

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 314A

Première édition — First edition

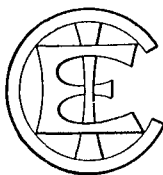
1971

Premier complément à la Publication 314 (1970)

Enceintes à température réglée pour les quartz

First supplement to Publication 314 (1970)

Temperature control devices for quartz crystal units



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 314A

Première édition — First edition

1971

Premier complément à la Publication 314 (1970)

Enceintes à température régulée pour les quartz

First supplement to Publication 314 (1970)

Temperature control devices for quartz crystal units



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
 CHAPITRE III: GUIDE D'EMPLOI DES ENCEINTES A TEMPÉRATURE RÉGULÉE POUR LES QUARTZ	
Articles	
1. Introduction	6
2. Domaine d'application	6
3. Utilisation des enceintes à température régulée pour les quartz	6
3.1 Introduction	6
3.2 Valeurs nominales et choix des éléments	8
3.3 Données techniques à fournir pour la commande	12
3.4 Notes sur l'installation et le câblage	14
4. Technologie des enceintes à température régulée	16
4.1 Possibilités fondamentales	16
4.2 Description des enceintes pour quartz	16
4.3 Mode de contrôle	18
BIBLIOGRAPHIE	20
FIGURES	21
ANNEXE A. — Caractéristiques qui doivent être spécifiées dans les feuilles particulières pour les enceintes pour quartz	26
ANNEXE B. — Explication des termes	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
 CHAPTER III: GUIDE TO THE USE OF TEMPERATURE CONTROL DEVICES FOR QUARTZ CRYSTAL UNITS	
Clause	
1. Introduction	7
2. Scope	7
3. Application of temperature control devices for crystal units	7
3.1 Introduction	7
3.2 Rating and selection	9
3.3 Ordering data	13
3.4 Notes on installation and wiring	15
4. Temperature control device technology	17
4.1 Fundamental possibilities	17
4.2 Layout of crystal ovens	17
4.3 Mode of control	19
BIBLIOGRAPHY	20
FIGURES	21
APPENDIX A. — Characteristics to be specified in article sheets for crystal ovens	27
APPENDIX B. — Explanation of terms	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PREMIER COMPLÉMENT A LA PUBLICATION 314 (1970)

ENCEINTES A TEMPÉRATURE RÉGULÉE POUR LES QUARTZ

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Études 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 cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

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

Elle comprend le chapitre III de la Publication 314 de la CEI.

Un projet de ce chapitre III fut discuté lors de la réunion tenue à Léninegrad en mai 1966, à la suite de laquelle un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1967. Afin de tenir compte des observations reçues, le projet fut révisé conformément à la décision prise par le Comité d'Études N° 49 pendant sa réunion tenue à Milan en juin 1968. Ce projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en janvier 1969.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du chapitre III:

Afrique du Sud	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pologne
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Iran	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 314 (1970)
TEMPERATURE CONTROL DEVICES FOR QUARTZ CRYSTAL UNITS

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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 49, Piezo-electric Devices for Frequency Control and Selection.

It forms Chapter III of IEC Publication 314.

A draft of Chapter III was discussed at the meeting held in Leningrad in May 1966, as a result of which a new draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1967. In view of the comments received during the voting period, the draft was reviewed in accordance with the decision taken by Technical Committee No. 49 during the meeting held in Milan in June 1968. This draft was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1969.

The following countries voted in favour of publication of Chapter III:

Australia	Italy
Belgium	Japan
Canada	Poland
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Iran	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom

PREMIER COMPLÉMENT A LA PUBLICATION 314 (1970)

ENCEINTES A TEMPÉRATURE RÉGULÉE POUR LES QUARTZ

CHAPITRE III: GUIDE D'EMPLOI DES ENCEINTES A TEMPÉRATURE RÉGULÉE POUR LES QUARTZ

1. Introduction

Ce chapitre a été établi pour répondre à la demande généralement exprimée tant par l'utilisateur que par le constructeur d'un guide d'emploi des enceintes à température régulée pour les quartz afin que ces enceintes puissent être utilisées au mieux.

Bien qu'il y ait d'autres dispositifs pouvant être utilisés pour le contrôle de la température du quartz en fonction de la variation prévue de la température ambiante, ce guide est limité aux enceintes à température régulée qui doivent stabiliser la température du quartz à une valeur prescrite.

Du fait même que les enceintes à température régulée de ce type ne compensent pas parfaitement les changements de température et qu'elles sont sujettes à certaines tolérances de production, leurs caractéristiques thermiques doivent être choisies avec un soin particulier pour chaque cas d'application en tenant compte de celles du quartz.

