

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60689

Première édition
First edition
1980-01

**Méthodes de mesure et d'essais destinées
aux quartz à 32 kHz pour montres-bracelets
et valeurs normales**

**Measurements and test methods
for 32 kHz quartz crystal units for wrist watches
and standard values**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60689: 1980

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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* (IEV).

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
60689**

Première édition
First edition
1980-01

**Méthodes de mesure et d'essais destinées
aux quartz à 32 kHz pour montres-bracelets
et valeurs normales**

**Measurements and test methods
for 32 kHz quartz crystal units for wrist watches
and standard values**

© IEC 1980 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 photocopie 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 IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

Pages

PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6

Articles

1. Domaine d'application et objet	8
---	---

SECTION UN — MÉTHODES DE MESURE

2. Mesure des paramètres électriques	8
2.1 Mesure de la fréquence de résonance f_r et de la fréquence de résonance à la charge f_L	8
2.2 Mesure de la résistance de résonance R_r	10
2.3 Mesure de la dérive de fréquence en fonction de la température	12
2.4 Mesure de l'entraînement en fréquence	14

SECTION DEUX — MÉTHODES D'ESSAIS

3. Vibrations	18
3.1 Direction des vibrations et montage	18
3.2 Caractéristiques des vibrations	18
3.3 Mesures à effectuer	18
4. Chocs	18
4.1 Préparation	20
4.2 Caractéristiques du mouton pendule	22
4.3 Procédure	24
5. Magnétisme. Influence d'un champ magnétique sur la fréquence	26
6. Sollicitations mécaniques des sorties	26
6.1 Essai de traction sur les sorties (fils ou broches)	26
6.2 Pliage des fils	26
6.3 Effet de support par couplage mécanique	28
7. Résistance d'isolement entre boîtier et fils	28
8. Mode de fixation	28
8.1 Soudabilité des fils	28
8.2 Autres méthodes de fixation	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
1. Scope and object	9
SECTION ONE — MEASURING METHODS	
2. Measurement of the electrical parameters	9
2.1 Measurement of resonance frequency f_r and load resonance frequency f_{L0}	9
2.2 Measurement of resonance resistance R_r	11
2.3 Measurement of the frequency-temperature dependence	13
2.4 Measurement of the frequency pulling	15
SECTION TWO — TEST METHODS	
3. Vibrations	19
3.1 Axes of vibrations and mounting	19
3.2 Characteristics of vibrations	19
3.3 Measurements to be performed	19
4. Shocks	19
4.1 Preparation	21
4.2 Characteristics of the pendulum impact tester	23
4.3 Procedure	25
5. Magnetism: Influence of a magnetic field on the frequency	27
6. Mechanical stresses on terminations	27
6.1 Tensile test on terminations (wires or pins)	27
6.2 Bending of wire leads	27
6.3 Effect of support (mechanical fixing)	29
7. Insulation resistance between enclosure and the leads	29
8. Method of fixing	29
8.1 Solderability of the leads	29
8.2 Other methods of fixing	31

Articles	Pages
9. Etanchéité — Surpression	30
9.1 Détection des fuites du boîtier	30
9.2 L'essai d'étanchéité peut se réduire à une mesure de fréquence et de résistance	30
10. Marquage et date de fabrication	30

SECTION TROIS — VALEURS NORMALES ET TOLÉRANCES POUR LES QUARTZ À 32 kHz
POUR MONTRES-BRACELETS

32

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60689:1980

Clause	Page
9. Sealing — Overpressure	31
9.1 Leak detection of the enclosure	31
9.2 The leakage test can be reduced to a measurement of frequency and resistance	31
10. Marking and date of manufacture	31
SECTION THREE — STANDARD VALUES AND TOLERANCES FOR 32 kHz QUARTZ CRYSTAL UNITS FOR WRIST WATCHES	33

Withdrawing

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES DE MESURE ET D'ESSAIS DESTINÉES
AUX QUARTZ À 32 kHz POUR MONTRES-BRACELETS
ET VALEURS NORMALES**

PRÉAMBULE

- 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 vœu 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.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Elle s'appuie sur une étude effectuée par le Comité électrotechnique suisse en collaboration avec le Bureau des normes de l'industrie horlogère suisse (NIHS). Le texte a été révisé par le Comité d'Etudes N° 49 de la CEI et le Comité Technique N° 114 de l'ISO.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Dubrovnik en octobre 1978. A la suite de cette réunion, un projet, document 49(Bureau Central)117, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1979.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Pologne
Allemagne	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Egypte	Suisse
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques
Japon	Yougoslavie

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°s 68-2: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais.

122: Quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence.

302: Définitions normalisées et méthodes de mesures pour les résonateurs piézoélectriques de fréquences inférieures à 30 MHz.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASUREMENTS AND TEST METHODS FOR 32 kHz
QUARTZ CRYSTAL UNITS FOR WRIST WATCHES
AND STANDARD VALUES**

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.

PRÉFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 49: Piezoelectric Devices for Frequency Control and Selection.

It is based on a study carried out by the Swiss Electrotechnical Committee in collaboration with the Bureau of Standards of the Swiss Watchmaking Industry. The text has been revised by IEC Technical Committee No. 49 and ISO Technical Committee No. 114.

A draft was discussed at the meeting held in Dubrovnik in October 1978. As a result of this meeting, a draft, Document 49(Central Office)117, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1979.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Spain
Canada	Sweden
Egypt	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet
Japan	Socialist Republics
Poland	United Kingdom
Romania	United States of America
South Africa (Republic of)	Yugoslavia

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 68-2: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests.
- 122: Quartz Crystal Units for Frequency Control and Selection.
 - 302: Standard Definitions and Methods of Measurement for Piezoelectric Vibrators Operating over the Frequency Range up to 30 MHz.

MÉTHODES DE MESURE ET D'ESSAIS DESTINÉES AUX QUARTZ À 32 kHz POUR MONTRES-BRACELETS ET VALEURS NORMALES

1. Domaine d'application et objet

La présente norme s'applique aux quartz à 32 kHz pour montres-bracelets. Elle réunit les méthodes de mesure conformes à la Publication 122 de la CEI: Quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence, à la Publication 302 de la CEI: Définitions normalisées et méthodes de mesures pour les résonateurs piézoélectriques de fréquences inférieures à 30 MHz, aux Publications 68-2-27, 68-2-6, 68-2-20 et 68-2-21 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais.

Dans les sections qui suivent, en général une ou plusieurs méthodes de mesure sont proposées. Lorsqu'elles sont au nombre de deux, l'une est dite «méthode de référence normale», la seconde peut être utilisée pour un contrôle rapide de production en série (contrôle statistique). La méthode de référence normale est à utiliser en cas de contestation entre le fabricant et l'utilisateur.

