

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD**

Modification n° 1

Décembre 1985
à la

Amendment No. 1

December 1985
to

Publication 679-1
1980

Oscillateurs pilotés par quartz

Première partie: Informations générales, conditions et méthodes d'essai

Quartz crystal controlled oscillators

Part 1: General information, test conditions and methods

Les modifications contenues dans le présent document ont été approuvées suivant la Règle des Six Mois.

Le projet de modifications, discuté par le Comité d'Etudes n° 49 fut diffusé en 1983 pour approbation suivant la Règle des Six Mois, sous forme de document 49(Bureau Central)163.

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote suivant: document 49(Bureau Central)168.

The amendments contained in this document have been approved under the Six Months' Rule.

The draft amendments, discussed by Technical Committee No. 49, were circulated for approval under the Six Months' Rule in 1983, as Document 49(Central Office)163.

Further details can be found in the following Report on Voting: Document 49(Central Office)168.



© CEI 1985

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé
Genève, Suisse

Page 4 (Sommaire)

Remplacer le titre du paragraphe 8.2.22.2 par :

8.2.22.2 Mesures dans le domaine temporel

Page 82

Remplacer le texte du paragraphe 8.2.22.2 par le suivant :

8.2.22.2 Mesures dans le domaine temporel

8.2.22.2a) Fluctuation efficace de la fréquence relative

Objet

Mesurer la stabilité de fréquence à court terme d'un oscillateur dans le domaine temporel (voir chapitre I, paragraphes 3.22 et 3.24 et le texte modifié de l'annexe A, article A2).

Circuit d'essai

Figures 30a, 30b et 30c, pages 20 et 21.

Méthode

En principe, les mesures de stabilité dans le domaine temporel se font avec un oscillateur de référence ayant une stabilité meilleure que l'oscillateur à contrôler. En pratique générale, cependant, les comparaisons sont faites entre deux oscillateurs de conception semblable et on suppose habituellement que la densité de probabilité et les fonctions de répartition de leurs processus de bruit aléatoires sont presque les mêmes. Puisque les processus de bruit se combinent sur une base de puissance, les fluctuations relatives efficaces de fréquence entre les deux oscillateurs semblables doivent être divisées par $\sqrt{2}$ pour arriver à l'évaluation de celle qui est due seulement à l'un des oscillateurs. Cela est reflété par les formules calculées pour chacune des deux méthodes données ci-après.

Méthode 1. Deux oscillateurs exactement à la même fréquence moyenne (figure 30a)

Dans ce cas, le comparateur de phase produit un signal analogique qui est directement proportionnel aux fluctuations instantanées de phase entre les signaux des deux oscillateurs (pour les fréquences de Fourier inférieures à la fréquence de coupure du filtre passe-bas). Ce signal peut être examiné par des méthodes analogiques (telles que enregistreur à défilement continu, voltmètre à valeur efficace ou analyseur de spectre) ou bien par des méthodes du domaine temporel utilisant un convertisseur A/N avec un temps d'intégration par échantillon contrôlé τ et des mesures répétitives d'échantillons stockées pour analyse par ordinateur. Lorsqu'on utilise cette méthode, il n'y a pas de temps mort introduit par le système de mesure et la fluctuation relative efficace de fréquence est :

$$\frac{\Delta F}{F_0}(\tau)_{\text{eff}} = \frac{1}{4 \pi F_0 \tau} \left[\frac{1}{(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} [[\varphi_{(tk+2\tau)} - \varphi_{(tk+\tau)}] - [\varphi_{(tk+\tau)} - \varphi_{tk}]]^2 \right]^{1/2}$$

où :

M = nombre de mesures répétitives

τ = temps d'intégration par échantillon (voir annexe A, paragraphe A2.1)

Note. — Si en pratique l'oscillateur de référence utilisé a une meilleure stabilité que l'oscillateur essayé, toutes les fluctuations de fréquence peuvent être attribuées à l'oscillateur essayé et l'équation ci-dessus sera multipliée par $\sqrt{2}$.

