprising a pseudo-random test-pattern generator, a receive portion comprising an identical local reference-pattern generator and a comparator for comparing the received and locally generated reference patterns.

An error counter counts the errors whenever the received and locally generated bits are not identical, and the ratio of the errored bits to the total number of bits, i.e. the BER, is displayed by the error counter.

The bit rate of the test pattern is usually selectable to permit the generation of the hierarchical bit rates given in [1]. However an external clock input is also usually available for generating non-hierarchical bit rates. The receive pattern generator is normally synchronized by the clock signal extracted from the incoming bit stream. A BER measurement range of at least  $10^{-2}$  or  $10^{-3}$  to  $10^{-8}$  or  $10^{-9}$  should be covered. The choice of the extreme values depends on the hardware configuration and on the digital rate.

In making the test, the demodulator input should be connected and disconnected several times and the highest measured BER should be recorded.

When there are two or more baseband channels in the equipment under test, sufficiently uncorrelated pulse streams need to be applied to the channels and the measurements made one channel at a time.

The BER is measured as a function of the specified receiver input conditions as described in the appropriate sections of parts 2 and 3 of IEC 835.

### 2.3 *Présentation des résultats*

Le taux d'erreur s'exprime en fonction d'un paramètre du matériel à l'essai, comme le niveau d'entrée du récepteur.

### 2.4 *Détails à spécifier*

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

- a) accès entre lesquels doit se faire la mesure;
- b) principales conditions d'interface comme le débit numérique, le niveau, l'impédance, le code du signal;
- c) niveaux d'entrée du récepteur, le cas échéant;
- d) type et longueur de la suite pseudo-aléatoire;
- e) valeurs limites du taux d'erreur;
- f) durée de comptage des erreurs ou nombre d'erreurs par mesure.

## 3 Paramètres supplémentaires

Des paramètres supplémentaires, comme les secondes sans erreur, sont à l'étude.

## 4 Gigue

### 4.1 *Définition et généralités*

La gigue est définie comme l'écart à court terme entre les instants significatifs d'un signal numérique et les positions temporelles idéales de ces instants. La variation temporelle de la gigue peut aussi être évaluée en termes de composantes spectrales, fonction de la fréquence (voir figure 2).

On peut distinguer deux types de gigue selon leur processus de création:

la *gigue de justification* due à l'insertion et à la suppression des bits de justification dans les organes de multiplexage et de démultiplexage temporels, et

la *gigue* proprement dite due aux imperfections des circuits de récupération de rythme dans les régénérateurs. Seul ce dernier type de gigue fait partie de la qualité des systèmes de transmission numériques en hyperfréquence.

On doit normalement mesurer trois types de gigue:

- i) La gigue de sortie en l'absence de gigue d'entrée, qui est créée dans le matériel à l'essai.
- ii) La gigue maximale admissible à l'entrée, qui rend compte de la résistance du matériel à l'essai à la gigue du signal d'entrée.
- iii) La fonction de transfert en gigue qui caractérise la modification des composantes spectrales de la gigue d'un signal ayant transité par le matériel à l'essai.

Le montage de mesure de ces trois paramètres de la gigue est indiqué à la figure 3 (voir aussi [5]).

### 2.3 *Presentation of results*

The BER is expressed as a function of some appropriate parameter of the equipment being measured, such as receiver input level.

### 2.4 *Details to be specified*

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

- a) ports between which the measurement is to be made;
- b) main interface conditions, e.g. bit rate, level, impedance and coding of the signal;
- c) specified receiver input levels, as appropriate;
- d) type and length of the test pattern;
- e) limiting bit error ratio characteristic;
- f) measurement time interval or number of errors by measurement.

## 3 **Additional parameters**

Additional parameters such as error-free seconds, are under consideration.

## 4 **Timing jitter**

### 4.1 *Definition and general considerations*

Timing jitter is defined as the short-term deviation of the significant instants of a digital signal from their ideal positions in time. The jitter as a function of time can be characterized in terms of frequency and amplitude, as shown in the example of figure 2.

Two types of jitter may be distinguished according to the jitter generating process:

*Justification jitter* – which is caused by the insertion and extraction of justification bits in time-division multiplexing and de-multiplexing processes, and

*Timing jitter* – which is due to the imperfection of the timing recovery circuits in the regeneration process. Only timing jitter measurements are of importance for determining the performance of digital microwave radio transmission systems.

Three timing jitter parameters are normally measured:

- i) Output jitter in the absence of input jitter, which is the jitter originating in the equipment under test.
- ii) Maximum tolerable input jitter, which shows the immunity of the equipment under test to a jittered input signal.
- iii) The jitter transfer function which characterizes the change of jitter amplitude due to the equipment under test when it is driven by a jittered input signal.

