

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60679-1

1997

AMENDEMENT 2
AMENDMENT 2
2003-05

Amendement 2

**Oscillateurs pilotés par quartz
sous assurance de la qualité –**

**Partie 1:
Spécification générique**

Amendment 2

**Quartz crystal controlled oscillators
of assessed quality –**

**Part 1:
Generic specification**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

J

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 49 de la CEI: Dispositifs piézo-électriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
49/591/FDIS	49/605/RVD

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

Page 12

1.2 Références normatives

Insérer, à la page 14, les nouvelles normes suivantes:

UIT-T G.825, *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques à hiérarchie numérique synchrone*

UIT-T O.172, *Appareil de mesure de la gigue et du dérapage dans les systèmes numériques à hiérarchie numérique synchrone*

ANSI T1.105.03, *Synchronous Optical Network (SONET) – Jitter at Network Interfaces*

ETSI EN 300462, *Transmission and Multiplexing™; Generic requirements for synchronization networks*

Telcordia GR-253, *Synchronous Optical Network (SONET) Transport Systems: Common Generic Criteria*

Page 16

2 Terminologie et prescriptions générales

2.2 Définitions

Ajouter, à la page 32, après la définition 2.2.38, la nouvelle définition suivante:

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

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

FDIS	Report on voting
49/591/FDIS	49/605/RVD

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Page 13

1.2 Normative references

Insert, on page 15, the following new standards:

ITU-T G.825, *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH)*

ITU-T O.172, *Jitter and wander measuring equipment for digital systems which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH)*

ANSI T1.105.03, *Synchronous Optical Network (SONET) – Jitter at Network Interfaces*

ETSI EN 300462, *Transmission and Multiplexing™; Generic requirements for synchronization networks*

Telcordia GR-253, *Synchronous Optical Network (SONET) Transport Systems: Common Generic Criteria*

Page 17

2 Terminology and general requirements

2.2 Definitions

Add, on page 33, after definition 2.2.38, the following new definition:

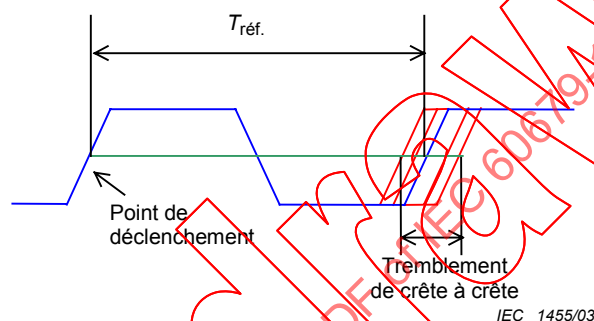
2.2.39 tremblement de phase

Les tremblements de phase sont les changements à court terme des recouvrements au point nul du signal de sortie d'oscillateur à partir de sa position idéale en temps. Le tremblement de phase est défini comme le changement de phase $\Delta\phi$ avec des composantes de la fréquence supérieures ou égales à 10 Hz. Les changements plus lents que 10 Hz sont nommés «dérive». Un tremblement excessif peut augmenter le taux de transmission des bits d'erreur d'un signal de communication en transmettant non correctement le flux des données et peut causer des problèmes de synchronisation.

Le changement correspondant de la longueur de période

$$\Delta T = \Delta\phi / (2\pi f_c)$$

est nommé «le tremblement de période» (f_c est la fréquence d'horloge).



Légende

$T_{\text{réf.}}$ est la période d'un signal de référence idéal.

Figure 49 – Signal d'horloge avec tremblement de phase

L'amplitude de tremblement est habituellement référée à l'intervalle d'unité (IU) d'une largeur égale à un bit de données (par exemple IU = 6,43 ns pour 155,52 Mbit/s pour STM-1/OC-3) ou est définie comme un changement absolu de temps (en nanosecondes, picosecondes ou femtosecondes). Elle est quantifiée soit comme la valeur de crête à crête soit comme la valeur efficace de celle-ci.

