

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Measurement and test methods for tuning fork quartz crystal units in the range from 10 kHz to 200 kHz and standard values

Méthodes de mesure et d'essai concernant le réglage des résonateurs à quartz dans la plage comprise entre 10 kHz et 200 kHz et valeurs normales

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60689:2008



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Measurement and test methods for tuning fork quartz crystal units in the range from 10 kHz to 200 kHz and standard values

Méthodes de mesure et d'essai concernant le réglage des résonateurs à quartz dans la plage comprise entre 10 kHz et 200 kHz et valeurs normales

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 31.140

ISBN 978-2-8322-0883-0

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Overview	6
3.1 General.....	6
3.2 Applied frequency range.....	6
3.3 Measurement method.....	6
3.4 Load capacitance	7
3.5 Recommended drive level	7
3.6 Measurement conditions.....	7
3.7 Measurement of frequency-temperature characteristics.....	7
3.8 Load capacitance frequency characteristics	7
4 Measurement methods	7
4.1 Method A.....	7
4.1.1 Vector network analyzer/vector impedance analyzer.....	7
4.1.2 Block diagram.....	7
4.1.3 Specifications for vector network analyzer/vector impedance analyzer	8
4.1.4 Test fixture	8
4.1.5 Measurement of equivalent circuit constants	9
4.1.6 Frequency pulling	10
4.2 Method B.....	10
4.2.1 General	10
4.2.2 Block diagram.....	10
4.2.3 Calibration.....	11
4.2.4 Procedure.....	11
5 Measurement conditions.....	12
5.1 General.....	12
5.2 Measurement conditions.....	12
5.3 Measurement of the frequency-temperature dependence	13
5.3.1 General	13
5.3.2 Block diagram.....	13
5.3.3 Determination of the turnover point and parabolic coefficient β (standard reference method)	13
5.3.4 Measurement of the frequency versus temperature characteristics (mass production method)	14
5.3.5 Frequency C_L curve.....	15
6 Test and environmental examination	15
6.1 Application of the definition of IEC 60122-1	15
6.2 Magnetism – Influence of a magnetic field on the frequency	16
6.3 Enclosure	16
6.4 Measuring conditions and electric performance	16
6.4.1 General	16
6.4.2 Measurement conditions.....	16
6.4.3 Standard values	16
Bibliography.....	18

Figure 1 – Block diagram of the measurement method using the vector network analyzer or vector impedance analyzer	8
Figure 2 – Block diagram of test fixture	9
Figure 3 – Block diagram of test fixture (including a load capacitance).....	9
Figure 4 – Block diagram of test fixture for bridge method	11
Figure 5 – Block diagram of test fixture for bridge method (including a load capacitance)	11
Figure 6 – Block diagram of measurement of the frequency-temperature dependence	13
Figure 7 – Frequency-temperature template (Turnover point: 25 ± 5 °C, $\beta = -45 \times 10^{-9}/^{\circ}\text{C}^2$)	14
Figure 8a) – $\Delta f/f$ versus C_L curve	15
Figure 8b) – $\Delta f/f$ versus C_L curve	15
Figure 8 – $\Delta f/f$ versus C_L curve with different C_{Ls}	15
Table 1 – Specifications for vector network analyzer/vector impedance analyzer	8
Table 2 – Standard values	17

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60689:2008

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MEASUREMENT AND TEST METHODS FOR TUNING FORK QUARTZ CRYSTAL UNITS IN THE RANGE FROM 10 kHz TO 200 kHz AND STANDARD VALUES

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60689 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1980. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) The title of the first edition is *Measurements and test methods for 32 kHz quartz crystal units for wrist watches and standard values*. The title is modified and the frequency range of this second edition is extended to the range from 10 kHz to 200 kHz.
- b) The Lissajous method is defined in the first edition as the standard measurement method. The PI network and bridge method are used in this second edition.
- c) The PI network has a transformer for impedance matching. This composition differs from that of IEC 60444-1.

This bilingual version (2013-07) corresponds to the monolingual English version, published in 2008-11.

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

FDIS	Report on voting
49/809/FDIS	49/815/RVD

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

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60689:2008

MEASUREMENT AND TEST METHODS FOR TUNING FORK QUARTZ CRYSTAL UNITS IN THE RANGE FROM 10 kHz TO 200 kHz AND STANDARD VALUES

1 Scope

This International Standard applies to measurements and test methods for tuning fork quartz crystal units in the range from 10 kHz to 200 kHz and standard values for frequency control and selection.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050-561, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 561: Piezoelectric devices for frequency control and selection*

IEC 60122-1, *Quartz crystal units of assessed quality – Part 1: Generic specification*

IEC 60122-3, *Quartz crystal units of assessed quality – Part 3: Standard outlines and lead connections*

IEC 60444 (series), *Measurement of quartz crystal unit parameters by zero phase technique in a π -network*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

ISO 1000:1992, *SI units and recommendations for the use of their multiples and certain other Units*

3 Overview

3.1 General

Units, graphical symbols, letter symbols and terminology shall, wherever possible, be taken from the following standards: IEC 60027, IEC 60050-561, IEC 60122-1, IEC 60617, and ISO 1000.

3.2 Applied frequency range

The frequency range is from 10 kHz to 200 kHz.

3.3 Measurement method

The measurement method is according to the IEC 60444 series.

It is permitted to use the bridge method as a simple measuring method.

NOTE Other methods like Lissajous-or oscillator methods are not recommended for measurement of equivalent circuit constants.

3.4 Load capacitance

Currently, defined values of load capacitance are 8 pF, 10 pF, 12 pF, 15 pF, 20 pF and 30 pF.

3.5 Recommended drive level

Currently, the recommended drive level is 0,1 μ W.

3.6 Measurement conditions

Measurement conditions are given in 5.2.

3.7 Measurement of frequency-temperature characteristics

The measurement of frequency-temperature characteristics is given in Clause 5.

3.8 Load capacitance frequency characteristics

The present conditions of load capacitance and frequency characteristics are given in 5.3.4.

4 Measurement methods

4.1 Method A

The measurement method according to the IEC 60444 series gives a copy of a block diagram (including a load capacitance), test fixture (for Surface Mounted Device-units included) with additional values of the resistances for high impedance value (standard PI-network 25 Ω) and hardware requirements for a frequency range from 10 kHz to 200 kHz.

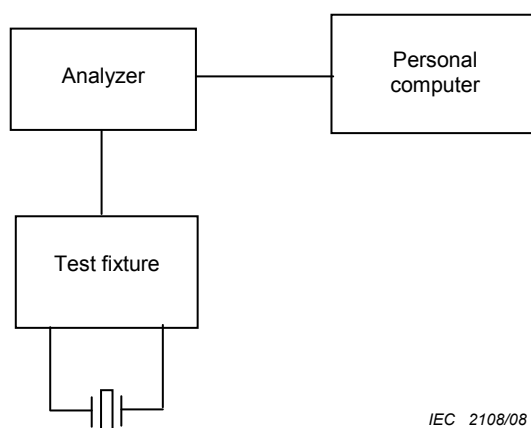
This measuring method is a standard measuring method in this document.