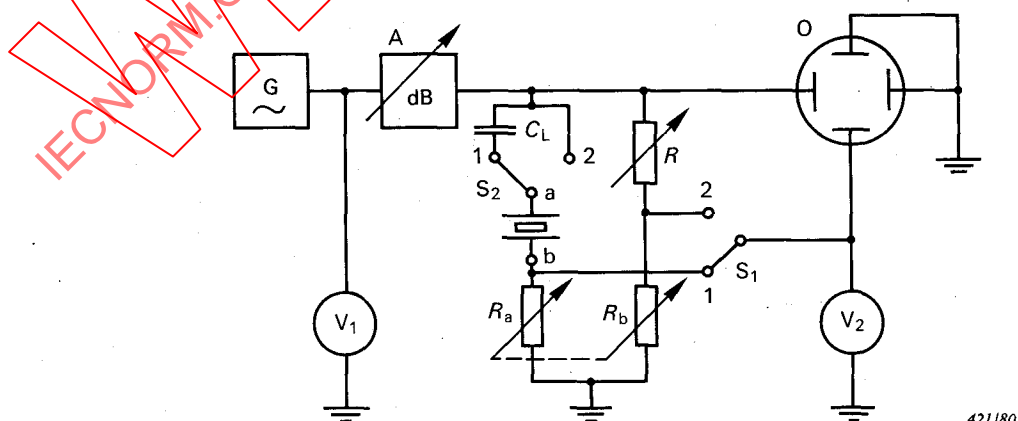
SECTION UN — MÉTHODES DE MESURE

2. Mesure des paramètres électriques

2.1 Mesure de la fréquence de résonance f_r et de la fréquence de résonance à la charge f_L

2.1.1 Dans le cas où un circuit ou un oscillateur intégré est utilisé, les conditions de mesure doivent être telles que les résultats obtenus soient identiques à ceux qui sont fournis par le montage de référence de la figure 1, où G est un synthétiseur de fréquence et R est une résistance de référence ajustable.

On peut mesurer la tension aux bornes de R_a ou R_b à l'aide du voltmètre V_2 . L'oscilloscope O ou le phasemètre permet la comparaison de phase entre le signal d'attaque du pont et celui qui apparaît sur R_a ou R_b . L'utilisation d'un phasemètre à la place de l'oscilloscope permet d'obtenir une plus grande précision de mesure.



421/80

Note. — S_2 étant en position 2, on mesure la fréquence de résonance f_r ; S_2 étant en position 1, on mesure une fréquence f_L .

FIGURE 1

MEASUREMENTS AND TEST METHODS FOR 32 kHz QUARTZ CRYSTAL UNITS FOR WRIST WATCHES AND STANDARD VALUES

1. Scope and object

This standard is applicable to 32 kHz quartz crystal units for wrist watches. It summarizes the measuring methods according to IEC Publication 122: Quartz Crystal Units for Frequency Control and Selection, IEC Publication 302: Standard Definitions and Methods of Measurement for Piezoelectric Vibrators Operating over the Frequency Range up to 30 MHz; and IEC Publications 68-2-27, 68-2-6, 68-2-20 and 68-2-21: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests.

In the following sections, one or more measuring methods are generally proposed; if two methods are given, one is called the "standard reference method", while the second is intended to be used for rapid quality control in mass production (statistical control). The standard reference method is to be used in the event of dispute between manufacturer and user.

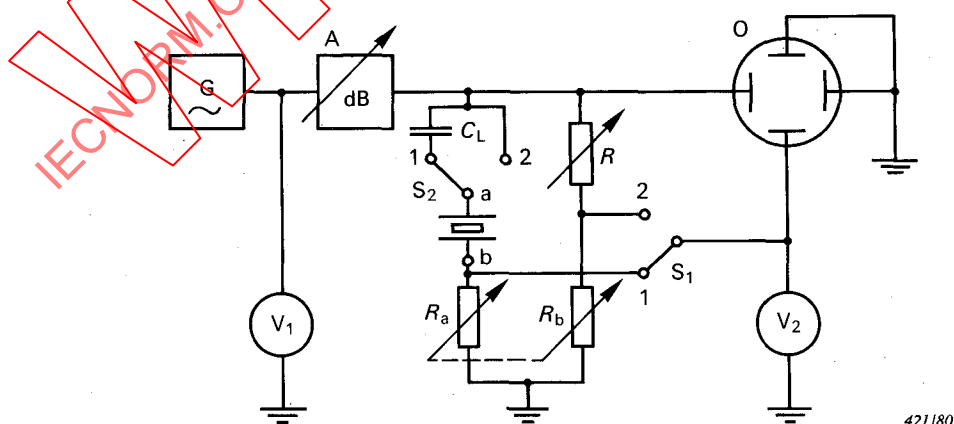
SECTION ONE — MEASURING METHODS

2. Measurement of the electrical parameters

2.1 Measurement of resonance frequency f_r and load resonance frequency f_L

2.1.1 When a circuit or an integrated oscillator is used, the measurement conditions must be such that the results are identical to those obtained with the reference circuit of Figure 1, where G is a frequency synthesizer and R is an adjustable reference resistance.

Voltages across R_a and R_b are measured with the voltmeter V_2 . The phase difference between the signal applied to the bridge and the signal across R_a or R_b is indicated on the oscilloscope O or phase meter. The use of a phase meter instead of an oscilloscope makes it possible for better measurement accuracy to be obtained.



Note. — If S_2 is in position 2, the resonance frequency f_r can be measured; if S_2 is in position 1, the measurement of the frequency gives f_L .

FIGURE 1

Lorsque l'on branche une capacité C_L en série avec le quartz, il apparaît une capacité parasite importante par rapport à la masse. Il faut tenir compte de la capacité parasite de chaque broche du quartz par rapport à la masse. Si la grandeur de leur réactance est importante par rapport à l'impédance de charge, les capacités parasites du quartz et de C_L par rapport à la masse peuvent être considérées en première approximation comme étant en parallèle avec C_L (voir Publication 302 de la CEI).

- a) Choisir $R_a = R_b \ll R_r$ (résistance de résonance du quartz).
- b) Ajuster le niveau d'excitation à l'aide de A.
- c) Régler la fréquence du synthétiseur G jusqu'à ce que la figure de Lissajous, sur l'oscilloscope, indique un déphasage nul (S_1 en position 1) ou $\varphi = 0$ sur le phasemètre.
- d) La lecture de fréquence se fait sur le synthétiseur G.

2.1.2 Conditions de mesure

- a) Boîtier non mis à la masse.
- b) Le montage de mesure ne doit pas introduire de tension mécanique sur le quartz pouvant provoquer des variations de fréquence.
- c) Le synthétiseur doit avoir une résolution de fréquence d'au moins 10 MHz.
- d) Température: voir figure 3, page 14; dans les conditions limites les plus défavorables (point d'inversion à 30 °C et mesure à 21 °C), la pente, à T °C, est d'environ $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. T °C est spécifié dans la section trois.
- e) Capacité de charge C_L : la tolérance sur la capacité de charge doit être celle qui ne fait pas varier la fréquence de plus de 10% de la tolérance de fréquence, à la température de référence, ou 1% de la valeur nominale de la capacité de charge, la plus petite de ces tolérances étant applicable (voir Publication 122-1 de la CEI).