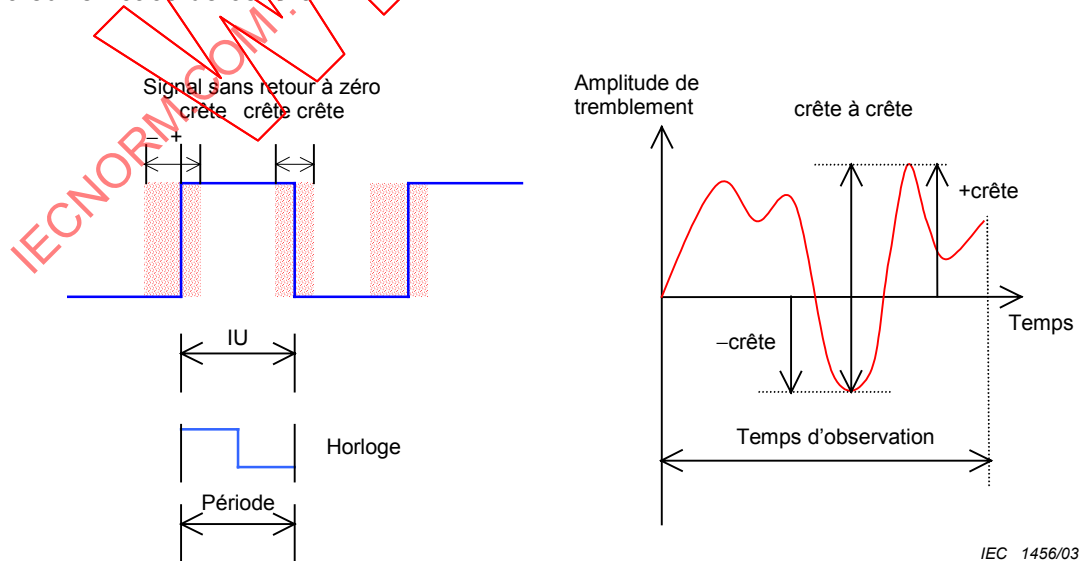


Figure 50 – Mesures du tremblement de phase

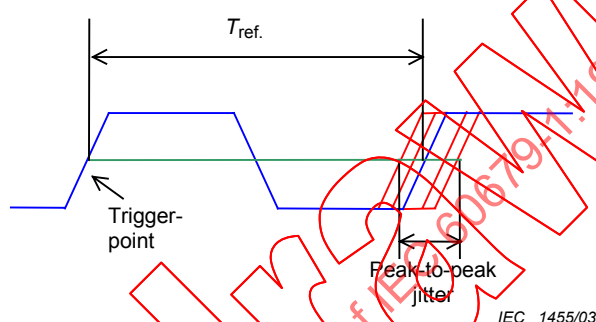
2.2.39 phase jitter

Phase jitter is the short-term variation of the zero crossings of the oscillator output signal from their ideal position in time. Phase jitter is defined as phase variation $\Delta\phi$ with frequency components greater than or equal to 10 Hz. Variations slower than 10 Hz are called “wander”. Excessive jitter can increase the bit error rate (BER) of a communication signal by incorrectly transmitting a data-stream and can cause synchronisation problems.

The corresponding variation of the period length

$$\Delta T = \Delta\phi / (2\pi f_c)$$

is called “period jitter” (f_c is the clock frequency).



Key

$T_{ref.}$ is the period of an ideal reference signal.

Figure 49 – Clock signal with phase jitter

The jitter amplitude is usually referred to the Unit Interval (UI) of one data bit-width (e.g. UI = 6,43 ns for 155,52 Mbit/s for STM-1/OC-3) or defined as absolute time variation (in nanoseconds, picoseconds or femtoseconds). It is quantified either as the peak-to-peak value, or as the r.m.s. value thereof.