The arrangement for measuring these three jitter parameters is shown in figure 3 (see also [5]).

La partie émission de l'instrument de mesure comprend un générateur de suite pseudo-aléatoire piloté par un signal d'horloge modulé en phase de façon à produire un train numérique affecté de gigue. Le générateur d'horloge est modulé par une source de modulation de phase d'amplitude et de fréquence ajustables.

La partie réception de l'instrument de mesure est un circuit de mesure de gigue comprenant un détecteur de phase à large bande qui attaque un organe de mesure comprenant des circuits de limitation de la bande du spectre de la gigue. Une sortie analogique est généralement fournie pour examiner le signal démodulé représentatif de la gigue au moyen d'un oscilloscope, d'un analyseur de spectre ou d'un voltmètre sélectif.

La gamme de fréquences de mesure de l'instrument et les filtres passe-haut commutables fixant la limite basse des fréquences de mesure doivent être conformes à [5].

#### 4.2 *Méthode de mesure*

La méthode de mesure dépend du paramètre de gigue à mesurer:

##### *Gigue de sortie en l'absence de gigue d'entrée*

La modulation de phase du générateur d'horloge est mise hors service, on choisit une bande de mesure convenable d'après [5] et on note la valeur crête à crête de la gigue à la sortie du matériel à l'essai.

##### *Gigue maximale admissible à l'entrée*

On remplace la partie réception de l'instrument de mesure de la gigue (figure 3) par l'instrument de mesure du taux d'erreur (figure 1). On module sinusoïdalement le signal d'horloge, on augmente l'amplitude de la gigue à l'entrée jusqu'à l'obtention du taux d'erreur limite spécifié, par exemple  $10^{-3}$ , et on note cette amplitude. On répète la mesure pour les autres fréquences spécifiées de la gamme de fréquences de mesure de gigue.

##### *Fonction de transfert en gigue*

On module sinusoïdalement la phase du signal d'horloge à des fréquences variables comprises dans une gamme spécifiée et avec une déviation de phase constante. Cette dernière doit être inférieure d'au moins 10 dB à la gigue maximale admissible à l'entrée. On mesure alors la gigue de sortie en fonction de la fréquence au moyen d'un appareil de mesure de niveau sélectif branché à la sortie analogique du détecteur de phase. A moins d'utiliser une séquence pseudo-aléatoire de faible longueur, par exemple la suite 10001000 (voir [6]), on peut faire d'importantes erreurs de mesure dues aux composantes spectrales de la séquence qui se trouvent à l'intérieur de la gamme de fréquences de mesure.

#### 4.3 *Présentation des résultats*

Le résultat de la mesure de la gigue de sortie en l'absence de gigue d'entrée s'exprime par la valeur crête à crête de la gigue de sortie.

The transmitter part of the instrument used to produce a jittered pseudo-random bit sequence comprises a pattern generator driven by a phase-modulated clock signal. This is accomplished with a modulated clock generator driven by a modulation source. The magnitude and the frequency of the phase-modulation is adjustable.

The receiver part of the instrument is a jitter measurement circuit comprising a wide-band phase detector. This drives a measuring device containing circuits for limiting the bandwidth of the jitter spectrum. An analogue output is usually provided which supplies the demodulated jittered waveform for investigation using an oscilloscope, spectrum analyzer or selective level meter.

The frequency range of the jitter measurement instrument and the associated selectable high-pass filters for setting the lower limit to the frequency range should be in accordance with [5].

#### 4.2 *Method of measurement*

The method of measurement depends upon which of the jitter parameters is to be measured as follows:

##### *Measurement of output jitter in the absence of input jitter*

The phase modulation of the clock generator is switched off, a suitable measurement bandwidth according to [5] is selected and the peak-to-peak value of the output jitter is noted.

##### *Measurement of maximum tolerable input jitter*

The receiver part of the jitter measuring instrument (figure 3) is replaced by the receiver part of the BER measuring instrument (figure 1). The clock waveform is modulated sinusoidally, and the input jitter amplitude is increased until a specified threshold BER, e.g.  $10^{-3}$ , is reached. The jitter amplitude is noted. The measurement is then repeated at several frequencies within the specified jitter frequency range.

##### *Measurement of the jitter transfer function*

The clock waveform is phase-modulated sinusoidally with varying frequency within a specified frequency range and with a constant phase deviation. The latter should be at least 10 dB below the maximum tolerable input jitter. The output jitter is measured as a function of frequency using a selective level-meter connected to the analogue output of the phase detector. Unless a short pattern length for the pseudo-random bit sequence is used significant measurement errors may arise due to test pattern frequency components falling into the measured frequency range, e.g. the pattern 10001000 (see [6]).

