

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
122-2-1

Première édition  
First edition  
1991-07

---

---

**Quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence**

**Deuxième partie:**

Guide pour l'emploi des résonateurs à quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence –  
Section un: Résonateurs à quartz comme base de temps dans les microprocesseurs

**Quartz crystal units for frequency control and selection**

**Part 2:**

Guide to the use of quartz crystal units for frequency control and selection – Section one: Quartz crystal units for microprocessor clock supply

© CEI 1991 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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève Suisse  
Téléfax: +41 22 919 0300 e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

R

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

## SOMMAIRE

|   | Pages |
|---|-------|
| AVANT-PROPOS .....  | 4     |
| <b>Articles</b>   |       |
| 1 Domaine d'application .....   | 8     |
| 2 Généralités .....   | 8     |
| 3 Résonateurs à quartz pour microprocesseurs .....  | 8     |
| 3.1 Types de boîtiers .....   | 8     |
| 3.2 Gamme de fréquences et types de boîtiers des résonateurs à quartz<br>fonctionnant à la fréquence fondamentale ..... | 8     |
| 3.3 Paramètres du circuit électrique équivalent .....   | 10    |
| 3.4 Conditions de résonance indésirable .....   | 10    |
| 3.5 Gamme de décalage .....   | 14    |
| 4 Mesure de la fréquence de fonctionnement $f_w$ et des paramètres du circuit .....                                     | 26    |
| 4.1 Fréquence de fonctionnement $f_w$ .....   | 26    |
| 4.2 Détermination de $C_L$ et $C_{CI}$ .....  | 26    |
| 4.3 Détermination de $L_{CI}$ .....   | 28    |
| 5 Considérations pratiques de construction des circuits .....   | 28    |
| 5.1 Circuits inverseurs MOS à un étage .....  | 28    |
| 5.2 Circuits bipolaires à résonance série .....   | 30    |
| 6 Valeurs typiques des tolérances sur la fréquence de fonctionnement $f_w$ .....  | 32    |
| 7 Recommandations pour la connexion des résonateurs à quartz aux circuits intégrés .....                                | 36    |
| 7.1 Utilisation des circuits convertisseurs MOS à un étage .....  | 36    |
| 7.2 Utilisation des circuits bipolaires .....   | 38    |
| 8 Bibliographie .....   | 40    |

## CONTENTS

|  | Page |
|--|------|
| FOREWORD .....   | 5    |
| Clause   |      |
| 1 Scope .....  | 9    |
| 2 General .....  | 9    |
| 3 Crystal units for microprocessors .....  | 9    |
| 3.1 Types of enclosures .....  | 9    |
| 3.2 Frequency range and enclosure types of fundamental crystal units .....         | 9    |
| 3.3 Equivalent electrical parameters .....   | 11   |
| 3.4 Unwanted response conditions .....   | 11   |
| 3.5 Pulling range .....  | 15   |
| 4 Measurement of working frequency $f_w$ and circuit parameters .....              | 27   |
| 4.1 Working frequency $f_w$ .....  | 27   |
| 4.2 Determination of $C_L$ and $C_{1C}$ .....                                      | 27   |
| 4.3 Determination of $L_{1C}$ .....  | 29   |
| 5 Practical circuit design considerations .....                                    | 29   |
| 5.1 Single-stage inverter MOS circuits .....                                       | 29   |
| 5.2 Bipolar series resonance circuits .....  | 31   |
| 6 Typical values for working frequency $f_w$ tolerance .....                       | 33   |
| 7 Recommendations for the connection of crystal units to integrated circuits ..... | 37   |
| 7.1 Using single-stage inverter MOS circuits .....                                 | 37   |
| 7.2 Using bipolar circuits .....   | 39   |
| 8 Bibliography .....   | 40   |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### QUARTZ POUR LE CONTRÔLE ET LA SÉLECTION DE LA FRÉQUENCE

#### Deuxième partie: Guide pour l'emploi des résonateurs à quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence

#### Section un: Résonateurs à quartz comme base de temps dans les microprocesseurs

#### AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le 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.

Le présent guide a été établi par le Comité d'Etudes n° 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Il constitue la section un de la deuxième partie de la Norme CEI pour des résonateurs à quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence et couvre le guide d'emploi des résonateurs à quartz comme base de temps dans les microprocesseurs.

La Publication 122 de la CEI: Quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence, est composée des parties suivantes:

122-1: Première partie: Valeurs normalisées et conditions de mesures et d'essais (chapitres I et II);

122-2: Deuxième partie: Guide pour l'emploi des résonateurs à quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence (chapitre III);

122-3: Troisième partie: Encombrements normalisés et connexions des broches (chapitres IV et V).