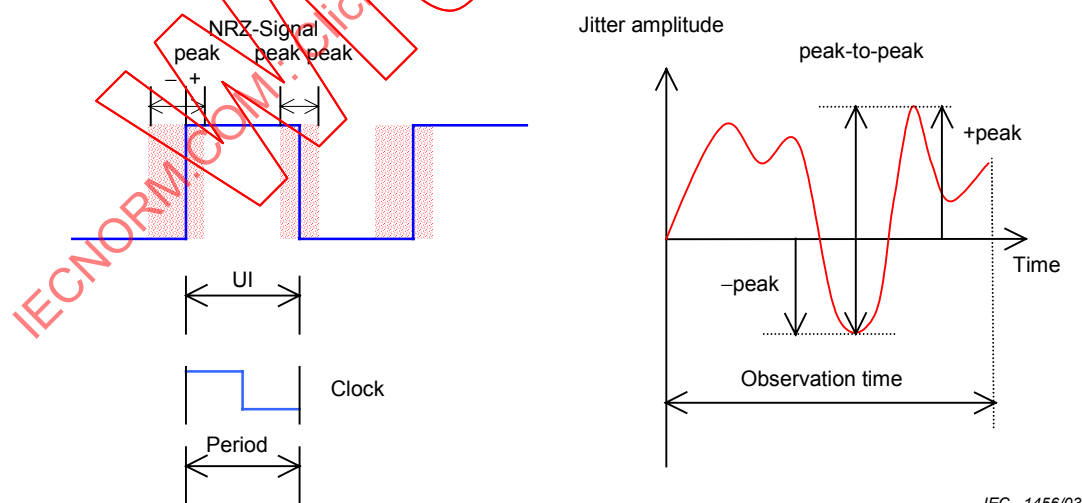


Figure 50 – Phase jitter measures

Pour le tremblement aléatoire, la valeur efficace est définie comme la déviation normalisée σ (sigma) de la distribution gaussienne ci-dessous. Le tremblement de crête à crête est alors la gamme couverte par 7σ (c'est-à-dire $\pm 3,5 \sigma$) conformément à un niveau de fiabilité de 99,95348 % (c'est-à-dire une queue de 465×10^{-6}).

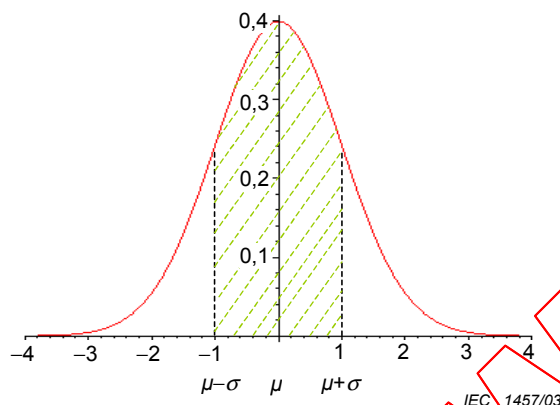


Figure 51 – Distribution gaussienne du tremblement

Signal sans retour à zéro idéal

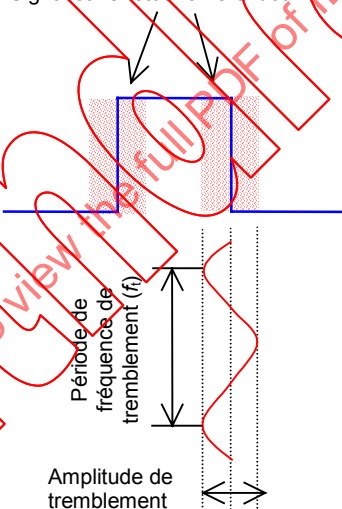


Figure 52 – Amplitude de tremblement et période de fréquence de tremblement

Dans le cas des sous-harmoniques entraînées dans la génération du signal, le tremblement de phase peut contenir des composantes spectrales non aléatoires dues au changement périodique du cycle de travail. Ceci cause une distribution non gaussienne, c'est-à-dire la règle de 7σ pour les valeurs de crête à crête n'est plus applicable. Dans de tels cas, seules les valeurs de crête à crête sont significatives. Cependant, la détermination des valeurs de crête à crête est sensible aux incidents. Le temps d'observation recommandé pour le tremblement de phase de crête à crête est égal à 1 min.

Pour la caractérisation du tremblement il est important de définir la gamme de fréquences de Fourier considérée, c'est-à-dire les composantes de fréquence du tremblement lui-même. Cela doit être défini par l'application (comme dans les normes UIT-T G.825, ANSI T1.105.03, Telcordia GR-253, et ETSI EN 300462).

For random type jitter the r.m.s. value is defined as the standard deviation σ (sigma) of the underlying Gaussian distribution. The peak-to-peak jitter is then the range covered by 7σ (i.e. $\pm 3,5 \sigma$), according to a confidence level of 99,95348 % (i.e. 465×10^{-6} tail).