Il faut ajouter à cela que les caractéristiques électriques et mécaniques peuvent être très différentes suivant la conception de l'enceinte et qu'elles doivent être considérées avec un soin particulier afin de choisir l'enceinte la plus convenable.

2. Domaine d'application

Un chapitre de cette nature ne peut ni donner la théorie complète des enceintes à température régulée ni traiter tous les problèmes qui peuvent se présenter en pratique, mais il explique l'importance des caractéristiques principales des ETR et il montre comment elles déterminent les performances limites en fonction des caractéristiques du quartz.

Bien que quelques caractéristiques individuelles d'une enceinte à température régulée soient liées entre elles, certaines combinaisons des caractéristiques qui sont discutées dans ce guide sont impossibles à atteindre dans la pratique. Pour cette raison, on devrait utiliser au maximum les feuilles particulières existantes.

Les feuilles particulières normalisées, telles que celles, par exemple, de la Publication 314 de la CEI, ainsi que les spécifications nationales ou les feuilles de caractéristiques publiées par des constructeurs individuels, décrivent les produits qui sont sur le marché. L'ensemble de leurs caractéristiques est choisi de telle façon que la pièce soit utilisée pour le maximum d'applications. Une multiplicité de types ne différant que de peu l'un de l'autre n'est pas économique et restreint l'interchangeabilité; il faut préférer les types normalisés des enceintes à température régulée, d'autant plus que les quartz normalisés convenables sont plus faciles à approvisionner.

3. Utilisation des enceintes à température régulée pour les quartz

3.1 Introduction

La fonction de l'enceinte à température régulée est de maintenir un ou plusieurs quartz placés dans leur logement à une température spécifiée constante (voir figure 1, page 21). Indépendamment

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 314 (1970)

TEMPERATURE CONTROL DEVICES FOR QUARTZ CRYSTAL UNITS

CHAPTER III: GUIDE TO THE USE OF TEMPERATURE CONTROL DEVICES FOR QUARTZ CRYSTAL UNITS

1. Introduction

This Chapter has been compiled in response to a generally expressed desire on the part of both user and manufacturer for a guide to the use of temperature control devices for crystal units, so that these devices may be used to their best advantage.

Although devices are conceivable and may be of use which control the temperature of a crystal unit according to a prescribed function of the ambient temperature, the following is restricted to temperature control devices which should stabilize the temperature of the crystal unit at a prescribed value.

As even temperature control devices of this type do not perfectly smooth out the temperature variations and are subjected to certain production tolerances, their thermal characteristics must be carefully considered for each application in connection with those of the crystal unit.

In addition, there are electrical and mechanical characteristics which may be vastly different, depending on the design, and must be carefully considered in selecting a suitable temperature control device.

2. Scope

A Chapter of this nature cannot give a detailed introduction to the theory of temperature control devices, nor can all the problems encountered in practice be dealt with, but the importance of the principal characteristics of temperature control devices is explained, and it is shown how these characteristics determine the ultimate performance in conjunction with the characteristics of the crystal unit.

Since some individual characteristics of temperature control devices are inter-related, certain combinations of the characteristics discussed in this guide are impossible to achieve in practice. Existing article sheets should therefore be used as far as possible.

Standard article sheets such as, for instance, those of IEC Publication 314 or national specifications or data sheets issued by the individual manufacturers, quote products available on the market. The combination of their characteristics is chosen so that the product is fitted for as many applications as possible. Since a multiplicity of slightly different types is uneconomical and restricts interchangeability, preference should be given to the standard types of temperature control devices, especially since standard crystal units fitting them are readily available.

3. Application of temperature control devices for crystal units

3.1 Introduction

The function of a temperature control device is to keep one or more crystal units, located in its chamber, at a specified constant temperature (see Figure 1, page 21). Independently of the

des moyens utilisés pour la stabilisation de la température, on peut juger l'enceinte à température régulée par ses caractéristiques thermiques, électriques et mécaniques.

Dans la suite du texte, le terme général « enceinte à température régulée pour quartz » est abrégé par « ETR » et, comme les ETR les plus répandues stabilisent la température par un chauffage contrôlé, elles sont souvent nommées: « enceintes chauffantes pour quartz ».

3.2 Valeurs nominales et choix des éléments

3.2.1 Généralités

Les enceintes pour quartz présentent des variations de la température du logement du quartz (voir figure 2, page 22) qui, bien qu'elles soient petites, entraînent un changement correspondant de la fréquence du quartz placé dans l'enceinte.