#### 4.3 *Presentation of results*

Results of the measurement of output jitter in the absence of input jitter should be presented as a statement of the peak-to-peak output jitter value.

Les résultats de mesure de la fonction de transfert en gigue et de la gigue maximale admissible à l'entrée se présentent sous forme de courbes de réponse en fonction de la fréquence, comme indiqué par les exemples des figures 4a et 4b.

La gigue de sortie en l'absence de gigue d'entrée et la gigue maximale admissible à l'entrée s'expriment en intervalles unitaires; la fonction de transfert en gigue s'exprime en décibels.

#### 4.4 Détails à spécifier

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

- a) accès entre lesquels on doit faire la mesure;
- b) principales conditions d'interface, comme le débit numérique, le niveau, l'impédance, le type de codage;
- c) longueur de la suite pseudo-aléatoire utilisée pour la mesure, ainsi que:
  - i) pour la mesure de la gigue de sortie en l'absence de gigue d'entrée:
    - bande passante de l'appareil de mesure;
    - gigue maximale tolérée, exprimée en intervalles unitaires, crête à crête;
  - ii) pour la mesure de la gigue maximale admissible à l'entrée:
    - valeur limite du taux d'erreur;
    - gabarit à ne pas dépasser, exprimé en intervalles unitaires, crête à crête;
  - iii) pour la mesure de la fonction de transfert en gigue:
    - valeur de l'amplitude constante de gigue appliquée à l'entrée, exprimée en intervalles unitaires, crête à crête;
    - gabarit à ne pas dépasser, gradué en décibels par rapport à l'amplitude de la gigue d'entrée.

## 5 Interruption tolérée à l'entrée

### 5.1 Définition et généralités

Beaucoup de systèmes de transmission radioélectriques sont alimentés par des lignes de transmission, par exemple des systèmes sur câble, qui relient les équipements multiplex en bande de base aux équipements radioélectriques.

Ces lignes peuvent donner lieu à de brèves interruptions du signal, parfois nommées microcoupures, dues aux décharges provenant de la foudre ou d'autres perturbations électromagnétiques et agissant directement sur la ligne ou indirectement, par l'intermédiaire des organes d'alimentation en énergie. Il faut donc vérifier que le système de transmission radioélectrique n'allonge pas de manière significative à sa sortie l'interruption du signal présente à son entrée.

L'interruption tolérée à l'entrée est définie comme la plus longue durée d'interruption du signal d'entrée du système de transmission qui donne lieu à une durée d'interruption du signal de sortie inférieure à une valeur spécifiée.

The results of the measurement of the jitter transfer-function and the maximum tolerable input jitter should be presented as frequency response curves as shown by the examples in figures 4a and 4b.

The output jitter in the absence of input jitter and the maximum tolerable input jitter should be expressed in terms of unit intervals (UI) whilst the jitter transfer-function should be expressed in decibels.

#### 4.4 *Details to be specified*

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

- a) ports between which the measurements are to be made;
- b) main interface conditions, e.g. bit-rate, level, impedance, code format;
- c) pseudo-random pattern length of the test signal to be used together with:
  - i) for measuring the output jitter in absence of input jitter:
    - jitter measurement bandwidth;
    - permitted highest output jitter expressed in unit-intervals (peak-to-peak);
  - ii) for measuring the maximum tolerable input jitter:
    - threshold BER;
    - tolerance curve which should not be exceeded, expressed in unit intervals, peak-to-peak;
  - iii) for measuring the jitter transfer function:
    - applied constant input jitter amplitude, expressed in unit intervals (peak-to-peak);
    - tolerance curve which should not be exceeded, expressed in decibels relative to the input jitter amplitude.

## 5 **Acceptable input interruption**

### 5.1 *Definition and general considerations*

Many radio transmission systems are fed by other transmission links, such as cable systems, that interconnect the baseband multiplex and radio equipments.

Such links may experience short interruptions of the signal, caused by lightning discharges and other electromagnetic disturbances, sometimes called micro-interruptions, directly on the signal or indirectly via the power supply system. It is therefore necessary to ascertain whether the radio system significantly extends these input signal interruptions.

Acceptable input interruption is defined as the longest interruption time at the input of the transmission system which results in an output interruption time less than a specified value.

## 5.2 Méthode de mesure

La figure 5 donne un exemple de montage de mesure de la réponse du système de transmission radioélectrique à une interruption du signal d'entrée. Le matériel à l'essai est attaqué, par l'intermédiaire d'un commutateur, par un générateur de suite pseudo-aléatoire au débit numérique nominal et de durée déterminée (voir [1]). Un appareil de détection des erreurs est branché à sa sortie et affiche le signal détecté sur l'écran d'un oscilloscope. Le matériel à l'essai est constitué par un ensemble émetteur-récepteur simulant un bond radioélectrique, et le niveau d'entrée r.f. du récepteur est égal au niveau nominal. En commandant le commutateur SW par un générateur d'impulsion à basse fréquence de répétition, on crée une interruption périodique du signal d'entrée de durée déterminée.