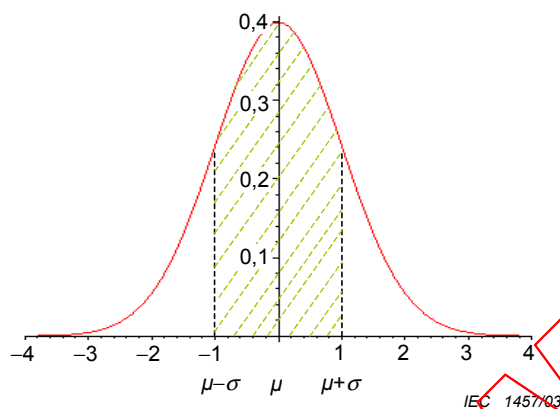


Figure 51 – Gaussian distribution of jitter

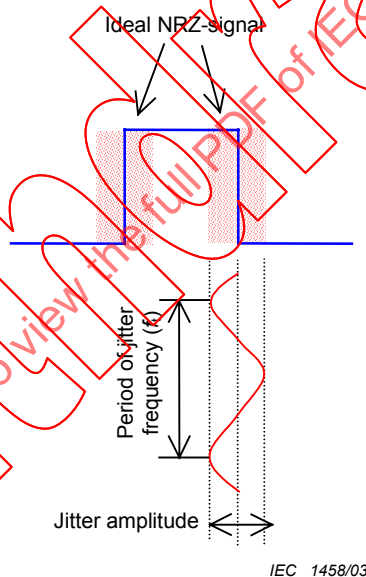


Figure 52 – Jitter amplitude and period of jitter frequency

In the case of subharmonics involved in the signal generation, phase jitter may contain non-random spectral components due to periodical change of the duty cycle. This causes a non-Gaussian distribution, i.e. the 7σ -rule for peak-to-peak values no longer applies. In such cases only peak-to-peak values are meaningful. However, the determination of peak-to-peak values is sensitive to incidents. The recommended observation time for peak-to-peak jitter is 1 min.

For the characterisation of jitter it is important to define the considered Fourier frequency range, i.e. the frequency components of the jitter itself. This is defined by the application (see standards ITU-T G.825, ANSI T1.105.03, Telcordia GR-253 and ETSI EN 300462).

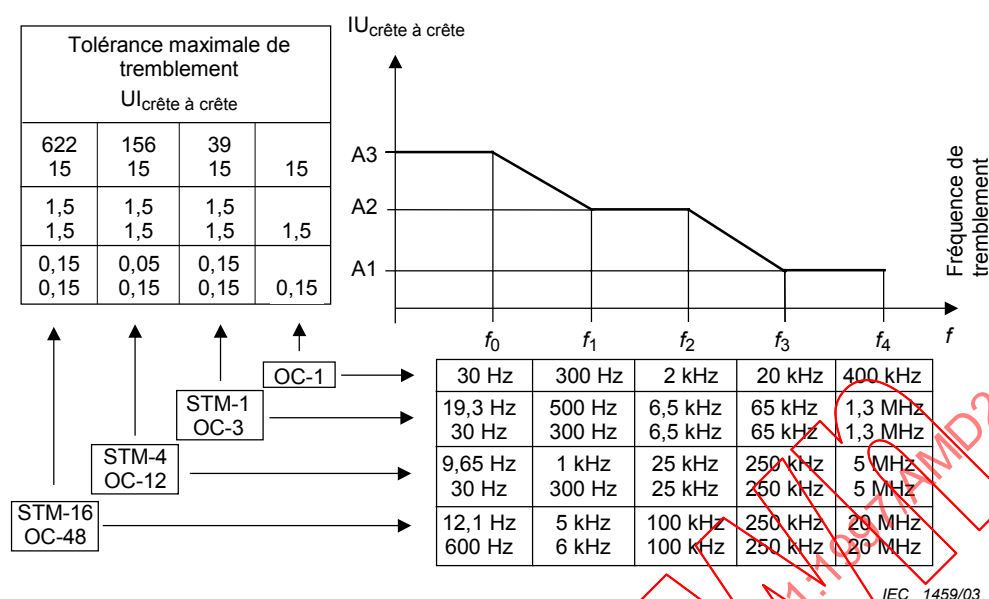


Figure 53 – Tolérance de tremblement conformément à l'UIT-T G.825, ANSI T1.105.03, Telcordia GR-253 et ETSI EN 300462

En connexion avec le tremblement et la dérive de phase, trois paramètres sont aussi utilisés pour la caractérisation de l'horloge:

- erreur dans l'intervalle de temps (en nanosecondes ou picosecondes);
- erreur maximale dans l'intervalle de temps (de crête à crête);
- écart en temps (valeur efficace).

L'erreur dans l'intervalle de temps est définie comme l'écart en temps entre le signal étant mesuré et le signal d'horloge de référence, typiquement en nanosecondes.