4.1.1 Vector network analyzer/vector impedance analyzer

The measurement method using the vector network analyzer or vector impedance analyzer is based on the following method.

4.1.2 Block diagram

Figure 1 is a block diagram of the measurement method using the vector network analyzer or vector impedance analyzer.



IEC 2108/08

Figure 1 – Block diagram of the measurement method using the vector network analyzer or vector impedance analyzer

4.1.3 Specifications for vector network analyzer/vector impedance analyzer

Specifications for vector impedance analyzer are shown in Table 1.

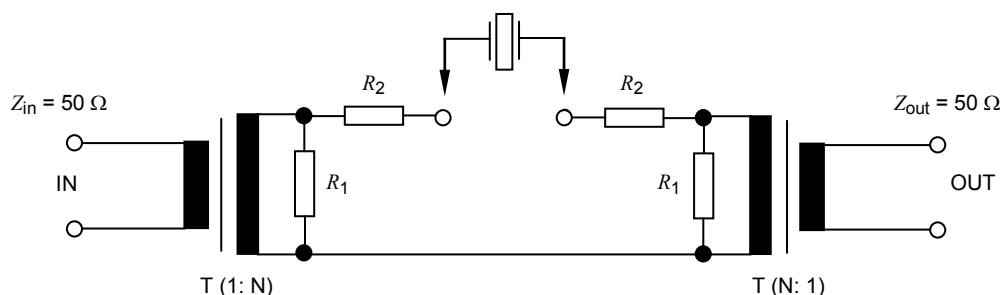
Table 1 – Specifications for vector network analyzer/vector impedance analyzer

Item	Specifications
Frequency range	The measurement range of equipment shall be from 10 kHz to 200 kHz.
Frequency accuracy	1×10^{-6}
Series resistance accuracy	1 %
Signal level adjusted range	5 mV _{rms} – 1V _{rms} or 200 μA _{rms} – 20 mA _{rms}
Spurious	40 dB max.
Others	RC23C, LAN, etc.

4.1.4 Test fixture

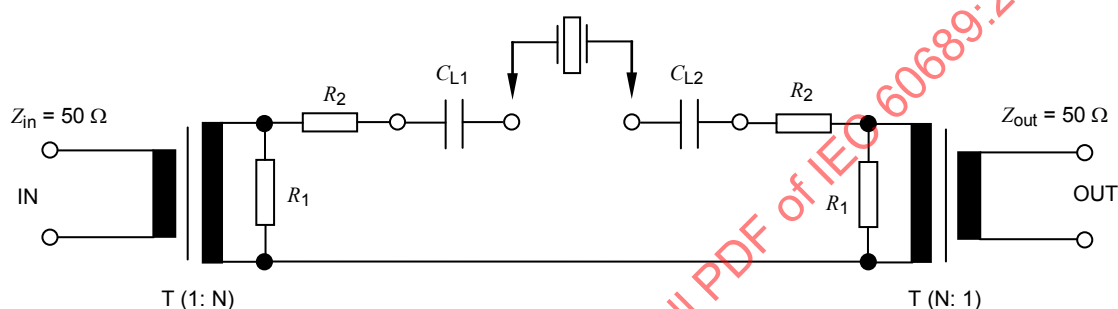
A test fixture shall be used. This test fixture shall be electrically and mechanically compatible with the vector network analyzer or the vector impedance analyzer that is used.

Figures 2 and Figure 3 show the block diagrams of the equivalent circuit of the test fixture.



IEC 2109/08

Figure 2 – Block diagram of test fixture



IEC 2110/08

Figure 3 – Block diagram of test fixture
(including a load capacitance)

The equivalent series resistance of the crystal units takes on various values according to the design. This resistance value varies in a range from 1 kΩ to 100 kΩ. For this reason, the equivalent series resistance of the crystal units determines R_1 and R_2 appropriately. These values should be determined through a contract with the customer. Since it is the low frequency range, the structure and material of the test fixture are not defined specifically.

EXAMPLE Each constant takes on the following values in the following ranges.

R_r is 1 kΩ to 10 kΩ: $N_{TF} = 10\,000$, $R_1 = 49,5\text{ kΩ}$, and $R_2 = 5,008\text{ MΩ}$

R_r is 10 kΩ to 20 kΩ: $N_{TF} = 17\,000$, $R_1 = 50\text{ kΩ}$, and $R_2 = 15,000\text{ MΩ}$

R_r is 20 kΩ to 40 kΩ: $N_{TF} = 24\,000$, $R_1 = 50,464\text{ kΩ}$, and $R_2 = 30\text{ MΩ}$

R_r is 40 kΩ to 70 kΩ: $N_{TF} = 33\,000$, $R_1 = 49,809\text{ kΩ}$, and $R_2 = 55,008\text{ MΩ}$

R_r is 70 kΩ to 200 kΩ: $N_{TF} = 41$, $R_1 = 50,119\text{ kΩ}$, and $R_2 = 85,008\text{ MΩ}$

NOTE The structure and material of the test fixture are determined through due examination.

4.1.5 Measurement of equivalent circuit constants

The measurements of equivalent resistance R_r , resonance frequency f_r , motional capacitance C_1 , quality factor Q and load resonance frequency f_L are in accordance with the IEC 60444 series.

The load resonance offset between load resonance frequency f_L and resonance frequency f_r can be calculated from the parameters C_0 and C_1 by the following formula.

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

4.1.6 Frequency pulling

4.1.6.1 General

The frequency pulling shall compensate the frequency shifts by means of the following:

- a) tolerances on other components of oscillator (e.g. watch) circuits;
- b) adjustment tolerance;
- c) ageing during the economic life of oscillator (e.g. watch) circuits;
- d) frequency shifts due to shocks and vibrations.

4.1.6.2 Alternative determination of the motional capacitance C_1

The motional capacitance C_1 can be determined alternatively with the frequency difference when the crystal unit is measured with 2 different load capacitances.

The motional capacitance C_1 is determined by a measurement of frequency, with use of two load capacitances C_{L1} and C_{L2} , connected in series with the crystal unit (see Figure 3).

When

$$\Delta C_L = C_{L2} - C_{L1}$$

$$\Delta f = f_{L1} - f_{L2}$$

$$\Delta f_1 = f_{L1} - f_r$$

$$\Delta f_2 = f_{L2} - f_r$$

$$f_r = \text{resonance frequency}$$

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

Hence

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

NOTE The measurements corresponding to 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 is measured. For application in the watch making industry, the scatter of C_1 is also a very important factor.

4.2 Method B

4.2.1 General

It is permitted to use the bridge method as a simple measuring method. This simple measuring method is permitted only for frequency measurement.

4.2.2 Block diagram

Figures 4 and 5 show the block diagrams of the test fixture for the bridge method. Each resistance is based on a contract with a customer.