L'interruption du signal de sortie est évaluée au moyen d'un oscilloscope. Si l'on n'actionne le commutateur qu'une seule fois, il faut se servir d'un oscilloscope à mémoire.

### NOTES

- 1 Il est possible qu'on puisse évaluer l'interruption du signal de sortie en l'affichant directement sur l'écran de l'oscilloscope, sans se servir d'un détecteur d'erreurs. Cependant, dans certains cas, une interruption du signal d'entrée ne se traduit pas par une disparition du signal de sortie mais par une suite de bits sans signification. C'est bien alors la durée erronée du signal de sortie qu'il convient de mesurer.
- 2 Il convient de vérifier que le temps mis par le détecteur d'erreurs à se synchroniser sur la séquence numérique reçue est de beaucoup inférieur à la différence tolérée entre les temps d'interruption du signal à l'entrée et à la sortie.
- 3 La mesure peut être répétée pour plusieurs valeurs du temps d'interruption à l'entrée.

## 5.3 Présentation des résultats

Les résultats doivent être présentés sous la forme d'une copie de l'écran de l'oscilloscope, ou d'une liste donnant les valeurs des temps d'interruption à l'entrée et à la sortie.

## 5.4 Détails à spécifier

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

- a) accès auquel il faut faire la mesure;
- b) code du signal de sortie, par exemple HDB3, NRZ + horloge;
- c) durée d'interruption du signal d'entrée, par exemple 40 ms;
- d) différence maximale tolérée entre les temps d'interruption à l'entrée et à la sortie, par exemple 2 ms;
- e) fréquence de répétition et facteur de forme de l'impulsion à basse fréquence utilisée (sauf si l'on commute une seule fois, et qu'on utilise un oscilloscope à mémoire).

## 5.2 Method of measurement

An example of the arrangement for measuring the response of the radio system to input signal interruptions is shown in figure 5. The equipment under test is driven, via a switch, by a pattern generator supplying a pseudo random bit stream (p.r.b.s.) at a nominal bit-rate and of defined length (see [1]). The output signal is examined by an error detector and the error output is displayed on an oscilloscope. The radio system is operated on a simulated hop at the nominal r.f. input level, and by driving the switch SW with a low frequency pulse generator it is possible to generate a periodic input signal interruption of chosen duration.

The output signal interruption in response to the input signal interruptions is evaluated by means of an oscilloscope. If a switch with a single-shot mode is used, it will be necessary to employ a storage oscilloscope.

### NOTES

- 1 It may be possible to evaluate the output signal interruption by displaying it directly on the oscilloscope without using an error detector. Certain signal interruptions do not cause an absence of output signal, but a sequence of meaningless bits. In such cases it is necessary to evaluate the erroneous duration of the output sequence.
- 2 Care should be taken to ensure that the time required by the error detector to recognize the incoming bit sequence is much less than the permitted difference between the input and output interruption times.
- 3 Measurements may be repeated over a range of input interruption times.