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

---

**QUARTZ CRYSTAL UNITS FOR FREQUENCY CONTROL  
AND SELECTION****Part 2: Guide to the use of quartz crystal units for  
frequency control and selection****Section one: Quartz crystal units for  
microprocessor clock supply****FOREWORD**

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This guide has been prepared by IEC Technical Committee No. 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

It constitutes Section one of Part 2 of the IEC Standard for quartz crystal units for frequency control and selection and deals with the guide to the use of quartz crystal units for microprocessor clock supply.

IEC Publication 122: Quartz crystal units for frequency control and selection, comprises the following parts:

122-1: Part 1: Standard values and test conditions (Chapters I and II);

122-2: Part 2: Guide to the use of quartz crystal units for frequency control and selection (Chapter III);

122-3: Part 3: Standard outlines and pin connections (Chapters IV and V).

Le texte de ce guide est issu des documents suivants:

| Règle des Six Mois | Rapport de vote |
|--------------------|-----------------|
| 49(BC)199          | 49(BC)204       |

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

*Les publications suivantes de la CEI sont citées dans le présent guide:*

- Publications n<sup>os</sup> 122: Quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence.
- 122-1 (1976): Première partie: Valeurs normalisées et conditions de mesure et d'essais.
- 122-2 (1983): Deuxième partie: Guide pour l'emploi des résonateurs à quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence.
- 122-3 (1977): Troisième partie: Encombrements normalisés et connexions des broches.
- 444: Mesure des paramètres des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en  $\pi$ .
- 444-1 (1986): Première partie: Méthode fondamentale pour la mesure de la fréquence de résonance et de la résistance de résonance des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en  $\pi$ .
- 444-4 (1988): Quatrième partie: Méthode pour la mesure de la fréquence de résonance à la charge  $f_L$  et de la résistance de résonance à la charge  $R_L$  et pour le calcul des autres valeurs dérivées des quartz piézoélectriques, jusqu'à 30 MHz.

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

| Six Months' Rule | Report on Voting |
|------------------|------------------|
| 49(CO)199        | 49(CO)204        |

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

*The following IEC Publications are quoted in this guide:*

- Publication Nos. 122: Quartz crystal units for frequency control and selection.
- 122-1 (1976): Part 1: Standard values and test conditions.
- 122-2 (1983): Part 2: Guide to the use of quartz crystal units for frequency control and selection.
- 122-3 (1977): Part 3: Standard outlines and pin connections.
- 444: Measurement of quartz crystal unit parameters by zero phase technique in a  $\pi$ -network.
- 444-1 (1986): Part 1: Basic method for the measurement of resonance frequency and resonance resistance of quartz crystal units by zero phase technique in a  $\pi$ -network.
- 444-4 (1988): Part 4: Method for the measurement of the load resonance frequency  $f_L$ , load resonance resistance  $R_L$  and the calculation of other derived values of quartz crystal units, up to 30 MHz.

## **QUARTZ POUR LE CONTRÔLE ET LA SÉLECTION DE LA FRÉQUENCE**

### **Deuxième partie: Guide pour l'emploi des résonateurs à quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence**

#### **Section un: Résonateurs à quartz comme base de temps dans les microprocesseurs**

##### **1 Domaine d'application**

Le présent guide traite de certains problèmes spéciaux rencontrés lorsqu'on spécifie et utilise des résonateurs à quartz pour la commande de la fréquence avec des circuits oscillateurs intégrés habituellement incorporés dans les dispositifs au silicium des microprocesseurs. Ces problèmes spéciaux comprennent le retard de phase (habituellement non spécifié) et les paramètres parasites des dispositifs actifs qui résultent souvent du comportement imprévisible du circuit d'oscillateur. Ces applications entraînent habituellement une production en grande série et sont très sensibles non seulement en ce qui concerne la fiabilité, mais aussi le prix. Aussi, est-il important que non seulement le constructeur de circuit, mais aussi le fabricant de résonateurs à quartz soient conscients des problèmes et arrivent à une spécification mutuellement acceptable.

## **QUARTZ CRYSTAL UNITS FOR FREQUENCY CONTROL AND SELECTION**

### **Part 2: Guide to the use of quartz crystal units for frequency control and selection**

#### **Section one: Quartz crystal units for microprocessor clock supply**

##### **1 Scope**

This guide addresses some of the special problems encountered in specifying and using quartz crystal units for frequency control with the integrated circuit oscillators commonly incorporated on microprocessor silicon devices. The special problems include the (usually unspecified) phase delay and parasitic parameters of the active circuits which often result in unpredictable behaviour of the oscillator circuit. These applications commonly involve large volume manufacture and are very sensitive to both reliability and cost. Thus, it is important that both the circuit designer and the crystal manufacturer be aware of the problems and arrive at a mutually acceptable specification.