L'erreur maximale dans l'intervalle de temps est une mesure qui caractérise les décalages de la fréquence. L'erreur maximale dans l'intervalle de temps (τ) est définie comme l'erreur dans l'intervalle de temps de crête à crête la plus grande dans chaque intervalle d'observation de la longueur τ (en secondes).

L'écart en temps (valeur efficace) est une mesure qui caractérise le contenu du spectre. L'écart en temps (σ) est défini comme la valeur efficace d'une erreur dans l'intervalle de temps filtré lorsque le filtre-passe bande est à la fréquence centrale de $0,42/\tau$. Il est calculé à partir des échantillons d'une erreur dans l'intervalle de temps pour chaque point τ_i par un écart normalisé $\sigma(\tau_i)$ (voir note).

NOTE Pour des informations plus détaillées, se référer aux normes UIT-T G.810 à G.813 ou ANSI T1.101 et T1.105.03, Telcordia GR-253 et ETSI EN 300462.

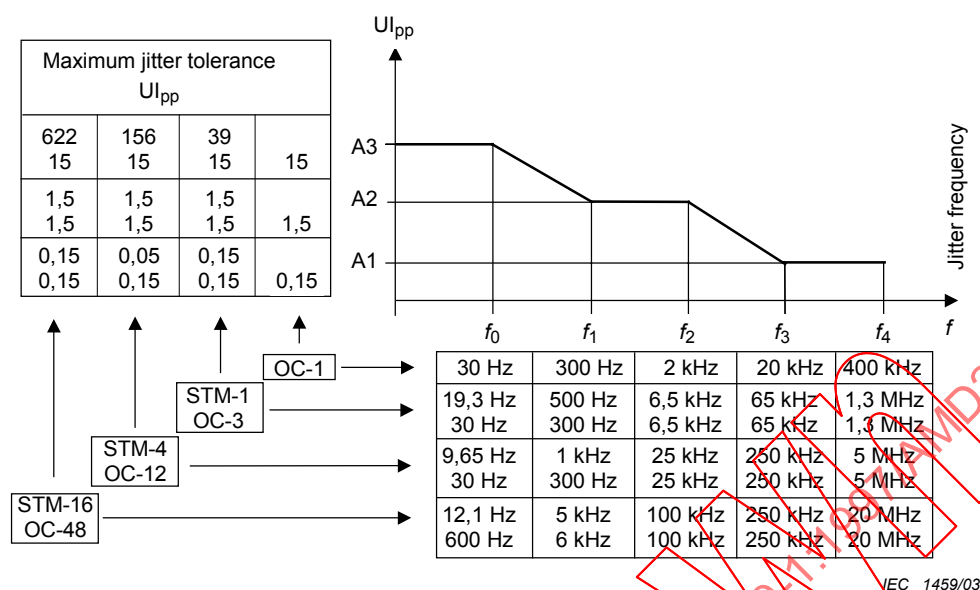


Figure 53 – Jitter tolerance according to ITU-T G.825, ANSI T1.105.03, Telcordia GR-253 and ETSI EN 300462

In connection with jitter and wander, the following three parameters are also used for clock characterisation:

- TIE Time Interval Error (in nanoseconds or picoseconds);
- MTIE Maximum Time Interval Error (peak-to-peak TIE);
- TDEV Time deviation (r.m.s. value).

TIE is defined as the time deviation between the signal being measured and the reference clock, typically measured in nanoseconds.

MTIE is a measure that characterises frequency offsets. $MTIE(\tau)$ is defined as the largest peak-to-peak TIE in any observation interval of length τ (in seconds).

TDEV characterises the spectral content. $TDEV(\tau)$ is defined as the r.m.s. of filtered TIE, where the bandpass filter is centred on a frequency of $0,42/\tau$. It is calculated from the TIE samples for each point τ_i by the standard deviation $\sigma(\tau_i)$ (see note).

NOTE For more details, refer to standards ITU-T G.810 to G.813, or ANSI T1.101 and T1.105.03, Telcordia GR-253 and ETSI EN 300462.