Page 83

Replace the text of Sub-clause 8.2.22.2 by the following:

8.2.22.2 *Time domain measurements*8.2.22.2a) *R.M.S. fractional frequency fluctuation**Purpose*

To measure the short-term frequency stability of an oscillator in the time domain (see Chapter I, Sub-clauses 3.22 and 3.24, and the amended text of Appendix A, Clause A2).

Test circuit

Figures 30a, 30b and 30c, pages 20 and 21.

Procedure

In principle, time domain stability measurements are made with respect to a reference source having much better stability than the unit under test. In general practice, however, comparisons are commonly made between two oscillators of similar design, and it is usually assumed that the probability densities and distribution functions of their random noise processes are nearly the same. Since the noise processes combine on a power basis, the fractional frequency fluctuations between the two similar oscillators shall be divided by $\sqrt{2}$ to arrive at an estimate of that due to one of the oscillators alone. This is reflected in the formulae derived for each of the two methods given below.

Method 1: Two oscillators having exactly the same mean frequency (Figure 30a)

In this case, the phase comparator produces an analogue signal which is directly proportional to the instantaneous phase fluctuations between the two oscillator signals (for Fourier frequencies below the cut-off of the low-pass filter). This signal may be examined by analogue methods (such as continuous strip-chart recorder, r.m.s. voltmeter, or spectrum analyzer) or it can be examined by time domain methods using a sampling type A/D converter with a controlled sample averaging time τ , and the repetitive sampled measurements stored for analysis by a computer. Using this method, there is no dead time introduced by the measurement system, and the r.m.s. fractional frequency fluctuation is:

$$\frac{\Delta F}{F_0}(\tau)_{\text{rms}} = \frac{1}{4\pi F_0 \tau} \left[\frac{1}{(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} \left[[\varphi_{(t_k+2\tau)} - \varphi_{(t_k+\tau)}] - [\varphi_{(t_k+\tau)} - \varphi_{t_k}] \right]^2 \right]^{1/2}$$

where:

M = number of repetitive measurements

τ = sample averaging time (see Appendix A, Sub-clause A2.1)

Note. — If in fact the reference oscillator used has much better stability than the unit under test, then all of the frequency fluctuations can be attributed to the unit under test, and the equation above would be multiplied by $\sqrt{2}$.

Méthode 2: Deux oscillateurs à des fréquences légèrement différentes (figure 30b, page 21)

Dans ce cas, les deux oscillateurs que l'on compare sont normalement construits pour être rigoureusement identiques, à la différence que l'un des résonateurs de contrôle est ajusté à une fréquence légèrement différente de l'autre. La sortie du mélangeur sera donc une sinusoïde dont la fréquence est la différence entre les deux fréquences d'oscillateur, habituellement choisie dans la gamme de 100 Hz à 10 kHz. On suppose qu'une petite différence dans l'ajustage d'un résonateur à quartz ne modifie pas de façon significative les caractéristiques du bruit aléatoire de l'oscillateur.

Le nombre spécifié de mesures, M , de la période de la fréquence de battement est effectué selon le temps d'intégration spécifié τ (τ doit être un nombre entier de périodes de la fréquence de battement). L'intervalle entre mesurages successifs, T , sera normalement plus long d'au moins une période de la fréquence de battement que le temps d'intégration par échantillon τ (et peut être plus long de deux périodes ou plus selon la fréquence de battement et le temps de redémarrage d'un nouveau cycle du système d'acquisition des données enregistrées). La fluctuation relative de fréquence est:

$$\frac{\Delta F}{F_0}(\tau)_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{B_2(r, \mu)}} \times \frac{1}{2 F_0} \left[\frac{1}{(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} (F_{k+1} - F_k)^2 \right]^{1/2}$$

où:

τ = temps d'intégration par échantillon

$B_2(r, \mu)$ = facteur de correction pour temps mort (voir annexe A, paragraphe A2.1)

T = durée d'échantillonnage

$r = \frac{T}{\tau}$ = rapport de la durée d'échantillonnage au temps d'intégration par échantillon

F_k, F_{k+1} = mesures successives de la fréquence de battement intégrées pour le temps d'échantillonnage τ comme décrit ci-dessus

Note. — Comme pour la méthode 1 ci-dessus, si l'oscillateur de référence a une meilleure stabilité que celle de l'oscillateur essayé, toutes les fluctuations de fréquence peuvent être attribuées à l'oscillateur essayé et la valeur ci-dessus doit normalement être multipliée par $\sqrt{2}$.