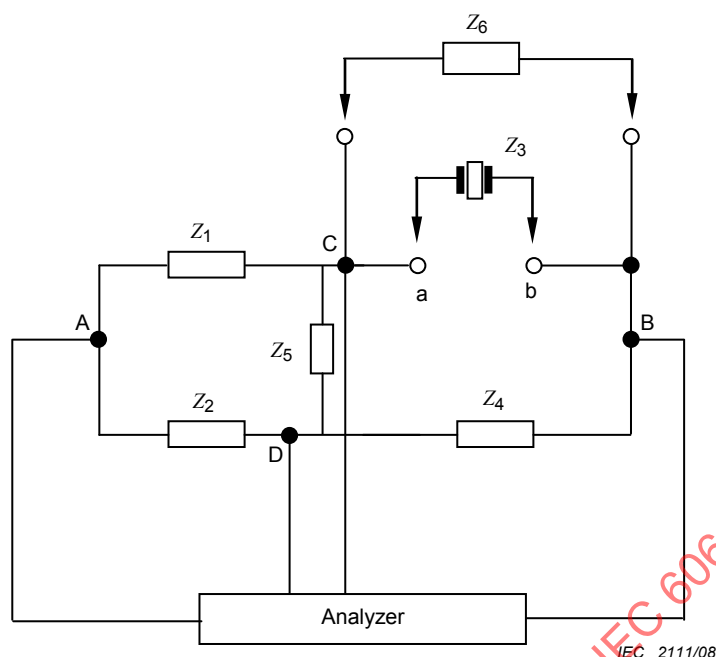


Figure 4 – Block diagram of test fixture for bridge method

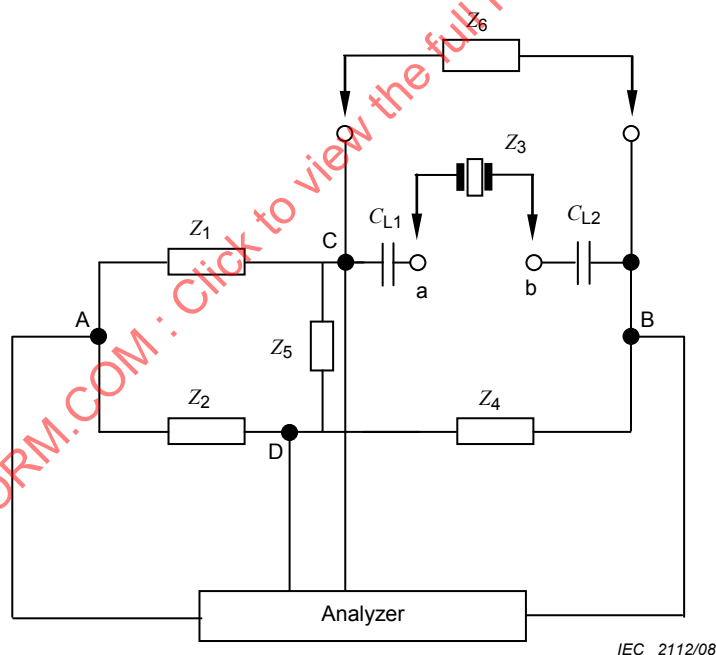


Figure 5 – Block diagram of test fixture for bridge method (including a load capacitance)

4.2.3 Calibration

The standard impedance Z_6 (resistance) is connected between terminals CB. This impedance has almost the same value as the equivalent series impedance (resistance) of the crystal units to be measured. After that, the zero phase and drive level of this measurement system are determined.

4.2.4 Procedure

The procedure is as follows:

- 1) after completing the initial calibration, the crystal units to be measured are connected between the terminals ab.

When applying the load capacitance C_L , a load capacitance adapter (C_{L1} and C_{L2}) is connected between terminals CB. Relationship between C_{L1} and C_{L2} is given by Equation (a);

$$C_{L1} = C_{L2} = 2 \cdot C_L \quad (a)$$

- 2) the signal from the analyzer is added between terminals AB;
- 3) the frequency in the analyzer changes. Phase between terminals CD is set at zero. At this time, the frequency is the series resonance frequency F_S ;
- 4) the equivalent series resistance R_r is given by Equation (b).

$$R_r = Z_3 = \frac{Z_1}{Z_2} Z_4 \quad (b)$$

NOTE 1 When changing frequency, the phase of the analyzer changes. At this time, the phase between terminals CD is not in an equilibrium situation. For this reason, it does not suit a measurement of an equivalent circuit constant.

NOTE 2 Since it is the low frequency range, the structure and material of the test fixture are not defined specifically. These are based on a contract with the customer.

NOTE 3 The structure and material of the test fixture are determined through due examination.

NOTE 4 This bridge method may apply to the automatic bridge method.

5 Measurement conditions

5.1 General

A typical example is shown below.

The following conditions can be changed through a contract between manufacturer and users.

5.2 Measurement conditions

The measurement conditions are as follows:

- a) enclosure not earthed;
- b) the test fixture shall not apply any mechanical stress on the crystal unit to avoid causing frequency changes;
- c) the synthesizer shall have a frequency resolution of at least 10 MHz;
- d) temperature: see Figure 7; in the worst case (turnover point at 30 °C, measurement at 21 °C); the slope at T °C is about $1 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$;
- e) load capacitance C_L : the tolerance on the load capacitance should be decided appropriately so that the frequency change does not exceed 10 % of the frequency tolerance (see IEC 60122-1).

C_{L1} and C_{L2} shall be as near as possible to the crystal unit: the accuracy of the measurement is dependent on this;

- f) measuring level (Method A):

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

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

$$R_L = Z_3 = R_r \cdot \left(1 + \frac{C_0}{C_L}\right)^2$$

where

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

P is specified in 3.5.

g) measuring level (Method B):

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

$$P = \frac{V_3^2}{Z_3}$$

where

$Z_3 (R_f)$ is measured in accordance with f);

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

P is specified in 3.5.

5.3 Measurement of the frequency-temperature dependence

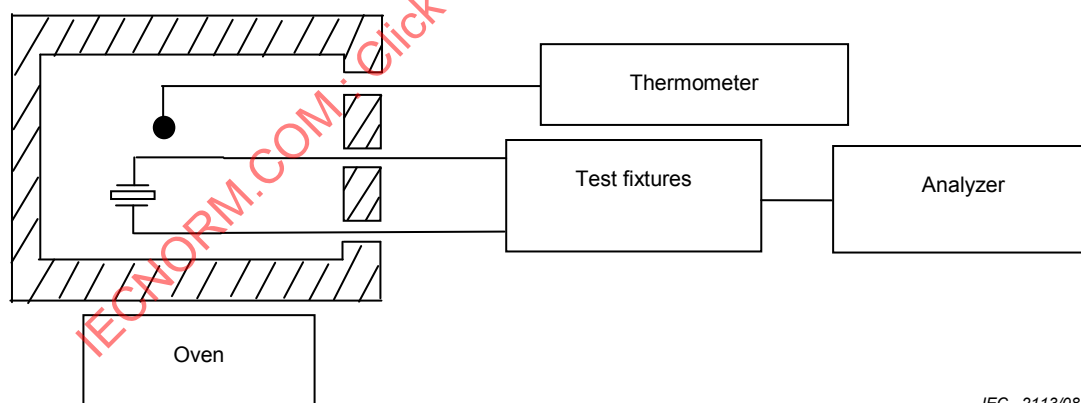
5.3.1 General

It is permitted to use the frequency-temperature dependence as a simple measuring method. This simple measuring method is permitted only for frequency measurement.