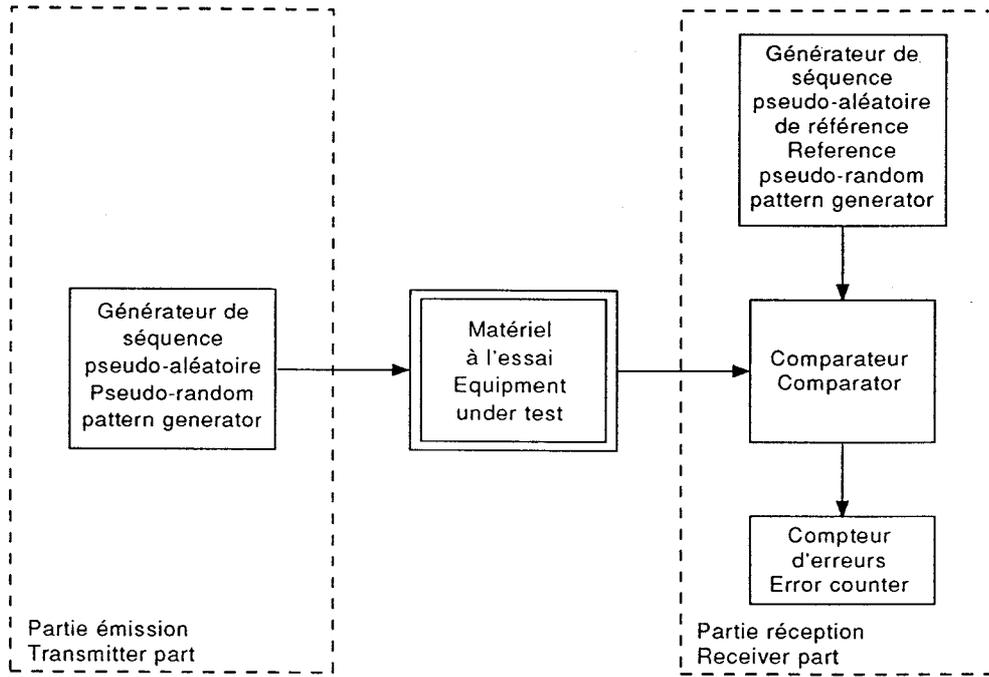
## 5.3 Presentation of results

The results should be presented as a copy of the oscilloscope display, or by stating the input and the output duration time of the input signal interruption.

## 5.4 Details to be specified

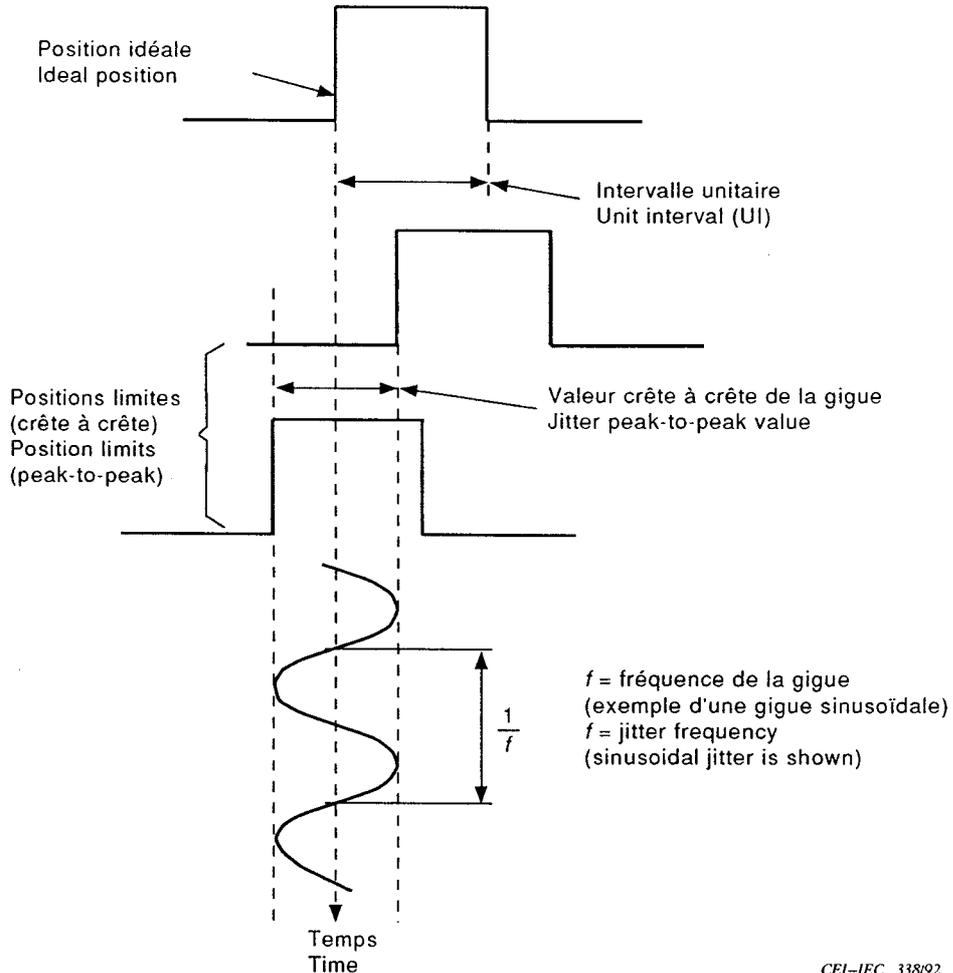
The following items should be included, as required, in the detailed equipment specifications:

- a) ports at which the measurement is to be made;
- b) output signal code, e.g. HDB3, NRZ + CK etc.;
- c) input signal interruption duration time, e.g. 40 ms;
- d) highest permitted difference between output and input signal interruption time, e.g. 2 ms;
- e) frequency and duty cycle of the low frequency rectangular pulse to be used (if single-shot mode and storage oscilloscope are not used).