Modification des méthodes 1 et 2: Utilisation d'un filtre à quartz (figure 30c, page 21)

Dans les cas spéciaux (par exemple, s'il est intéressant d'avoir des temps d'intégration très courts), un filtre à bande étroite peut être inséré entre l'oscillateur de référence et le mélangeur ou comparateur de phase. Pour des temps d'intégration τ beaucoup plus courts que l'inverse de la bande passante du filtre, cette modification peut éliminer les bandes latérales de bruit du signal de référence; ainsi seulement les fluctuations de la fréquence de l'oscillateur essayé seront observées. Cependant, pour être efficace, le filtre à quartz lui-même doit être exempt de bruit excessif, protégé contre les perturbations mécaniques et maintenu à température constante.

Précautions

La stabilité de fréquence à court terme d'un oscillateur étant une mesure très sensible de la pureté spectrale, il convient d'effectuer son mesurage dans des conditions précises de conduite. Pour des ordres élevés de stabilité, il convient d'utiliser des enceintes blindées, l'appareillage d'enregistrement étant placé hors de l'enceinte.

Conditions spécifiées

Les conditions d'essai suivantes sont prescrites dans la spécification particulière:

- 1) tension d'alimentation;
- 2) ondulation de la tension d'alimentation;

Method 2: Two oscillators having slightly different frequencies (Figure 30b, page 21)

In this case, the two oscillators being compared are usually made to be essentially identical, except that one of the controlling crystals is adjusted to a slightly different frequency. Therefore, the output of the mixer will have a sinusoidal waveform whose frequency is the difference between the two oscillator frequencies. This is commonly chosen to be somewhere in the range from 100 Hz to 10 kHz. It is assumed that the small difference in crystal unit adjustment will not significantly influence the random noise characteristics of the oscillator.

The specified number of measurements, M , of the period of the beat frequency are made using the specified averaging time τ (τ should be an integral number of periods of the beat frequency). The interval between successive measurements, T , will usually be at least one period of the beat frequency longer than the sample averaging time, τ (and may be two or more periods greater depending upon the beat frequency and the recycling time of the counter-data acquisition system). The fractional frequency fluctuation is:

$$\frac{\Delta F}{F_0}(\tau)_{\text{rms}} = \frac{1}{\sqrt{B_2(r, \mu)}} \times \frac{1}{2 F_0} \left[\frac{1}{(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} (F_{k+1} - F_k)^2 \right]^{1/2}$$

where:

τ = sample averaging time

$B_2(r, \mu)$ = correction factor for dead time (see Appendix A, Sub-clause A2.1)

T = sampling period

$r = \frac{T}{\tau}$ = ratio of sampling period to sample averaging time

F_k, F_{k+1} = successive measurements of the beat frequency averaged for sample time τ as described above

Note. — As for Method 1, above, if the reference oscillator has much better stability than the unit under test, all of the frequency fluctuations may be attributed to the unit under test, and the value above should be multiplied by $\sqrt{2}$.

Modification of Methods 1 and 2: Use of a crystal filter (Figure 30c, page 21)

In special instances (for example, if only very short averaging times are of interest) a narrow-band crystal filter may be inserted between the reference oscillator and the mixer or phase comparator. For averaging times τ much less than the reciprocal of the filter bandwidth, this modification can remove the noise sidebands from the reference signal, so that only the frequency fluctuations of the unit under test will be observed. To be effective, however, the crystal filter itself shall be free from excess noise, protected from mechanical disturbances and maintained at constant temperature.

Precautions

The short-term frequency stability of an oscillator is a very sensitive measure of the spectral purity and as such should be performed under controlled conditions. For high orders of stability, screened enclosures should be used, the recording apparatus being outside the enclosure.

Specified conditions

The values of the following test conditions shall be stated in the detail specification:

- 1) power supply voltage;
- 2) ripple of supply voltage;