4.5 Méthodes d'essais électriques

Insérer après le paragraphe 4.5.32.3 les nouveaux paragraphes suivants:

4.5.33 Tremblement de phase

Trois méthodes principales sont décrites:

- a) Mesure dans le domaine temps en utilisant un oscilloscope numérique de temps réel ou un oscilloscope d'échantillonnage
- b) Mesure dans le domaine données (instrument de mesure du taux des bits d'erreur)
- c) Mesure dans le domaine fréquence
 - 1) Utilisant un instrument de mesure du bruit de phase, ou
 - 2) Un instrument de mesure du tremblement et de la dérive de phase

La méthode de mesure recommandée est celle décrite en c)1) utilisant un instrument de mesure du bruit de phase, parce qu'elle permet d'obtenir une précision suffisante pour les fréquences arbitraires de sortie de l'oscillateur.

4.5.33.1 Mesure dans le domaine temps

Des oscilloscopes numériques de temps réel ou des oscilloscopes d'échantillonnage avec une large bande passante, des taux d'échantillonnage rapides et des grandes mémoires de données sont disponibles dans le commerce, dans certains cas avec des logiciels spéciaux pour l'évaluation du tremblement.

NOTE Par exemple Agilent, LeCroy, Tektronix.

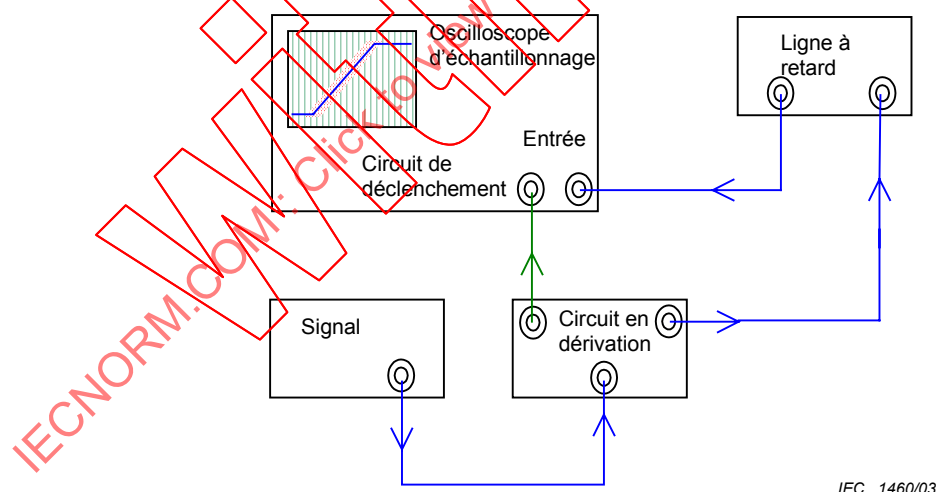


Figure 54 – Mesure du tremblement de phase avec oscilloscope d'échantillonnage

Le changement en temps des flancs du signal d'horloge par rapport au flanc de déclenchement est montré sur l'écran d'oscilloscope et stocké pendant un grand nombre de cycles (typiquement des milliers de cycles). Le logiciel d'appareil de mesure permet de déterminer la valeur du tremblement de crête à crête et une évaluation statistique de sa distribution. La méthode d'oscilloscope d'échantillonnage ne permet pas une évaluation précise du contenu spectral du tremblement. Aussi, un tremblement plus important qu'un intervalle d'unité ne peut pas être distingué.

4.5 Electrical test procedures

Insert after subclause 4.5.32.3 the following new subclauses:

4.5.33 Phase jitter

Three basic methods are described:

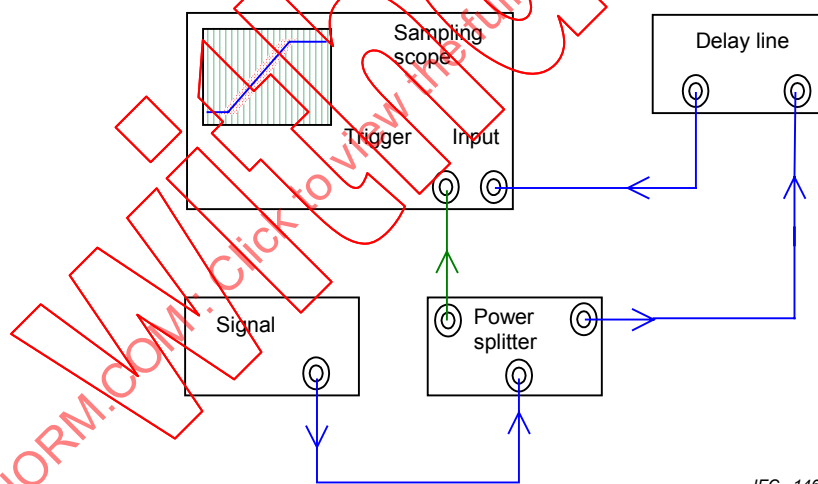
- a) Measurement in the time domain by use of a digital real-time or sampling oscilloscope
- b) Measurement in the data domain (BER test set)
- c) Measurement in the frequency domain
 - 1) Using a phase noise test set, or
 - 2) Jitter and wander test set

Method c)1) using a phase noise test set is the recommended measurement method, because it allows sufficient accuracy for arbitrary oscillator output frequencies.