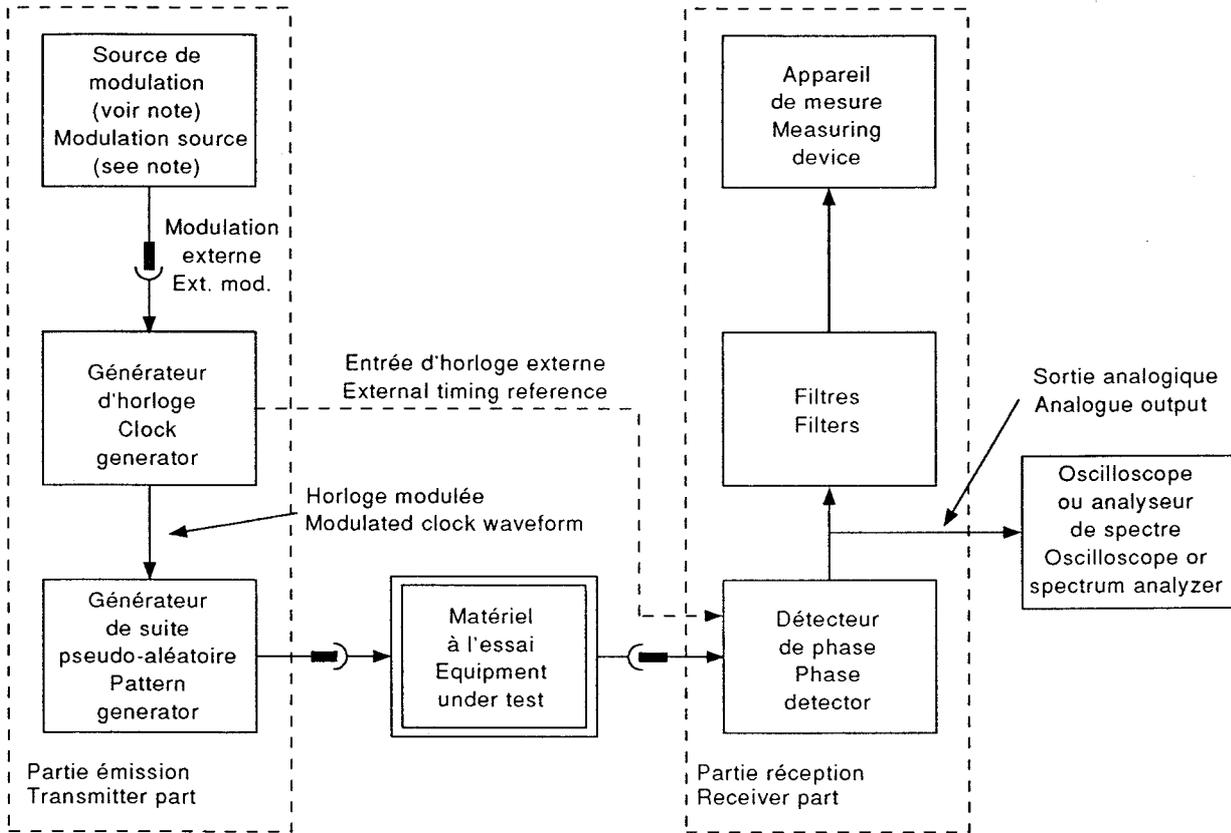
CEI-IEC 337/92

Figure 1 - Montage de mesure du taux d'erreur  
Arrangement for the measurement of bit error ratio



CEI-IEC 338/92

Figure 2 - Définition de la gigue  
Definition of timing jitter



CEI-IEC 339/92

NOTE - La source de modulation permettant d'effectuer les mesures indiquées dans les recommandations de la série G.700 du CCITT peut être incluse dans le générateur d'horloge, dans le générateur de suite pseudo-aléatoire, ou être fournie séparément.

NOTE - The modulation source to test to CCITT G.700 series Recommendations may be provided within the clock generator and/or the pattern generator, or it may be provided separately.

Figure 3 – Montage de mesure de la gigue (conforme à [5])  
 Arrangement for the measurement of timing jitter  
 (in accordance with [5])