La capacité C_L de la figure 1, page 8, est composée de la capacité du montage de mesure et d'un condensateur en série que l'on ajoute pour obtenir la ou les différentes valeurs de C_L proposées dans la section trois. Le condensateur en série ajouté doit être le plus près possible du quartz, la précision de la mesure en dépendant.

f) Niveau de mesure

Dans le cas où seule la tension est connue, on peut appliquer la formule:

$$P = \frac{V^2}{R_r}$$

où:

R_r est mesurée selon le paragraphe 2.2.1

V est la tension efficace aux bornes du quartz, à la fréquence de résonance

P est spécifié dans la section trois

2.2 Mesure de la résistance de résonance R_r

2.2.1 Mesure

Le quartz est mesuré sans capacité de charge C_L .

Si l'on utilise le montage de référence:

An important source of stray capacitance to earth that must be considered occurs at the junction of the crystal unit and the capacitor C_L . Consideration must be given to the stray capacitance of each terminal of the crystal unit to earth. When the magnitude of this stray reactance is large compared with the magnitude of the terminating impedance, the distributed capacitance to earth of the crystal unit and the distributed capacitance to earth of C_L at the junction may be treated in a first approximation as being in parallel with C_L (see IEC Publication 302).

- a) Select $R_a = R_b \ll R_r$ (resonance resistance of the crystal unit).
- b) Adjust the drive level with A.
- c) Adjust the frequency of synthesizer G until the Lissajous figure on the oscilloscope indicates a zero phase difference (switch S_1 in position 1) or $\varphi = 0$ on a phase meter.
- d) Read the frequency of synthesizer G.

2.1.2 Conditions of measurement

- a) Enclosure not earthed.
- b) Measuring socket shall not introduce any mechanical stress on the quartz crystal unit which could cause frequency changes.
- c) The synthesizer shall have a frequency resolution of at least 10 MHz.
- d) Temperature: see Figure 3, page 15; in the worst case (turnover point at 30 °C, measurement at 21 °C); the slope at T °C is about $1 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$. T °C is specified in Section Three.
- e) Load capacitance C_L : the tolerance on the load capacitance should be that value which results in a frequency change not exceeding 10% of the frequency tolerance at the reference temperature or 1% of the nominal load capacitance, whichever is smaller (see IEC Publication 122-1).

The capacitance C_L of Figure 1, page 9, consists of the capacitance of the mechanical tool used for the measurement and a series capacitor added to obtain one of the different values of C_L proposed in Section Three. The series capacitor added must be as near as possible to the crystal unit: the accuracy of the measurement is dependent upon this.

f) Measuring level

When only the voltage is given, the following formula can be used:

$$P = \frac{V^2}{R_r}$$

where:

R_r is measured in accordance with Sub-clause 2.2.1.

V is the r.m.s. value of the voltage at resonance frequency across the *terminals* of the crystal unit.

P is specified in Section Three.

2.2 Measurement of resonance resistance R_r

2.2.1 Measurement

The crystal unit shall be measured without load capacitance C_L .

If the reference network is used:

- a) faire varier la fréquence de G pour avoir la tension maximale sur R_a , indiquée par V_2 ;
 - b) commuter V_2 sur R_b (S_1 en position 2), et faire varier R pour obtenir le même niveau sur V_2 qu'au point a);
 - c) la figure de Lissajous, sur l'oscilloscope, doit indiquer un déphasage nul ou $\varphi = 0$ sur le phasemètre.
- Alors $R = R_r$.

2.2.2 Conditions de mesure: voir la section trois

2.3 Mesure de la dérive de fréquence en fonction de la température

2.3.1 Détermination du point d'inversion et du coefficient parabolique β (méthode de référence normale)

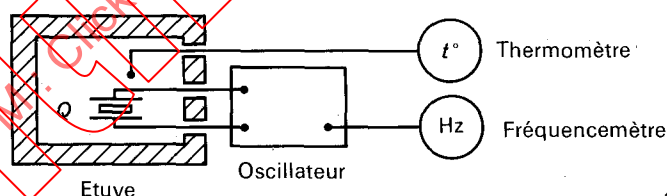
Il est recommandé d'utiliser au minimum cinq points de mesure. On considère en général le point d'inversion nominal et quatre points symétriques et proches de celui-ci.

La mesure de la fréquence est effectuée conformément au paragraphe 2.2.1 mais sans capacité de charge C_L . La précision de la mesure doit être meilleure que $\pm 0,5 \times 10^{-6}$; la température doit être stabilisée à $\pm 0,3^\circ\text{C}$ et mesurée à $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

Laisser la température se stabiliser 30 min pour chaque point de mesure.

Le traitement mathématique des résultats de mesure (par exemple, par la méthode des moindres carrés) conduit à l'obtention du point d'inversion et du coefficient parabolique β .

Dans les conditions les plus défavorables, l'erreur sur la détermination du point d'inversion est de $\pm 1^\circ\text{C}$.



422/80

FIGURE 2

2.3.2 Mesure de la dérive thermique: méthode pour la production en série

Dans le cas où la détermination du point d'inversion n'est pas nécessaire, une mesure de la fréquence en trois points est suffisante pour juger du comportement thermique du quartz.

On choisit les points extrêmes de la gamme de températures de fonctionnement (-10°C , $+60^\circ\text{C}$) ainsi que la température de référence.

La variation de fréquence doit se situer dans le gabarit de la figure 3, page 14, pour les valeurs indiquées de β et du point d'inversion.

- a) adjust the frequency of G to obtain maximum voltage across R_a as indicated by V_2 ;
 - b) connect V_2 to R_b (S_1 in position 2), and adjust R to obtain the same level on V_2 as under a);
 - c) the Lissajous figure on the oscilloscope must indicate a zero phase difference or $\varphi = 0$ on the phase meter.
- Then $R = R_r$.

2.2.2 Measuring conditions: see Section Three

2.3 Measurement of the frequency-temperature dependence

2.3.1 Determination of the turnover point and parabolic coefficient β (standard reference method)

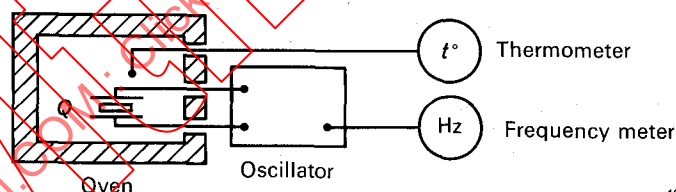
It is recommended to measure at least five points. In general the nominal turnover point and four points symmetrically located and near the first one, are considered.