5.3.2 Block diagram

Figure 6 shows the block diagram of measurement of the frequency-temperature dependence.

A thermo-couple or an equivalent device can be used for a thermometer device. The test fixtures and the analyzer are used for Method A (see 4.1) or Method B (see 4.2). It is acceptable that this measurement system be exchanged for an automatic system by contract between customer and supplier.



IEC 2113/08

Figure 6 – Block diagram of measurement of the frequency-temperature dependence

5.3.3 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 nearest the first one, are considered.

The measurement accuracy shall be better than $\pm 1 \times 10^{-6}$ and the temperature shall be controlled within $\pm 0,3$ °C and measured within $\pm 0,1$ °C.

The temperature stabilization time should be about 10 min for each measurement.

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

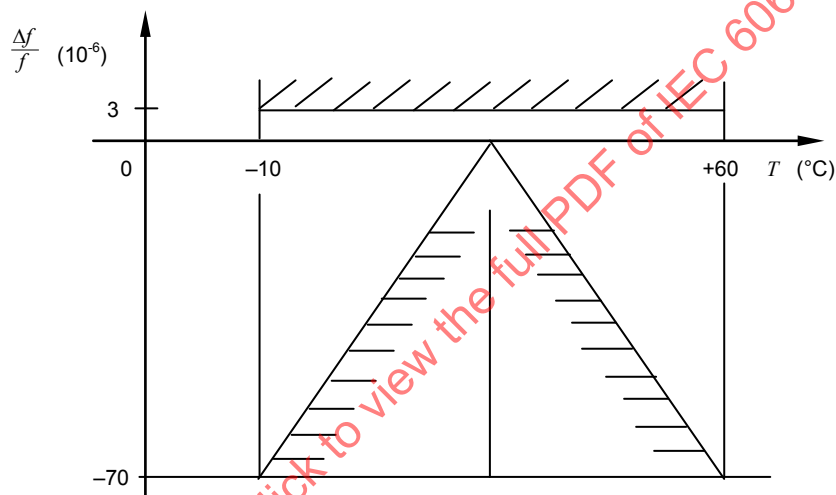
In the worst case, the error on the determination of the turnover point is ± 1 °C.

5.3.4 Measurement of the frequency versus temperature characteristics (mass production method)

When it is not necessary to determine the turnover temperature, a 3-point measurement of frequency versus temperature is sufficient.

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

The frequency variation shall remain within the limits of Figure 7, for the stated values of β and the turnover point.

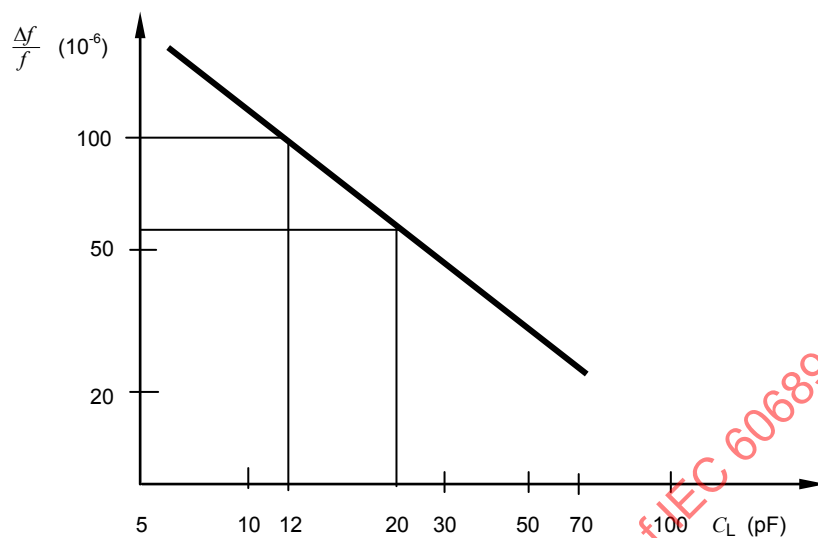


IEC 2114/08

Figure 7 – Frequency–temperature template
(Turnover point: 25 ± 5 °C, $\beta = -45 \times 10^{-9}/^{\circ}\text{C}^2$)

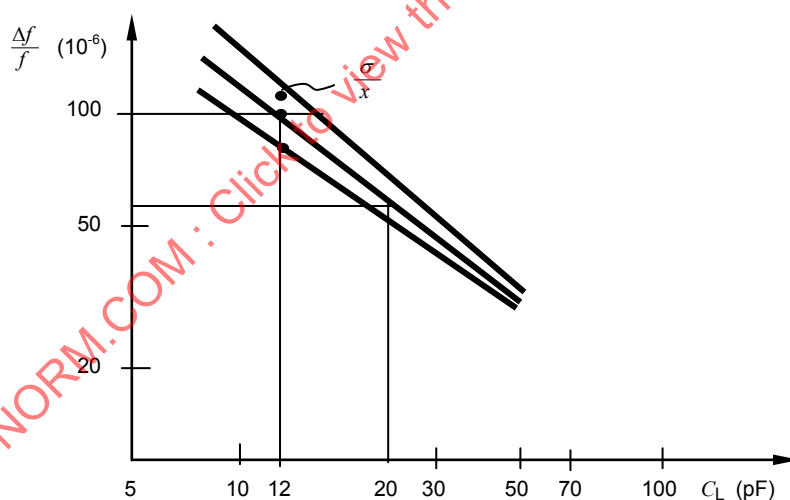
5.3.5 Frequency C_L curve

Figures 8a) and 8b) show the frequency versus C_L curve. Two different C_{Ls} are used.



IEC 2115/08

Figure 8a) – $\Delta f/f$ versus C_L curve



IEC 2116/08

Figure 8b) – $\Delta f/f$ versus C_L curve

Figure 8 – $\Delta f/f$ versus C_L curve with different C_{Ls}

6 Test and environmental examination

6.1 Application of the definition of IEC 60122-1

The definition of IEC 60122-1 applies to the following:

Vibrations, shocks, mechanical stresses on terminals, insulation resistance between enclosure and the leads, solderability of the leads, other methods of fixing, sealing

overpressure, marking and date of manufacture, these should be decided by the manufacturer and the user.

6.2 Magnetism – Influence of a magnetic field on the frequency

The crystal unit is placed in a magnetic field for 1 min along each of the three principal directions, and the frequency is measured. The change in frequency during and after the test is noted.

NOTE The need of the test is subject to agreement between manufacturer and user.

6.3 Enclosure

Lead type package depends on IEC 60122-3. Lead-less surface mounted type package has already been put to practical use. This has been added to an appropriate document.

6.4 Measuring conditions and electric performance

6.4.1 General

Insulation resistance is 100 V, 500 MΩ.

Measurement conditions and standard values are as follows:

6.4.2 Measurement conditions

The measurement conditions are as follows:

- a) reference temperature should be fixed between 21 °C and 25 °C;
- b) tolerance of the fixed reference temperature $\pm 0,5$ °C for items 1 and 2; ± 1 °C for other items;
- c) drive level 0,1 μW;
- d) load capacitance: 8 pF, 10 pF, 12 pF, 15 pF, 20 pF and 30 pF.