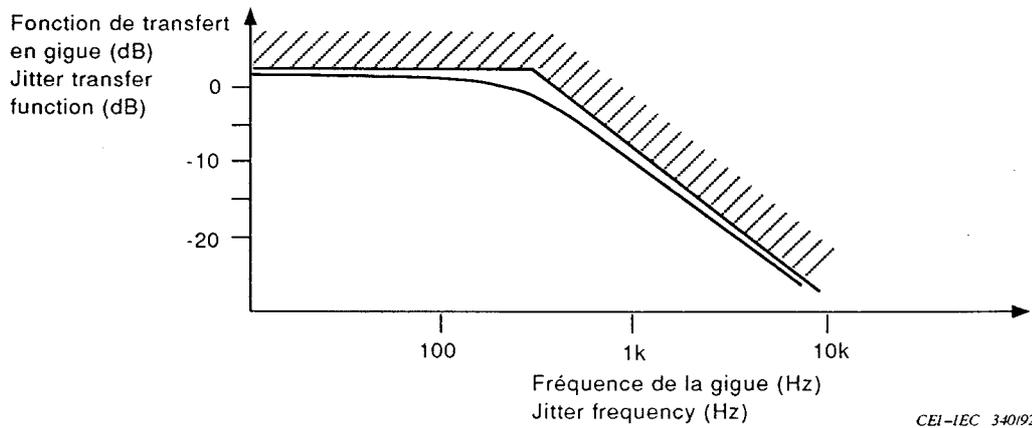


Figure 4a

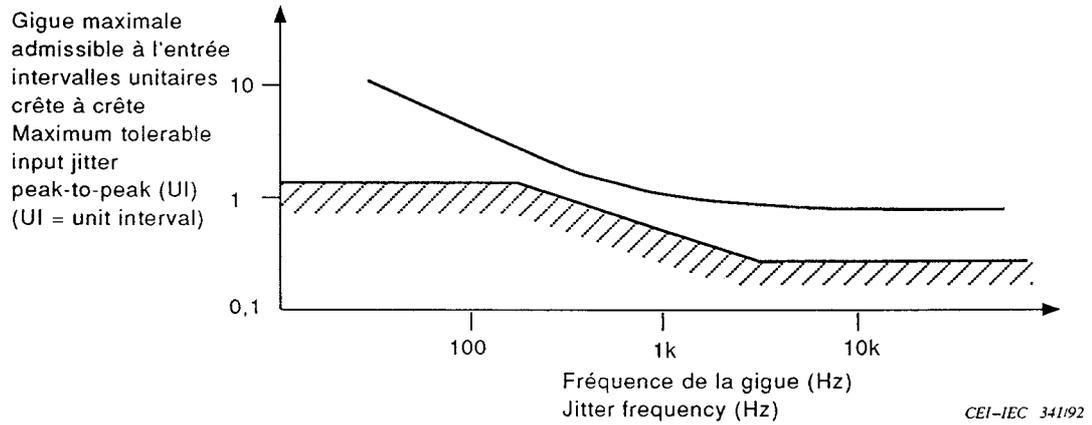


Figure 4b

Figure 4 – Exemple de fonction de transfert en gigue (a) et de gigue maximale admissible à l'entrée (b) et limites pour 34 368 kbit/s (conforme à [1])

Examples of frequency responses showing the jitter transfer function (a) and the maximum tolerable input jitter (b), together with limit curve examples for a bit-rate of 34 368 kbit/s (according to [1])

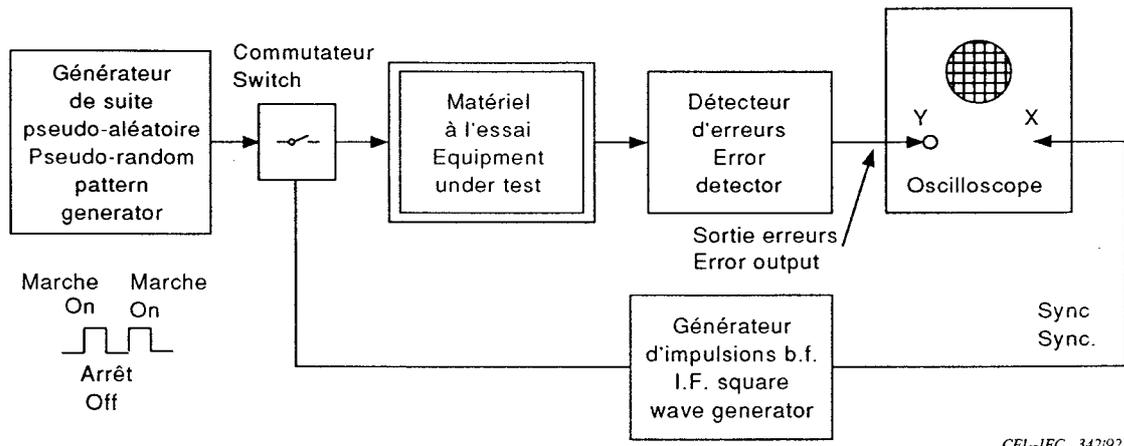


Figure 5 – Montage de mesure de la réponse d'un faisceau hertzien à une interruption du signal d'entrée

Arrangement for measuring the response of the radio system to input signal interruptions