The frequency is measured in accordance with Sub-clause 2.2.1 but without load capacitance C_L . The measurement accuracy must be better than $\pm 0.5 \times 10^{-6}$ and the temperature shall be controlled to ± 0.3 °C and measured within ± 0.1 °C.

The temperature stabilization time should be about 30 min for each measurement.

The turnover point and the parabolic coefficient β , are obtained by computation (e.g. linear regression).

In the worst case, the error on the determination of the turnover point is ± 1 °C.



422/80

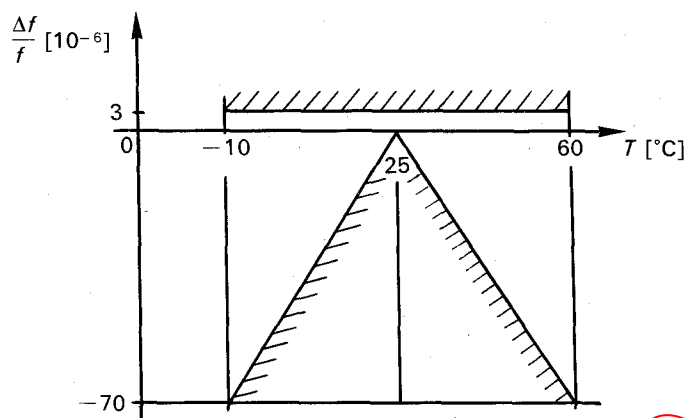
FIGURE 2

2.3.2 Measurement of the frequency versus temperature characteristics: mass production method

When it is not necessary to determine the turnover temperature, measurement of the frequency at three points is sufficient to form a good idea of the frequency behaviour with temperature.

The limiting points of the operating temperature range are chosen (-10 °C, $+60$ °C), as well as the reference temperature.

The frequency variation must remain within the limits of Figure 3, page 15, for the stated values of β and the turnover point.



Gabarit de dérive thermique
($\beta = -45 \times 10^{-9}/^{\circ}\text{C}^2$, point d'inversion: $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$)

FIGURE 3

2.4 Mesure de l'entraînement en fréquence

2.4.1 Domaine de l'entraînement

L'entraînement en fréquence, pour les valeurs extrêmes de la capacité de charge (ajustable) doit pouvoir compenser les écarts de fréquence dus aux facteurs suivants:

- a) tolérances sur des composants de la montre autres que le quartz;
- b) tolérance d'ajustement;
- c) vieillissement durant la vie économique de la montre;
- d) effets résiduels de chocs et vibrations.

2.4.2 Calcul de l'entraînement (méthode de référence normale)

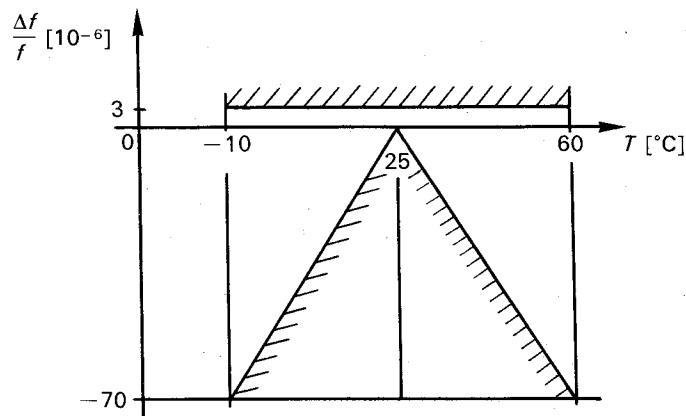
L'entraînement en fréquence est lié aux paramètres C_0 et C_1 et s'exprime par la formule suivante:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{C_1}{2(C_0 + C_L)}$$

La détermination de C_0 et C_1 est relativement délicate; on utilisera, de préférence, une méthode indirecte fondée sur la mesure des écarts de fréquence correspondant à deux capacités de charge normales 12 pF et 20 pF (voir paragraphe 2.4.4).

2.4.3 Calcul de la capacité dynamique C_1 (voir Publication 302 de la CEI)

La capacité dynamique C_1 est déterminée par la mesure de la fréquence en utilisant deux capacités de charge C_{L1} et C_{L2} connectées successivement en série avec le quartz (voir figure 1, page 8).



Frequency-temperature template
(turnover point: 25 ± 5 °C, $\beta = -45 \times 10^{-9}/^{\circ}\text{C}^2$)

FIGURE 3

2.4 Measurement of the frequency pulling

2.4.1 Pulling range

The frequency pulling, for the limit values of the load capacitance (trimmer) must compensate the frequency shifts given by:

- a) tolerances on other components of the watch;
- b) adjustment tolerance;
- c) ageing during the economic life of the watch;
- d) residual effects of shocks and vibrations.

2.4.2 Calculation of the pulling range (standard reference method)

The frequency pulling is related to the parameters C_0 and C_1 , and is given by the following formula:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{C_1}{2(C_0 + C_1)}$$

Since the determination of C_0 and C_1 is relatively difficult, it is preferable to use another indirect method based on the frequency change corresponding to two load capacitances 12 pF and 20 pF (see Sub-clause 2.4.4).

2.4.3 Calculation of the motional capacitance C_1 (see IEC Publication 302)

The motional capacitance C_1 is determined by the measurement of the frequency, using two load capacitances C_{L1} and C_{L2} , connected successively in series with the crystal unit (see Figure 1, page 9).

$$\begin{aligned} \text{Si } \Delta C_L &= C_{L2} - C_{L1} \\ \Delta f &= f_{L1} - f_{L2} \\ \Delta f_1 &= f_{L1} - f_r \\ \Delta f_2 &= f_{L2} - f_r \\ f_r &= \text{fréquence de résonance} \end{aligned}$$

f_{L1} et f_{L2} sont les fréquences de résonance du quartz en série avec C_{L1} et C_{L2} ; on obtient donc:

$$C_1 = \frac{2\Delta C_L}{f_r} \cdot \frac{\Delta f_1 \Delta f_2}{\Delta f}$$

Note. — Les mesures correspondant à la détermination de la capacité dynamique C_1 sont relativement longues à exécuter. Pour un contrôle de production, on peut fixer une valeur de C_L et mesurer la variation de fréquence qui en résulte. En fait, pour l'application horlogère, la dispersion de C_1 est aussi un facteur très important.

2.4.4 Méthode pour tracer la courbe de $\Delta f/f$ en fonction de C_L

Mesurer la variation de fréquence due à une capacité de charge (C_L) de 12 pF puis de 20 pF.

Reporter les valeurs de C_L et de $\Delta f/f$ sur un graphique à échelles logarithmiques.

Joindre les deux points. La droite obtenue représente la caractéristique d'entraînement du quartz en fonction de la variation de C_L (figure 4a).

On peut tracer une droite semblable sur la base de la moyenne des entraînements d'un lot de quartz (figure 4b).