6.4.3 Standard values

Standard values are given in Table 2 hereinafter.

Table 2 – Standard values

Characteristics		Symbol	Unit	Standard values	
1	Nominal frequency	f	kHz	Type 1 ^a	Type 2 ^b
				32,768	
2	Frequency tolerance	$\frac{\Delta f}{f}$	10 ⁻⁶	± 20	± 20
3	Maximum resonance resistance under all operating conditions	R_r	kΩ	30	100
4	Minimum motional capacitance	C_1	fF	2,0	0,8
5	Quality factor	Q	–	See 4.1.5	
6	Turnover temperature	T_i	°C	25 ± 5	
7	Maximum parabolic coefficient	β	10 ⁻⁶ / °C ²	–0,04	
8	Operating temperature range	–	°C	–10 to +60	
9	Storage temperature range	–	°C	–30 to +70	
10	Frequency variation due to vibration	$\frac{\Delta f}{f}$	10 ⁻⁶	3	
11	Frequency variation due to shock	$\frac{\Delta f}{f}$	10 ⁻⁶	5	
12	Frequency variation due to ageing during the first year	$\frac{\Delta f}{f}$	10 ⁻⁶	3	5
13	Frequency variation due to mechanical stress on terminals	$\frac{\Delta f}{f}$	10 ⁻⁶	3	
14	Effect of support	$\frac{\Delta f}{f}$	10 ⁻⁶	3	
15	Insulation resistance at 100 V		MΩ	500	
16	Maximum drive level	P	μW	1	
a	Type 1 = so-called “thick” tuning fork.				
b	Type 2 = so-called “thin” tuning fork.				
NOTE The standard value of the nominal frequency (32,768 kHz) is one of the examples.					

Bibliography

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1, General and guidance*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-7, *Basic environmental testing procedures – Part 2-7: Tests – Test Ga and guidance: Acceleration, steady state*

IEC 60068-2-13, *Basic environmental testing procedures – Part 2-13: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14, *Basic environmental testing procedures – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-21, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60068-2-45, *Basic environmental testing procedures – Part 2-45: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests-test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 61178-2, *Quartz crystal units – A specification in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Part 2 : Sectional specification – Capability approval*

IEC 61178-3, *Quartz crystal units – A specification in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Part 3: Sectional specification – Qualification approval*

IEC Q 01, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ System) – Basic Rules*

IEC QC 001002-2, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Rules of Procedure – Part 2: Documentation*

IEC QC 001002-3: 1998, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Rules of Procedure – Part 3: Approval Procedures*

IEC QC 001005¹, *Register of firms, products and services approved under the IECQ System, including ISO 9000*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60689:2008

¹ This publication has been withdrawn and replaced by the on-line certificate system available at <http://certificates.iecq.org/>.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	22
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives	24
3 Vue d'ensemble	24
3.1 Généralités	24
3.2 Plage de fréquences appliquées	24
3.3 Méthodes de mesure	24
3.4 Capacité de charge	25
3.5 Niveau d'excitation recommandé	25
3.6 Conditions de mesure	25
3.7 Mesure des caractéristiques de fréquence en fonction de la température	25
3.8 Caractéristiques de capacité de charge et de fréquence	25
4 Méthodes de mesure	25
4.1 Méthode A	25
4.1.1 Analyseur de réseau vectoriel/analyseur d'impédance vectorielle	25
4.1.2 Schéma fonctionnel	25
4.1.3 Spécifications relatives à l'analyseur de réseau vectoriel/l'analyseur d'impédance vectorielle	26
4.1.4 Dispositif d'essai	26
4.1.5 Mesure des constantes de circuit équivalent	27
4.1.6 Entraînement en fréquence	28
4.2 Méthode B	28
4.2.1 Généralités	28
4.2.2 Schéma fonctionnel	28
4.2.3 Etalonnage	29
4.2.4 Procédure	29
5 Conditions de mesure	30
5.1 Généralités	30
5.2 Conditions de mesure	30
5.3 Mesure de l'influence fréquence-température	31
5.3.1 Généralités	31
5.3.2 Schéma fonctionnel	31
5.3.3 Détermination du point d'inversion et du coefficient parabolique β (méthode de référence normale)	32
5.3.4 Mesure des caractéristiques de fréquence par rapport à la température (méthode relative à la production en série)	32
5.3.5 Courbe de la fréquence en fonction de C_L	32
6 Essai et examen d'environnement	33
6.1 Application de la définition de la CEI 60122-1	33
6.2 Magnétisme – Influence d'un champ magnétique sur la fréquence	34
6.3 Enveloppe	34
6.4 Conditions de mesure et performance électrique	34
6.4.1 Généralités	34
6.4.2 Conditions de mesure	34
6.4.3 Valeurs normales	34
Bibliographie	36

Figure 1 – Schéma fonctionnel de la méthode de mesure utilisant l'analyseur de réseau vectoriel ou l'analyseur d'impédance vectorielle	26
Figure 2 – Schéma fonctionnel du dispositif d'essai	27
Figure 3 – Schéma fonctionnel du dispositif d'essai (y compris une capacité de charge)	27
Figure 4 – Schéma fonctionnel du dispositif d'essai pour la méthode du pont	29
Figure 5 – Schéma fonctionnel du dispositif d'essai pour la méthode du pont (y compris une capacité de charge)	29
Figure 6 – Schéma fonctionnel de mesure de l'influence fréquence-température	31
Figure 7 – Gabarit de fréquence-température (Point d'inversion: $25 \pm 5^\circ\text{C}$, $\beta = -45 \times 10^{-9} / \text{C}^2$)	32
Figure 8a) – courbe de $\Delta f/f$ en fonction de C_L	33
Figure 8b) – Courbe de $\Delta f/f$ en fonction de C_L	33
Figure 8 – Courbe de $\Delta f/f$ en fonction de C_L avec différentes C_{Ls}	33
Tableau 1 – Spécifications relatives à l'analyseur de réseau vectoriel/l'analyseur d'impédance vectorielle	26
Tableau 2 – Valeurs normales	35

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE ET D'ESSAI CONCERNANT LE RÉGLAGE DES RÉSONATEURS À QUARTZ DANS LA PLAGE COMPRISE ENTRE 10 kHz ET 200 kHz ET VALEURS NORMALES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété ou de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60689 a été établie par le comité d'études 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1980. Cette édition constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Le titre de la première édition est *Méthodes de mesure et d'essais destinées aux quartz à 32 kHz pour montres-bracelets et valeurs normales*. Le titre en a été modifié et la plage de fréquences de cette seconde édition est étendue à la plage comprise entre 10 kHz et 200 kHz.

- b) La méthode de Lissajous est définie dans la première édition comme la méthode de mesure normale. Le réseau en PI et la méthode du pont sont utilisés dans cette seconde édition.
- c) Le réseau en PI comporte un transformateur pour l'adaptation d'impédance. Cette composition diffère de celle de la CEI 60444-1.

La présente version bilingue (2013-07) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2008-11.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 49/809/FDIS et 49/815/RVD.