Pour déterminer la tolérance sur la fréquence désirée, il est nécessaire de considérer l'ensemble des caractéristiques de l'enceinte pour quartz et du quartz associé. Pour cette raison, l'importance des caractéristiques principales de l'enceinte pour quartz et, si nécessaire, celles du quartz associé, sont expliquées ci-dessous.

En tenant compte des propriétés thermiques du quartz et de l'enceinte pour quartz, la variation relative de la fréquence est donnée en première approximation par le produit du changement de la température du logement du quartz par le coefficient fréquence-température (Tc_t) du quartz. Les changements de fréquence dus au vieillissement du quartz et de l'enceinte pour quartz doivent être pris en considération séparément.

La variation de la fréquence en fonction des changements de température est réduite au minimum si le point d'inversion (c'est-à-dire le maximum ou le minimum) de la courbe fréquence-température du quartz (voir la Publication 122-2 de la CEI: Quartz pour oscillateurs, Section trois: Guide d'emploi des quartz pour oscillateurs, paragraphe 3.4) coïncide avec la température de fonctionnement, c'est-à-dire, dans le cas des quartz à température contrôlée, coïncide avec la température moyenne du logement du quartz. Des exemples de relations entre les caractéristiques considérées sont montrés à la figure 3, page 23.

La courbe « a » de la figure 3a montre la caractéristique température-fréquence du quartz qui représente presque la plus petite variation de la fréquence et une position correspondante du point d'inversion pour des quartz à température non contrôlée dans une gamme de températures considérée. La courbe relative « a » de la figure 3c montre cependant une très grande variation quand le quartz fonctionne dans l'enceinte à température régulée à une température élevée.

La courbe « b » de la figure 3a montre la caractéristique fréquence-température idéale du quartz pour le fonctionnement dans l'enceinte pour quartz dont la caractéristique est montrée à la figure 3b. La courbe « b » de la figure 3c montre les performances améliorées, obtenues de ce quartz quand il fonctionne dans cette enceinte à température régulée.

Cependant, dans la pratique, le point d'inversion du quartz ne peut pas être fixé exactement à la température spécifiée. En plus, il y a des types de coupes de quartz dont le point d'inversion est limité à certaines gammes de températures. C'est pourquoi l'utilisateur des enceintes pour quartz doit envisager l'utilisation de quartz dont le coefficient température-fréquence (Tc_t) est inférieur à la valeur maximale spécifiée dans la gamme totale des variations de température du logement du quartz.

Une courbe typique pour un quartz de ce genre — correspondant aux meilleures conditions dans la pratique actuelle — est la courbe « c » de la figure 3. Compte tenu de la dispersion individuelle des quartz, il faut aussi prendre en considération la dispersion individuelle de la température moyenne du logement du quartz dans la production de série des ETR. Cet exemple montre que généralement un quartz bien conçu pour de larges gammes de températures ambiantes ne convient pas pour donner des résultats optimaux quand il fonctionne dans une ETR.

means used for temperature stabilization, a temperature control device can be assessed on the basis of its thermal, electrical and mechanical characteristics.

In the following text, the general term “temperature control device for crystal units” is abbreviated to “TCD” and as the most widely used TCDs stabilize the temperature by means of controlled heating, they are often referred to as: “crystal ovens”.

3.2 *Rating and selection*

3.2.1 *General*

Crystal ovens exhibit variations of the crystal chamber temperature (see Figure 2, page 22) which, though being small, involve a corresponding variation of the frequency of the crystal accommodated in the oven.

In order to meet a desired frequency tolerance, it is necessary that the characteristics of the crystal oven and the associated crystal are considered jointly. For this reason, the significance of the main characteristics of a crystal oven and, as far as necessary, those of the associated crystal are explained as follows.

Taking into account the thermal properties of the crystal unit and the crystal oven, the relative frequency variation of the crystal in the crystal oven is given, to a first approximation, by the product of the variation of the crystal chamber temperature and the temperature coefficient (Tc_f) of the crystal. Frequency variations due to ageing of the crystal unit and the crystal oven must be taken into account separately.

The frequency variation of the crystal unit resulting from temperature changes is minimized if the “turnover point” (i.e. maximum or minimum) of the frequency vs temperature curve of the crystal unit (see IEC Publication 122-2: Quartz Crystal Units for Oscillators, Section Three: Guide to the Use of Quartz Oscillator Crystals, Sub-clause 3.4) coincides with the operating temperature, i.e. in the case of temperature-controlled crystal units, coincides with the mean crystal chamber temperature. Examples of the dependence of the characteristics considered are shown in Figure 3, page 23.