4.5.33.1 Measurement in the time domain

Digital real-time or sampling oscilloscopes with wide bandwidth, fast sampling rates, and large data memories are commercially available, in some cases with special jitter evaluation software.

NOTE For example Agilent, LeCroy, Tektronix.



IEC 1460/03

Figure 54 – Phase jitter measurement with sampling oscilloscope

The time variation of the edges of the clock signal relative to the trigger edge is displayed and stored over a large number (typically thousands) of cycles. Instrument software allows the determination of the peak-to-peak jitter value and a statistical evaluation of its distribution. The sampling oscilloscope method does not allow an accurate evaluation of the spectral content of the jitter. Also, jitter larger than one UI cannot be distinguished.

La valeur du tremblement mesurée est pire que la valeur de tremblement du dispositif en essai lui-même due au tremblement interne de l'horloge de l'appareil de mesure.

$$\text{Tremblement}_{\text{dispositif en essai}} = \sqrt{(\text{Tremblement}_{\text{mes}})^2 - (\text{Tremblement}_{\text{int}})^2}$$

Les oscillateurs à quartz de stabilité élevée/de faible bruit exhibent un tremblement considérablement plus faible que le tremblement de l'horloge de l'instrument de mesure et la stabilité du trigger. C'est pourquoi cette technologie n'est à présent pas applicable pour une mesure précise du tremblement de tels oscillateurs à quartz.

4.5.33.2 Mesure dans le domaine données

Les systèmes de mesure du taux de transmission des bits d'erreur sont utilisés pour caractériser le comportement total du système d'un sous-système de communication. Il est difficile de déduire la contribution du tremblement de phase de l'oscillateur à quartz dans le système de taux de transmission des bits d'erreur. Cette méthode ne donne pas non plus de valeurs quantitatives du comportement de tremblement de phase de l'oscillateur à quartz.

4.5.33.3 Mesure dans le domaine fréquence

4.5.33.3.1 Système de mesure du bruit de phase

Le tremblement de phase peut être mesuré dans le domaine fréquence en utilisant la méthode d'essai du bruit de phase bien établie avec une boucle d'asservissement de phase comme décrit en 4.5.25.

Pour des applications données SDH/SONET la gamme de fréquences de Fourier ($f_{\min} \dots f_{\max}$) peut être choisie comme décrit en 2.2.39 (note). Sauf spécification contraire dans une feuille particulière applicable, la gamme de fréquences de Fourier recommandée est donnée par f_3 à f_4 dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Gamme de fréquences de Fourier pour la mesure du bruit de phase

Fréquence de sortie de l'oscillateur	$f_0 = f_{\min}$	f_3	$f_4 = f_{\max}$
1 MHz à <10 MHz	10 Hz	10 kHz	100 kHz
10 MHz à <50 MHz	20 Hz	20 kHz	500 kHz
50 MHz à <200 MHz	100 Hz	50 kHz	1,5 MHz
200 MHz à <1 000 MHz	1,0 kHz	200 kHz	5,0 MHz
1 000 MHz à <5 000 MHz	5,0 kHz	500 kHz	15 MHz
$\geq 5 000$ MHz	20 kHz	2 MHz	80 MHz

A partir du Tableau 6 on peut voir que l'exigence la plus sévère s'applique dans la gamme de f_3 à f_4 .

Le comportement du tremblement dans une bande de fréquences autre que f_3 à f_4 peut être aussi défini.

Pour calculer le tremblement de phase, les données du bruit de phase $L(f)$ doivent être intégrées dans les gammes de fréquences considérées et évaluées comme suit:

The measured jitter value is worse than the jitter of the device under test (DUT) due to the internal jitter of the instrument's clock.

$$\text{Jitter}_{\text{DUT}} = \sqrt{(\text{Jitter}_{\text{meas}})^2 - (\text{Jitter}_{\text{int}})^2}$$

High stability/low noise crystal oscillators exhibit a significantly lower jitter than the instrument's clock jitter and trigger stability. Therefore, this technology is currently not suitable for accurate jitter measurement of such crystal oscillators.