Le rapport de vote 49/815/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60689:2008

MÉTHODES DE MESURE ET D'ESSAI CONCERNANT LE RÉGLAGE DES RÉSONATEURS À QUARTZ DANS LA PLAGE COMPRISE ENTRE 10 kHz ET 200 kHz ET VALEURS NORMALES

1 Domaine d'application

La présente norme internationale est applicable aux mesures et aux méthodes d'essai relatives aux résonateurs à quartz à diapason dans la plage comprise entre 10 kHz et 200 kHz et aux valeurs normales pour la commande et le choix de la fréquence.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

CEI 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

CEI 60050-561, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 561: Dispositifs piézoélectriques pour la stabilisation des fréquences et le filtrage*

CEI 60122-1, *Résonateurs à quartz sous assurance de la qualité – Partie 1: Spécification générique*

CEI 60122-3, *Résonateurs à quartz sous assurance de la qualité – Partie 3: Encombrements normalisés et connexions des sorties*

CEI 60444 (série), *Mesure des paramètres des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en π*

CEI 60617, *Symboles graphiques pour schémas*

ISO 1000: 1992, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

3 Vue d'ensemble

3.1 Généralités

Les unités, les symboles graphiques et littéraux, ainsi que la terminologie doivent, chaque fois que cela est possible, être issus des normes suivantes: CEI 60027, CEI 60050-561, CEI 60122-1, CEI 60617, et l'ISO 1000.

3.2 Plage de fréquences appliquées

La plage des fréquences s'étend de 10 kHz to 200 kHz.

3.3 Méthodes de mesure

La méthode de mesure est conforme à la série CEI 60444.

L'utilisation de la méthode du pont est autorisée en tant que simple méthode de mesure.

NOTE D'autres méthodes telles que la méthode Lissajous ou celle de l'oscillateur ne sont pas recommandées pour la mesure des constantes de circuits équivalents.

3.4 Capacité de charge

Actuellement, les valeurs définies de capacité de charge sont 8 pF, 10 pF, 12 pF, 15 pF, 20 pF et 30 pF.

3.5 Niveau d'excitation recommandé

Actuellement, le niveau d'excitation recommandé est de 0,1 μ W.

3.6 Conditions de mesure

Les conditions de mesure sont fournies en 5.2.

3.7 Mesure des caractéristiques de fréquence en fonction de la température

La mesure des caractéristiques de fréquence en fonction de la température est fournie à l'Article 5.

3.8 Caractéristiques de capacité de charge et de fréquence

Les conditions présentes de capacité de charge et de fréquence sont fournies en 5.3.4.

4 Méthodes de mesure

4.1 Méthode A

La méthode de mesure conformément à la série CEI 60444 est représentée par un schéma fonctionnel (y compris une capacité de charge), dispositif d'essai (pour les unités de composant pour montage en surface) avec valeurs additionnelles des résistances pour la valeur d'impédance élevée (réseau en PI normalisé 25 Ω) et des exigences de matériels pour une plage de fréquences comprise entre 10 kHz et 200 kHz.

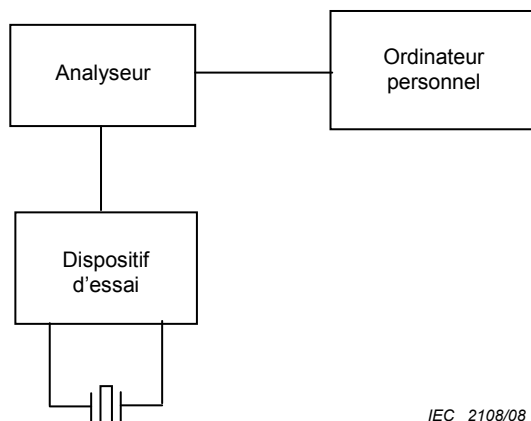
Dans le présent document, cette méthode de mesure est une méthode de mesure normalisée.

4.1.1 Analyseur de réseau vectoriel/analyseur d'impédance vectorielle

La méthode de mesure utilisant l'analyseur de réseau vectoriel ou l'analyseur d'impédance vectorielle est fondée sur la méthode suivante.

4.1.2 Schéma fonctionnel

La Figure 1 représente un schéma fonctionnel de la méthode de mesure utilisant l'analyseur de réseau vectoriel ou l'analyseur d'impédance vectorielle.



IEC 2108/08

Figure 1 – Schéma fonctionnel de la méthode de mesure utilisant l'analyseur de réseau vectoriel ou l'analyseur d'impédance vectorielle

4.1.3 Spécifications relatives à l'analyseur de réseau vectoriel/l'analyseur d'impédance vectorielle

Les spécifications relatives à l'analyseur d'impédance vectorielle sont illustrées dans le Tableau 1.

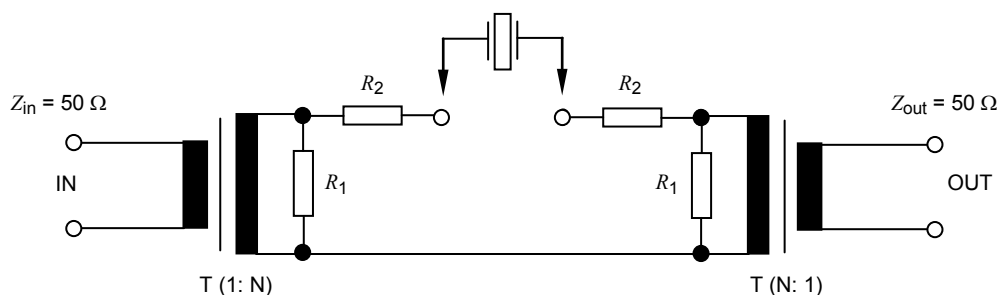
Tableau 1 – Spécifications relatives à l'analyseur de réseau vectoriel/l'analyseur d'impédance vectorielle

Points	Spécifications
Plage de fréquences	La plage de fréquences de l'équipement doit être comprise entre 10 kHz et 200 kHz.
Précision de la fréquence	1×10^{-6}
Précision de la résistance série	1 %
Plage ajustée au niveau du signal	$5 \text{ mV}_{\text{rms}} - 1 \text{ V}_{\text{rms}}$ ou $200 \text{ } \mu\text{A}_{\text{rms}} - 20 \text{ mA}_{\text{rms}}$
Parasites	40 dB max.
Autres	RC23C, LAN, etc.

4.1.4 Dispositif d'essai

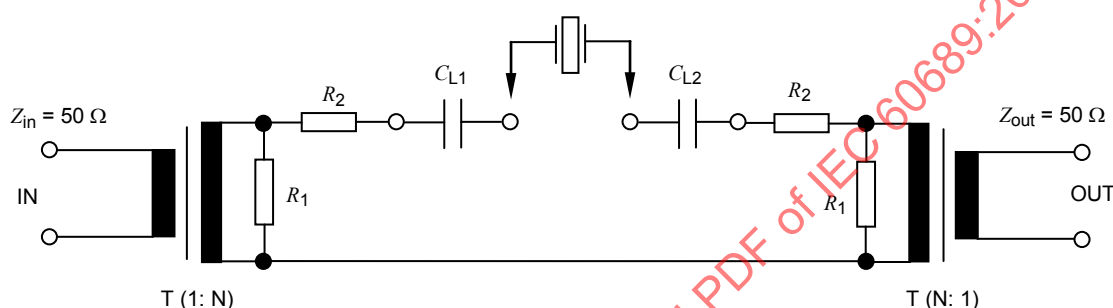
Un dispositif d'essai doit être utilisé. Ce dispositif d'essai doit être électriquement et mécaniquement compatible avec l'analyseur de réseau vectoriel ou l'analyseur d'impédance vectorielle utilisé.