## **Annexe A** (informative)

### **Bibliographie**

- [1] CCITT, VIII<sup>e</sup> Assemblée plénière, 1984, tome III, fascicule III.3 – Réseaux numériques – Systèmes de transmission et équipement de multiplexage – Recommandation G. 703 (1972) – Caractéristiques physiques et électriques des jonctions.
- [2] CCITT, VIII<sup>e</sup> Assemblée plénière, 1984, tome III, fascicule III.3 – Réseaux numériques – Systèmes de transmission et équipement de multiplexage – Recommandation G. 821 (1980) – Performance d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un réseau numérique avec intégration des services.
- [3] CCIR, XVI<sup>e</sup> Assemblée plénière, 1986, Recommandations et Rapports du CCIR, volume IX, partie 1 – Service fixe utilisant les faisceaux hertziens. Rapport 613-3 – Mesure des erreurs sur les bits dans les faisceaux hertziens numériques.
- [4] CCITT, VIII<sup>e</sup> Assemblée plénière, 1984, tome III, fascicule IV.4 – Spécifications des appareils de mesure. Section 2 – Spécifications des appareils de mesure de type numérique. Recommandation 0.151 – Spécifications d'appareils pour la mesure du taux d'erreur dans des systèmes numériques.
- [5] CCITT, VIII<sup>e</sup> Assemblée plénière, 1984, tome III, fascicule IV.4 – Spécifications des appareils de mesure. Section 2 – Spécifications des appareils de mesure de type numérique. Recommandation 0.171 – Spécifications d'un appareil de mesure de la gigue de rythme sur un équipement numérique.
- [6] CCITT, VIII<sup>e</sup> Assemblée plénière, 1984, tome III, fascicule III.3 – Réseaux numériques – Systèmes de transmission et équipement de multiplexage – Recommandation G. 751 (1976) – Equipements de multiplexage numériques fonctionnant au débit binaire du troisième ordre de 34 368 kbit/s et au débit binaire du quatrième ordre de 139 264 kbit/s et utilisant la justification positive.

CCIR, XVI<sup>e</sup> Assemblée plénière, 1986, Recommandations et Rapports du CCIR, volume IX, partie 1 – Service fixe utilisant les faisceaux hertziens. Recommandation 557-1 – Objectif de disponibilité d'un circuit fictif de référence et d'un conduit numérique fictif de référence.

CCIR, XVI<sup>e</sup> Assemblée plénière, 1986, Recommandations et Rapports du CCIR, volume IX, partie 1 – Service fixe utilisant les faisceaux hertziens. Rapport 930-1 – Objectifs de qualité de faisceaux hertziens numériques.

---

## **Annex A**

(informative)

### **Bibliography**

- [1] CCITT, VIIIth Plenary Assembly, 1984, Volume III, Fascicle III.3 – Digital networks transmission systems and multiplexing equipment: Recommendation G.703 (1972) – Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces.
- [2] CCITT, VIIIth Plenary Assembly, 1984, Volume III, Fascicle III.3 – Digital networks transmission systems and multiplexing equipment: Recommendation G.821 (1980) – Error performance of an international digital connection forming part of an integrated services digital network.
- [3] CCIR, XVIth Plenary Assembly, 1986, Recommendations and Reports of the CCIR, Vol. IX, Part 1 – Fixed service using radio-relay systems. Report 613-3 – Bit error performance measurements for digital radio-relay systems.
- [4] CCITT, VIIIth Plenary Assembly, 1984, Volume III, Fascicle IV.4 – Specifications of measuring equipment. Section 2 – Specifications for digital-type measurement equipment. Recommendation 0.151 – Specification for instrumentation to measure error performance on digital systems.
- [5] CCITT, VIIIth Plenary Assembly, 1984, Volume III, Fascicle IV.4 – Specifications of measuring equipment. Section 2 – Specifications for digital-type measurement equipment. Recommendation 0.171 – Specification for instrumentation to measure timing jitter on digital equipment.
- [6] CCITT, VIIIth Plenary Assembly, 1984, Volume III, Fascicle III.3 – Digital networks-transmission systems and multiplexing equipment: Recommendation G.751 (1976) – Digital multiplex equipment operating at the third order bit rate of 34 368 kbit/s and the fourth order bit rate of 139 264 kbit/s, and using positive justification.

CCIR, XVIth Plenary Assembly, 1986, Recommendations and Reports of the CCIR, Vol. IX, Part 1 – Fixed service using radio-relay systems. Recommendation 557-1 – Availability objective for a hypothetical reference circuit and a hypothetical reference digital path.

CCIR, XVIth Plenary Assembly, 1986, Recommendations and Reports of the CCIR, Vol. IX, Part 1 – Fixed service using radio-relay systems. Report 930-1 – Performance objectives for digital radio-relay systems.

---

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

---

**ICS 33.060.30**

---