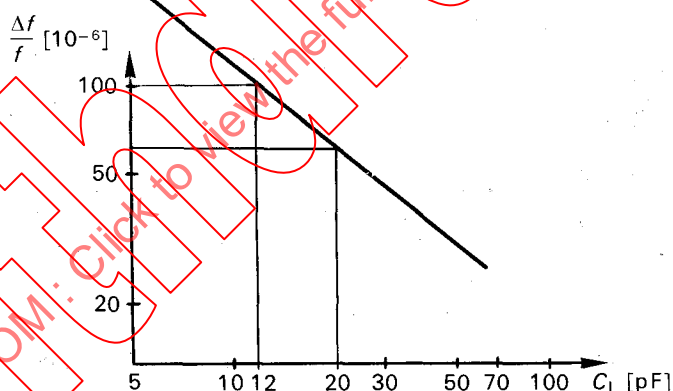


FIGURE 4a

424/80

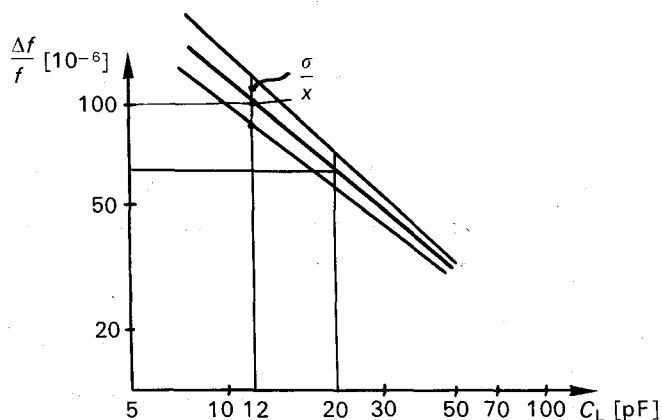


FIGURE 4b

425/80

$$\begin{aligned} \text{If } \Delta C_L &= C_{L2} - C_{L1} \\ \Delta f &= f_{L1} - f_{L2} \\ \Delta f_1 &= f_{L1} - f_r \\ \Delta f_2 &= f_{L2} - f_r \\ f_r &= \text{resonance frequency} \end{aligned}$$

f_{L1} and f_{L2} are the resonance frequencies of the crystal unit in series with C_{L1} and C_{L2} respectively.

$$\text{Hence: } C_L = \frac{2\Delta C_L}{f_r} \cdot \frac{\Delta f_1 \Delta f_2}{\Delta f}$$

Note. — The measurements corresponding to the determination of the motional capacitance C_1 take a long time. For quality control in production, a fixed value of C_L could be selected, and the frequency change measured. For the watchmaking industry application, the scatter of C_1 is also a very important factor.

2.4.4 Method for drawing the $\Delta f/f$ versus C_L curve

Measure the frequency change corresponding to a load capacitance (C_L) of 12 pF, then 20 pF.

Mark these values of C_L and $\Delta f/f$ on a logarithmic scale graph.

Draw a straight line through the two points. This line represents the pulling characteristic of a quartz crystal unit versus C_L (Figure 4a).

It is possible to draw a similar straight line based upon the average value of the frequency pulling for a given quantity of crystal units (Figure 4b).

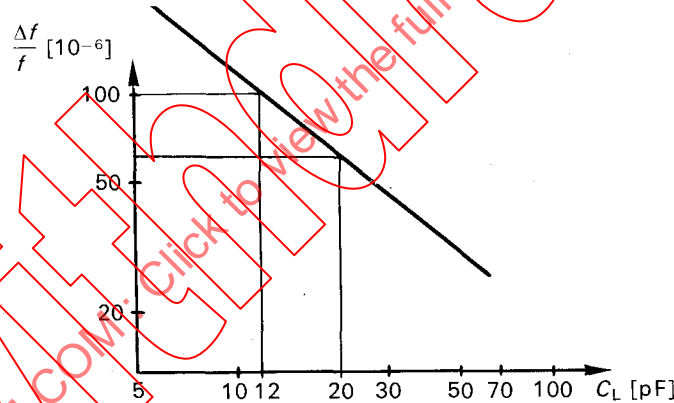


FIGURE 4a

424/80

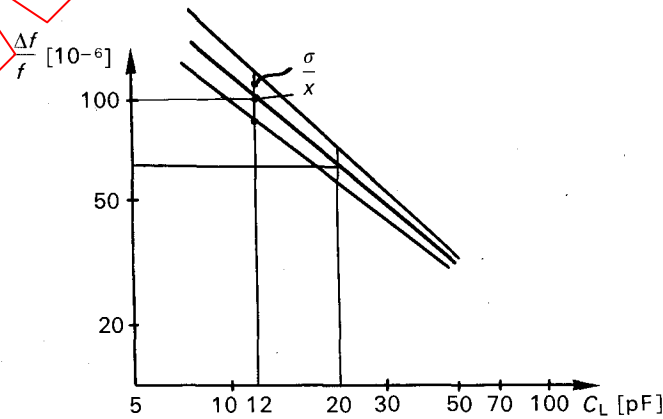


FIGURE 4b

425/80

Alors qu'en théorie on pourrait utiliser des capacités de charge de très faibles valeurs, en pratique il est recommandé d'éviter les valeurs inférieures à 5 pF.

2.4.5 Facteur de qualité

Le facteur de qualité Q peut se calculer selon la formule suivante:

$$Q = \frac{1}{2\pi f_r R_r C_1}$$

où:

f_r est en hertz

R_r est en ohms

C_1 est en farads

SECTION DEUX — MÉTHODES D'ESSAIS

3. Vibrations (selon la Publication de la CEI 68-2-6: Essai Fe)

3.1 Direction des vibrations et montage

3.1.1 Le montage ne doit pas introduire de variations résiduelles de fréquence ou de résistance.

3.1.2 Les échantillons sont soumis aux vibrations dans les trois principales directions perpendiculaires suivantes:

- a) la direction des vibrations parallèle aux broches ou fils de sortie;
- b) la direction des vibrations perpendiculaire au plan contenant deux broches, ou fils de sortie;
- c) la direction des vibrations perpendiculaire aux deux directions précédentes.

3.2 Caractéristiques des vibrations

Les quartz doivent être soumis à un déplacement sinusoïdal d'amplitude 0,35 mm ou à une accélération maximale de 5 g, avec une fréquence variant uniformément d'une octave par minute entre 10 Hz et 150 Hz puis retour à 10 Hz. Le mouvement est appliqué pendant 2 h dans chaque direction.

Notes 1. — Si l'on veut chercher la résonance propre de la suspension du résonateur à quartz, il est nécessaire d'étendre la gamme de fréquences à 5000 Hz.

2. — Si l'on veut contrôler la robustesse de construction du résonateur, il faut prolonger le temps d'épreuve jusqu'à 100 jours pour voir apparaître les phénomènes de fatigue.