4.5.33.2 Measurement in the data domain

BER test sets are used for measuring bit-error rate (BER) to characterise the overall system performance of a communication subsystem. It is difficult to deduct the contribution of the crystal oscillator jitter to the system BER. This method also does not yield quantitative jitter performance values for the crystal oscillator.

4.5.33.3 Measurement in the frequency domain

4.5.33.3.1 Phase noise test set

Jitter can be tested in the frequency domain using the well-established phase noise test method with a phase locked loop as described in 4.5.25.

For given SDH/SONET applications the Fourier frequency range ($f_{\min} \dots f_{\max}$) may be selected as described in 2.2.39 (note). If not specified in the relevant data sheet, the recommended Fourier frequency range is as given by f_3 to f_4 in Table 6.

Table 6 – Fourier frequency range for phase noise test

Oscillator output frequency	$f_0 = f_{\min}$	f_3	$f_4 = f_{\max}$
1 MHz to <10 MHz	10 Hz	10 kHz	100 kHz
10 MHz to <50 MHz	20 Hz	20 kHz	500 kHz
50 MHz to <200 MHz	100 Hz	50 kHz	1,5 MHz
200 MHz to <1 000 MHz	1,0 kHz	200 kHz	5,0 MHz
1 000 MHz to <5 000 MHz	5,0 kHz	500 kHz	15 MHz
$\geq 5 000$ MHz	20 kHz	2 MHz	80 MHz

From Table 6 it can be seen that the most stringent requirement applies over the range f_3 to f_4 .

Jitter performance over a frequency-band other than f_3 to f_4 may also be defined.

To compute the phase jitter, the phase noise data $L(f)$ have to be integrated in the considered frequency ranges and evaluated as follows:

Calculer la densité spectrale des fluctuations de phase $S_{\Phi}(f)$ à partir de la courbe du bruit de phase d'une bande latérale unique $10 \log_{10} L(f)$

$$S_{\Phi}(f) = 2 L(f)$$

Intégrer $S_{\Phi}(f)$ dans la gamme de fréquences de Fourier $f_{\min}$ à $f_{\max}$ pour obtenir le tremblement de phase moyen carré dans cette largeur de bande:

$$\langle \Delta \Phi^2(f) \rangle = \int_{f_{\min}}^{f_{\max}} S_{\Phi}(f) df$$

Le tremblement de phase moyen carré peut être approximé par une intégration progressive dans la gamme de fréquences de Fourier spécifiée $f_{\min}$ à $f_{\max}$ segmentée par n , par exemple:

$$\langle \Delta \Phi^2(f) \rangle \approx \sum S_{\Phi}(f_i) \Delta f_i$$

où

$$\Delta f_i = f_{i+1} - f_i \quad (i = 1 \dots n - 1)$$

avec

$$f_1 = f_{\min} \text{ et } f_n = f_{\max}$$

La racine carrée $\Delta \Phi(f)$ de l'intégrale est le tremblement de phase efficace en radians. Elle peut être convertie en degrés, en fractions de l'intervalle d'unité (IU), ou en temps (en secondes) en multipliant par le coefficient k suivant:

	Degré [°]	Intervalle d'unité [IU]	Temps [s]
$k =$	$360/2\pi$	$1/(2\pi)$	$1/(2\pi f_c)$

Pour le tremblement aléatoire, la valeur de crête à crête est supposée être 7 fois la valeur calculée ci-dessus (voir 2.2.39).

Précision:

L'erreur de 1 dB sur ces données du bruit de phase $10 \log_{10} L(f)$ dans la gamme de fréquences de Fourier totale est la cause d'une imprécision du tremblement égale à 10 % approximativement.

4.5.34 Analyseur de communication

Des analyseurs de communication disponibles dans le commerce peuvent être utilisés pour la mesure du tremblement et de la dérive de phase des sources horlogères en utilisant la méthode décrite dans l'UIT-T O.172. Le principe de travail est analogue à la technique de mesure du bruit de phase utilisant la méthode de quadrature. Les logiciels fournis avec les systèmes de mesure donnent toutes les valeurs caractéristiques pour le tremblement et la dérive de phase directement, en présentation numérique et graphique.