La Figure 2 et la Figure 3 représentent les schémas fonctionnels du circuit équivalent du dispositif d'essai.



IEC 2109/08

Figure 2 – Schéma fonctionnel du dispositif d'essai



IEC 2110/08

Figure 3 – Schéma fonctionnel du dispositif d'essai
(y compris une capacité de charge)

La résistance série équivalente des résonateurs à quartz prend diverses valeurs selon la conception. Cette valeur de résistance varie dans les limites d'une plage comprise entre 1 kΩ et 100 kΩ. C'est pourquoi, la résistance série équivalente des résonateurs détermine R_1 et R_2 de manière appropriée. Il convient de déterminer ces valeurs par le biais d'un contrat avec le client. Étant donné qu'il s'agit de la plage de basses fréquences, la structure et le matériau du dispositif d'essai ne sont pas définis spécifiquement.

EXEMPLE: Chaque constante prend les valeurs suivantes dans les plages suivantes.

R_r est comprise entre 1 kΩ et 10 kΩ: $N_{TF} = 10\,000$, $R_1 = 49,5\text{ k}\Omega$, et $R_2 = 5,008\text{ M}\Omega$

R_r est comprise entre 10 kΩ et 20 kΩ: $N_{TF} = 17\,000$, $R_1 = 50\text{ k}\Omega$, et $R_2 = 15,000\text{ M}\Omega$

R_r est comprise entre 20 kΩ et 40 kΩ: $N_{TF} = 24\,000$, $R_1 = 50,464\text{ k}\Omega$, et $R_2 = 30\text{ M}\Omega$

R_r est comprise entre 40 kΩ et 70 kΩ: $N_{TF} = 33\,000$, $R_1 = 49,809\text{ k}\Omega$, et $R_2 = 55,008\text{ M}\Omega$

R_r est comprise entre 70 kΩ et 200 kΩ: $N_{TF} = 41$, $R_1 = 50,119\text{ k}\Omega$, et $R_2 = 85,008\text{ M}\Omega$

NOTE La structure et le matériau du dispositif d'essai sont déterminés par le biais d'un examen en règle.

4.1.5 Mesure des constantes de circuit équivalent

Les mesures de la résistance équivalente R_r , la fréquence de résonance f_r , la capacité dynamique C_1 , le facteur de qualité Q et la fréquence de résonance de charge f_L sont conformes à la série CEI 60444.

Le décalage de résonance à la charge entre la fréquence de résonance à la charge f_L et la fréquence de résonance f_r peut être calculé par les paramètres C_0 et C_1 au moyen de la formule suivante.

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

4.1.6 Entraînement en fréquence

4.1.6.1 Généralités

L'entraînement en fréquence doit compenser les déplacements de fréquence au moyen des éléments suivants:

- tolérances sur d'autres composants des circuits oscillateurs (par exemple, pour une montre);
- tolérance d'ajustement;
- vieillesse pendant la vie économique des circuits oscillateurs (par exemple pour une montre);
- déplacements de fréquence en raison de chocs et de vibrations.

4.1.6.2 Détermination alternative de la capacité dynamique C_1

La capacité dynamique C_1 peut être déterminée alternativement avec la différence de fréquence lorsque le résonateur est mesuré avec 2 capacités de charge différentes.

La capacité dynamique C_1 est déterminée par une mesure de fréquence, avec utilisation de deux capacités de charge C_{L1} et C_{L2} , connectées en série avec le résonateur (voir la Figure 3).

Lorsque:

$$\Delta C_L = C_{L2} - C_{L1}$$

$$\Delta f = f_{L1} - f_{L2}$$

$$\Delta f_1 = f_{L1} - f_r$$

$$\Delta f_2 = f_{L2} - f_r$$

$$f_r = \text{fréquence de résonance}$$

f_{L1} et f_{L2} sont les fréquences de résonance du résonateur connecté en série avec C_{L1} et C_{L2} respectivement.

On obtient donc

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

NOTE Les mesures correspondant à la capacité dynamique C_1 sont relativement longues à effectuer. Pour le contrôle qualité de production, on peut fixer une valeur de C_L et mesurer la variation de fréquence qui en résulte. Pour l'application horlogère, la dispersion de C_1 constitue également un facteur très important.

4.2 Méthode B

4.2.1 Généralités

L'utilisation de la méthode du pont est autorisée en tant que simple méthode de mesure. Cette simple méthode de mesure est autorisée uniquement pour la mesure de la fréquence.

4.2.2 Schéma fonctionnel

Les Figures 4 et 5 représentent les schémas fonctionnels du dispositif d'essai pour la méthode du pont. Chaque résistance est fondée sur un contrat avec un client.