3.3 Mesures à effectuer

3.3.1 Mesurer la fréquence du quartz avant l'essai.

3.3.2 Mesurer de nouveau la fréquence 30 min après l'essai.

4. Chocs (selon la Publication 68-2-27 de la CEI: Essai Ea)

Monter le quartz à mesurer dans une platine de laiton. Le choc est exécuté à l'aide d'une machine programmable ou d'un mouton-pendule.

While theoretically it would be possible to use very low values of load capacitance, for practical cases, it is recommended to avoid a capacitance value less than 5 pF.

2.4.5 *Quality factor*

The quality factor Q can be calculated using the following formula:

$$Q = \frac{1}{2\pi f_r R_r C_1}$$

where:

f_r is in hertz

R_r is in ohms

C_1 is in farads

SECTION TWO – TEST METHODS

3. **Vibrations** (in accordance with IEC Publication 68-2-6: Test Fc)

3.1 *Axes of vibrations and mounting*

3.1.1 The mounting should not induce residual variations of frequency or resistance.

3.1.2 Sample crystal units are vibrated in the following three perpendicular directions:

- a) the direction of vibration parallel to the pins or the wire leads;
- b) the direction of vibration perpendicular to a plane containing two pins or wire leads;
- c) the direction of vibration perpendicular to the two above-mentioned directions.

3.2 *Characteristics of vibrations*

The crystal units shall be subjected to a sinusoidal motion with an amplitude of 0.35 mm, or a maximum acceleration of 5 g, and with a frequency varying uniformly at one octave per minute between 10 Hz and 150 Hz and returning to 10 Hz. The movement is applied for 2 h in each direction.

Notes 1. — In the case of testing the mechanical resonance of the suspension of the quartz resonator, it is necessary to extend the frequency range up to 5000 Hz.

2. — If the robustness of construction of the resonator is to be tested, the cycle of vibrations must be applied for 100 days in order to observe fatigue phenomena.

3.3 *Measurements to be performed*

3.3.1 Prior to vibration, measure the frequency of the crystal unit.

3.3.2 30 min after the test, again measure the frequency.

4. **Shocks** (in accordance with IEC Publication 68-2-27: Test Ea)

Mount the crystal unit to be tested in a brass holder. The shock is produced using a programmable machine or an impact pendulum tester.

4.1 Préparation

4.1.1 Paramètres de chocs

Réglage de la machine ou du mouton-pendule de façon que les paramètres de chocs soient les suivants:

a) accélération en fonction du temps: demi-sinusoïde;

b) valeur de pointe de l'accélération: $A = 5000 \text{ g}$;

c) durée d'impulsion de l'accélération: $D = 0,25 \text{ ms}$,

ce qui correspond approximativement à une chute libre de 1 m sur bois dur.

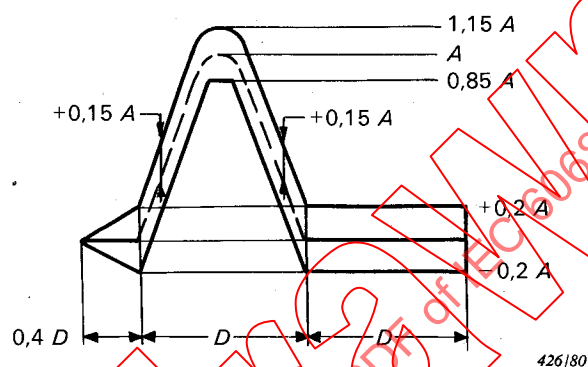
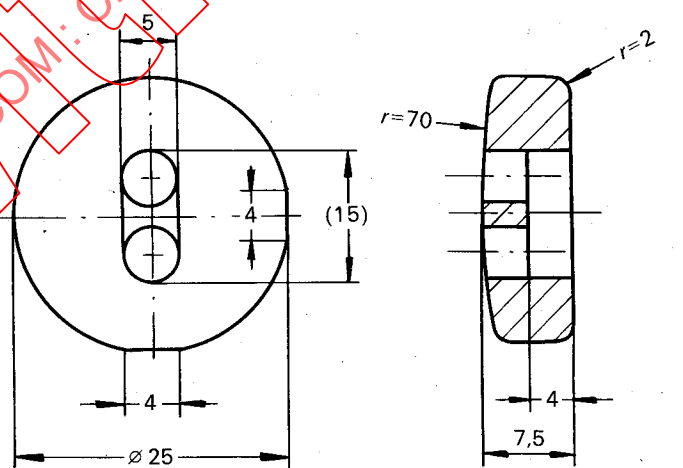


FIG. 5a. — Tolérances de l'impulsion du choc.

Dans le cas où l'on ne peut utiliser une installation permettant de vérifier ces paramètres, voir le paragraphe 4.2.1.

4.1.2 Noyer le quartz à l'aide de résine époxyde (équivalente à l'HYSOL OS 1900) en le centrant dans l'alvéole de la platine. La platine de laiton a une masse de $30 \pm 3 \text{ g}$ (voir figure 5b).



Echelle: 2:1

Platine de laiton (Cu 58%, Zn 40%, Pb 2%)

FIGURE 5b

Note. — Dans le cas d'un quartz cylindrique, le pliage des fils à 90° doit se faire au minimum à 2 mm de la base.

4.1 Preparation

4.1.1 Shock parameters

The machine or pendulum must be adjusted to obtain the following shock parameters:

- a) acceleration versus time: half sine-wave;
- b) maximum value of acceleration: $A = 5000 \text{ g}$;
- c) duration of acceleration: $D = 0.25 \text{ ms}$,

corresponding approximately to a free fall from a height of 1 m onto hard wood.

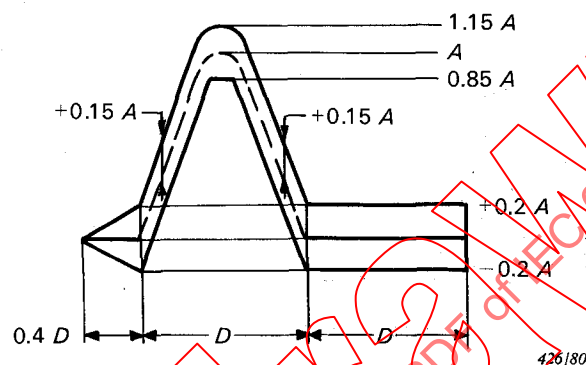
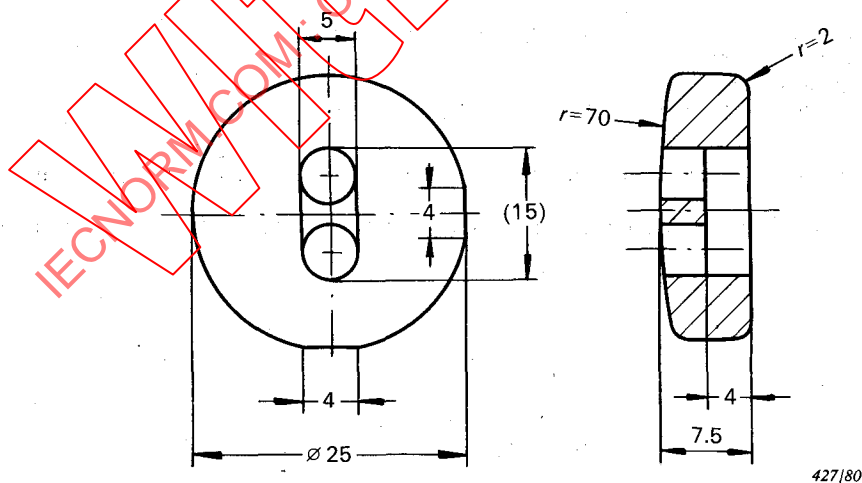


FIG. 5a. — Tolerances of the shock pulse.

If it is not possible to verify these parameters, refer to Sub-clause 4.2.1.

- 4.1.2 The crystal unit is bedded in the centre of the hole in the holder with an epoxy resin (equivalent to HYSOL OS 1900). The brass holder has a mass of $30 \pm 3 \text{ g}$ (Figure 5b).



Scale: 2:1

Brass plate (Cu 58%, Zn 40%, Pb 2%)

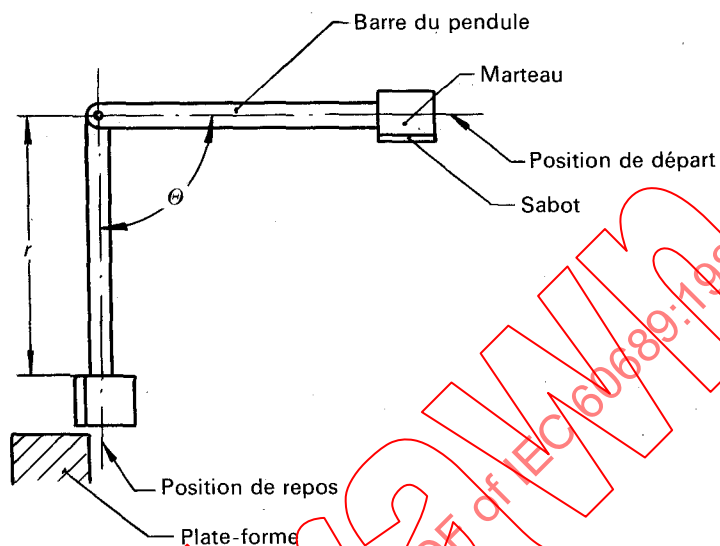
FIGURE 5b

Note. — In the case of a cylindrical crystal unit, the 90° bend in the leads shall be made at least 2 mm from the base.

4.2 Caractéristiques du mouton-pendule

Si l'appareil est constitué par un mouton-pendule, celui-ci doit être conçu et employé selon les données suivantes (selon la Norme ISO 1413).

4.2.1 Position de départ du marteau



428/80

FIGURE 6

L'angle θ de la position de départ du marteau (voir figure 6) peut être calculé par la formule suivante:

$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{VT}{4\pi r}$$

où:

$$V = \sqrt{2gh}$$

V est la vitesse de frappe correspondant à une chute libre d'une hauteur h

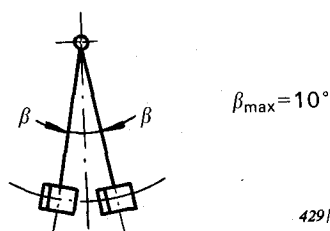
T est la période, exprimée en secondes

r est le rayon, exprimé en mètres

h est la hauteur de chute exprimée en mètres

Les deux dernières valeurs sont déterminées par le fabricant du mouton-pendule.

La période T représente la durée, exprimée en secondes, d'une oscillation de faible amplitude (voir figure 7).



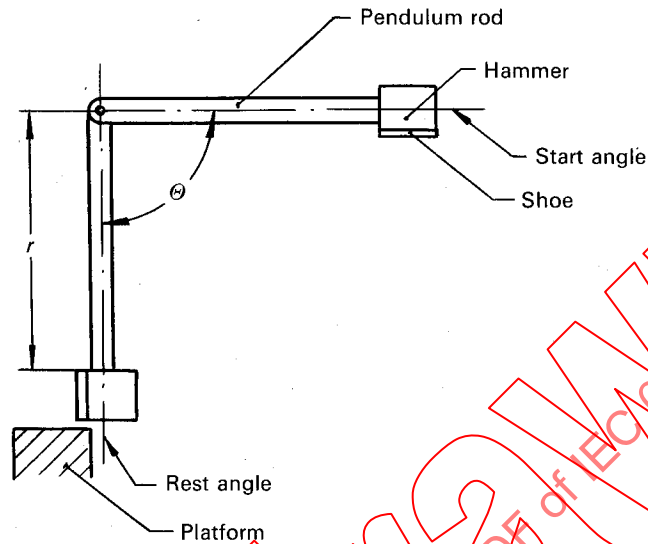
429/80

FIGURE 7

4.2 Characteristics of the pendulum impact tester

If the device is a pendulum impact tester, its design and use shall be in accordance with the following data (in accordance with the ISO Standard 1413).

4.2.1 Starting position of hammer



428/80

FIGURE 6

The angle Θ , giving the starting position of the hammer (see Figure 6), is derived from the following formula:

$$\sin \frac{\Theta}{2} = \frac{VT}{4\pi r}$$

where:

$$V = \sqrt{2gh}$$

V is the impact speed corresponding to free fall from a height h

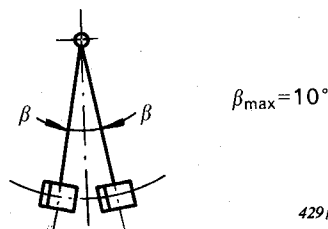
T is the period, expressed in seconds

r is the radius, expressed in metres

h is the height, expressed in metres

These last two values are determined by the manufacturer of the pendulum impact tester.

The period T represents the duration, expressed in seconds, of one oscillation of small amplitude (see Figure 7).



429/80

FIGURE 7

4.2.2 Matière, dimensions du sabot et masse du marteau

Le sabot venant frapper la platine de laiton est formé de polyméthoxyde (par exemple Delrin).

La masse totale du marteau et du sabot est de 3 kg au minimum.

Les dimensions du sabot (voir figure 8) sont:

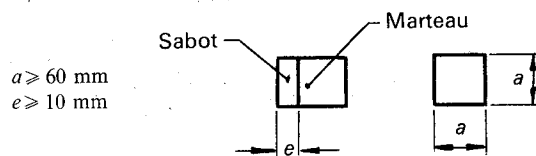


FIGURE 8

La plaque en polyméthoxyde venant frapper la platine doit être périodiquement déplacée ou rectifiée.