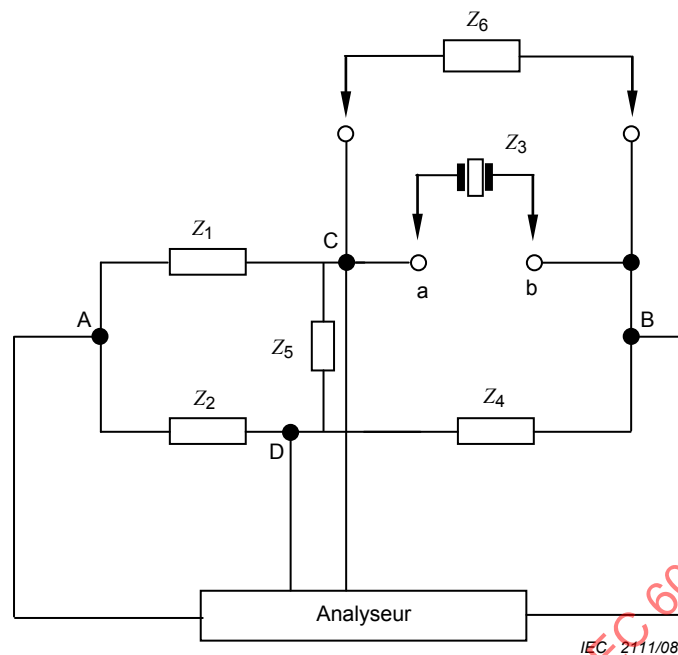


Figure 4 – Schéma fonctionnel du dispositif d'essai pour la méthode du pont

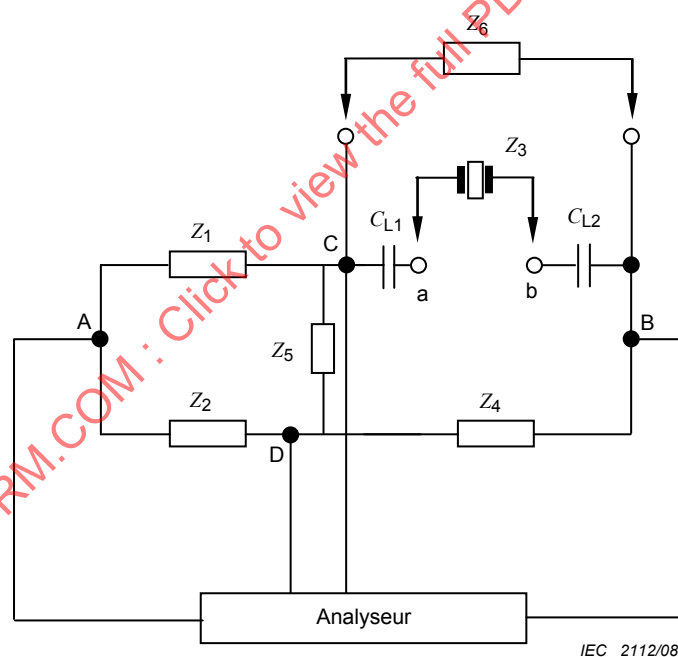


Figure 5 – Schéma fonctionnel du dispositif d'essai pour la méthode du pont
(y compris une capacité de charge)

4.2.3 Etalonnage

L'impédance normale Z_6 (résistance) est connectée entre les bornes CB. Cette impédance possède presque la même valeur que l'impédance série équivalente (résistance) des résonateurs à mesurer. Puis, la phase nulle et le niveau d'excitation de ce système de mesure sont déterminés.

4.2.4 Procédure

La procédure est la suivante:

- 1) après avoir terminé l'étalonnage initial, les résonateurs à mesurer sont connectés entre les bornes ab.

Lors de l'application de la capacité de charge C_L , un adaptateur de capacité de charge (C_{L1} et C_{L2}) est connecté entre les bornes CB. La relation entre C_{L1} et C_{L2} est donnée par l'équation (a);

$$C_{L1} = C_{L2} = 2 \cdot C_L \quad (a)$$

- 2) le signal provenant de l'analyseur est ajouté entre les bornes AB;
- 3) la fréquence dans l'analyseur varie. La phase entre les bornes CD est réglée à zéro. A ce moment, la fréquence est la fréquence de résonance série F_S ;
- 4) la résistance série équivalente R_r est donnée par l'Equation (b).

$$R_r = Z_3 = \frac{Z_1}{Z_2} Z_4 \quad (b)$$

NOTE 1 Lors de la modification de fréquence, la phase de l'analyseur varie. A ce moment, la phase entre les bornes CD n'est pas dans une situation d'équilibre. C'est pourquoi, elle n'est pas adaptée à une mesure d'une constante de circuit équivalent.

NOTE 2 Étant donné qu'il s'agit de la plage de basses fréquences, la structure et le matériau du dispositif d'essai ne sont pas définis spécifiquement. Ces derniers reposent sur un contrat avec le client.

NOTE 3 La structure et le matériau du dispositif d'essai sont déterminés par le biais d'un examen en règle.

NOTE 4 Cette méthode du pont peut s'appliquer à la méthode du pont automatique.

5 Conditions de mesure

5.1 Généralités

Un exemple typique est présenté ci-dessous.

Les conditions suivantes peuvent être modifiées par le biais d'un contrat entre le fabricant et les utilisateurs.

5.2 Conditions de mesure

Les conditions de mesure sont les suivantes:

- a) boîtier non relié à la terre;
- b) le dispositif d'essai ne doit appliquer aucune contrainte mécanique sur le résonateur pour éviter de provoquer des variations de fréquence;
- c) le synthétiseur doit comporter une résolution de fréquence d'au moins 10 MHz;
- d) température: voir la Figure 7; dans les conditions les plus défavorables (point d'inversion à 30 °C, mesure à 21 °C); la pente à T °C est d'environ $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$;
- e) capacité de charge C_L : il convient de décider de manière appropriée la tolérance sur la capacité de charge, de sorte que la variation de fréquence ne dépasse pas 10 % de la tolérance de fréquence (voir la CEI 60122-1).

C_{L1} et C_{L2} doivent être aussi près que possible du résonateur: la précision de la mesure en dépend.

- f) niveau de mesure (Méthode A):

lorsque seule la tension est donnée, la formule suivante peut être utilisée:

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

$$R_L = Z_3 = R_r \cdot \left(1 + \frac{C_0}{C_L}\right)^2$$

où

V est la valeur efficace de la tension aux bornes du résonateur, à la fréquence de résonance;

P est spécifié en 3.5.

g) niveau de mesure (Méthode B):

lorsque seule la tension est donnée, la formule suivante peut être utilisée:

$$P = \frac{V_3^2}{Z_3}$$

où

$Z_3 (R_r)$ est mesuré conformément à f);

V est la valeur efficace de la tension aux bornes du résonateur, à la fréquence de résonance;

P est spécifié en 3.5.

5.3 Mesure de l'influence fréquence-température

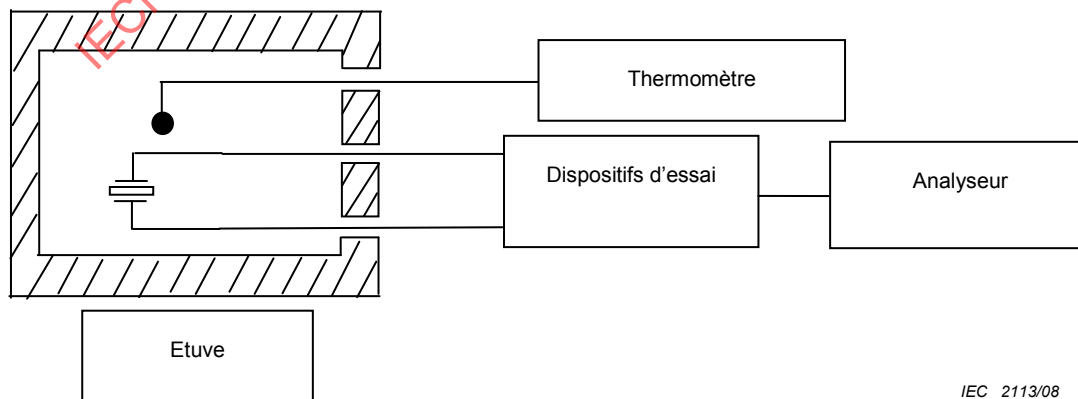
5.3.1 Généralités

L'utilisation de l'influence fréquence-température est autorisée en tant que simple méthode de mesure. Cette simple méthode de mesure est autorisée uniquement pour la mesure de la fréquence.

5.3.2 Schéma fonctionnel

La Figure 6 illustre le schéma fonctionnel de mesure de l'influence fréquence-température.

Un couple thermoélectrique ou un dispositif équivalent peut être utilisé pour un dispositif de thermomètre. Les dispositifs d'essai et l'analyseur sont utilisés pour la Méthode A (voir 4.1) ou la Méthode B (voir 4.2). Il est acceptable d'échanger ce système de mesure contre un système automatique de mesure par le biais d'un contrat entre le client et le fournisseur.



IEC 2113/08

Figure 6 – Schéma fonctionnel de mesure de l'influence fréquence-température