4.2.3 Dispositif d'arrêt de la platine après le choc

Après le choc, la platine de laiton parcourt librement sa trajectoire et est ensuite immobilisée progressivement par un dispositif ne lui faisant subir aucun nouveau choc.

4.3 Procédure

4.3.1 Position de la platine de laiton

La platine de laiton doit être posée librement sur son support horizontal pour subir les chocs.

L'emplacement occupé par la platine doit être tel que le choc se produise à l'instant où le pendule passe par sa position d'équilibre stable.

4.3.2 Conditions du choc

Au moment du choc, le plan du sabot entrant en contact avec la platine doit être vertical et parallèle au plan vertical contenant l'axe d'oscillation du pendule.

4.3.3 Chocs linéaires

Exécuter les chocs selon les trois directions principales, le sens étant indiqué par la figure 9.

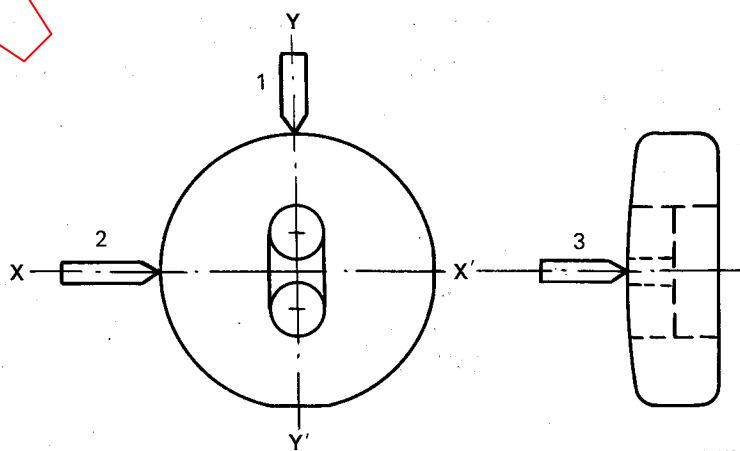


FIGURE 9

4.2.2 Material and dimensions of shoe and mass of hammer

The shoe which strikes the brass holder is made of polymethyloxide (for example Delrin).

The total mass of the hammer and shoe is not less than 3 kg.

The dimensions of the shoe (see Figure 8) are:

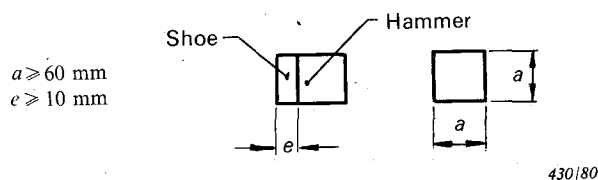


FIGURE 8

Periodically, the polymethyloxide shoe shall be shifted or ground flat.

4.2.3 Holder stopping device

After the shock, the brass holder travels freely along its trajectory and is gradually arrested by a device which does not inflict any further shock.

4.3 Procedure

4.3.1 Position of brass holder

The brass holder shall be laid freely on its horizontal support, for the shock test.

The position occupied by the holder shall be such that the shock is produced at the exact instant when the pendulum passes through its point of stable equilibrium.

4.3.2 Conditions of shock

At the moment of impact, the face of the shoe entering into contact with the holder shall be vertical and parallel to the vertical plane containing the axis of oscillation of the pendulum.

4.3.3 Linear shocks

Apply the shocks in the three main axes in the directions shown in Figure 9.

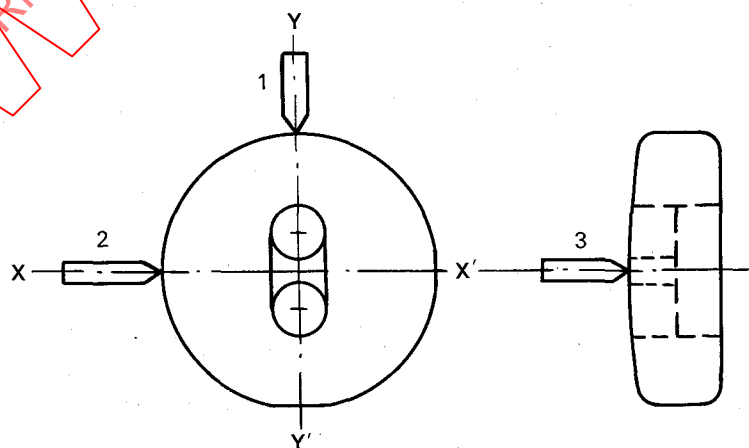


FIGURE 9

4.3.4 Mesures à effectuer

Toutes les mesures se font en conservant le quartz noyé dans la nacelle.

- Mesurer la fréquence avant les chocs;
- laisser le quartz au repos 30 min au moins après chaque choc;
- mesurer la fréquence;
- faire la moyenne des variations de fréquence dues aux chocs; on considère la moyenne des valeurs absolues de ces variations.

5. Magnétisme: Influence d'un champ magnétique sur la fréquence

Le quartz est placé dans un champ magnétique durant 1 min selon chacune des trois directions principales et la fréquence est mesurée. La variation de fréquence est déterminée pendant et après l'essai.

Note. — Le besoin et les spécifications d'un essai magnétique font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

6. Sollicitations mécaniques des sorties (selon la Publication 68-2-21 de la CEE: Essai U)

6.1 Essai de traction sur les sorties (fils ou broches)

Une force de traction dont la valeur est donnée dans le tableau I est appliquée au fil; 30 min après l'essai, le résultat doit être conforme aux spécifications.

TABLEAU I

Section nominale (mm ²)	Diamètre correspondant (mm)	Force pour l'essai de traction (N)	Force pour l'essai de pliage (N)
$S \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1	0,5
$0,05 < S \leq 0,07$	$0,25 < d \leq 0,3$	2,5	1,25
$0,07 < S \leq 0,2$	$0,3 < d \leq 0,5$	5	2,5

6.2 Pliage des fils

Le fil est plié deux fois selon un angle de 90° et dans les deux directions opposées avec l'application d'une force dont la valeur est donnée dans le tableau I.

La variation de fréquence doit être conforme à la valeur spécifiée.

Le pliage est effectué à 1 mm, au moins, de la base (voir figure 10).

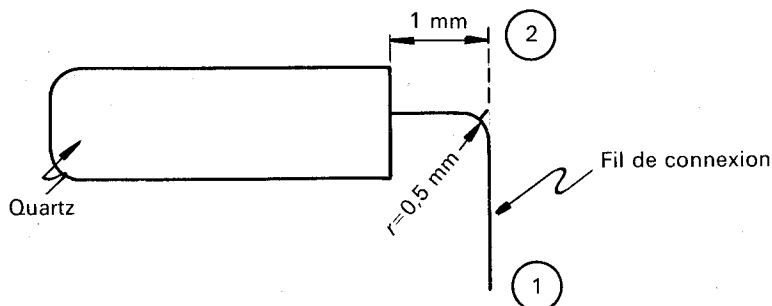


FIGURE 10