Curve “a” of Figure 3a shows the frequency vs temperature characteristic of a crystal unit which presents an almost optimally small frequency variation and a suitable relative position of the turnover point for a non temperature-controlled crystal over the considered ambient temperature range. In Figure 3c, the related curve “a” reveals, however, a very large frequency variation when this crystal is operated at an elevated temperature in a crystal oven.

Curve “b” of Figure 3a shows the frequency vs temperature characteristic of a crystal which is ideal for operation in a crystal oven whose characteristic is given in Figure 3b. Curve “b” in Figure 3c shows the much improved performance obtained from this crystal when operated in this oven.

However, in practice, the crystal turnover point cannot be exactly positioned at a specified temperature. In addition, there are crystal cuts of a type for which the turnover point is restricted to certain temperature ranges. Therefore, the user of crystal ovens must consider the use of crystals whose temperature coefficient (Tc_f) is less than a specified maximum value over the total range of the variations of the crystal chamber temperature.

A typical curve for a crystal of this kind—which corresponds best to the conditions prevailing in actual practice—is curve “c” in Figure 3. Apart from the unit-to-unit spread of the crystal units, consideration must also be given to the unit-to-unit spread of the mean crystal chamber temperature within a production series of crystal ovens. This example shows that, in general, a crystal unit well designed for operation over wide ranges of ambient temperature is unlikely to give optimum results when it is operated in a TCD.

Dans les applications exigeant une stabilité de fréquence extrême, il faut considérer séparément les divers facteurs influant sur la température du logement du quartz.

3.2.2 *Facteurs influant sur la température du logement du quartz*

Le choix de la température nominale du logement du quartz dans l'enceinte pour quartz dépend de la gamme de températures de fonctionnement de l'enceinte pour quartz, qui diffère en général de la gamme de températures de fonctionnement spécifiée de l'appareillage. Il est nécessaire, par exemple, de choisir la température nominale des ETR qui fonctionnent par chauffage seul (voir aussi le paragraphe 4.1) un peu plus haute (par exemple de 5 °C) que la température de fonctionnement maximale prévue. La caractéristique de l'ETR définit la relation entre la température moyenne du logement du quartz et la température ambiante (voir figure 2, page 22).

La valeur de la température moyenne du logement du quartz de l'ETR spécifiée par l'utilisateur (température nominale du logement du quartz) ne peut être ajustée que dans la gamme préalablement déterminée de la tolérance d'étalonnage de température du logement du quartz.

De plus, il y a des variations de température du logement du quartz qui résultent :

- des variations de la température ambiante;
- des changements de la tension de fonctionnement;
- des phénomènes de vieillissement (principalement dus aux changements à long terme de l'élément thermo-sensible);
- du processus de régulation qui provoque souvent l'ondulation de la température du logement du quartz.

La tolérance d'étalonnage et la tolérance de vieillissement de la température moyenne du logement du quartz à 20 °C et à la tension nominale fixent la limite, d'une part, de l'écart fixe et, d'autre part, de la variation lente de la température nominale du logement du quartz.

Dans les applications exigeant une précision de fréquence particulière, l'influence de ces deux effets peut souvent être éliminée par un « recalage » périodique de la fréquence du quartz (voir Publication 122-2 de la CIEI, paragraphe 3.6.3).

3.2.2.1 *Variation de la température moyenne du logement du quartz dans la gamme de températures de fonctionnement*

En fait, l'effet de la variation de la température moyenne du logement du quartz dans la gamme de températures de fonctionnement sur la fréquence ne peut pas être éliminé. La variation de la température moyenne du logement du quartz dans la gamme de températures ambiantes est approximativement le quotient de la gamme de températures de fonctionnement par le facteur de réduction ou le produit de la gamme de températures de fonctionnement par le coefficient de contrôle de l'enceinte pour quartz (« le coefficient de contrôle » est l'inverse du « facteur de réduction »). En calculant de cette façon la variation de la température moyenne du logement du quartz dans la gamme de températures de fonctionnement, il faut noter que le facteur de réduction de l'enceinte pour quartz dépend généralement de la position du point de fonctionnement de l'enceinte dans la gamme de températures de fonctionnement. Le signe algébrique du facteur de réduction peut être positif, négatif ou alterné, (voir figure 2, page 22 et paragraphe 4.3.1).

3.2.2.2 *Ondulation de la température du logement du quartz*

L'ondulation de la température du logement du quartz est une propriété dont il est impossible de tirer une conclusion directe en ce qui concerne la variation résultante de la fréquence du quartz. L'espace d'air entre la surface contrôlée et le boîtier du quartz ainsi que l'espace du gaz (ou même l'espace sous vide) entre la paroi du boîtier et l'élément du quartz fonctionnent comme un double système thermique de filtre en combinaison avec les capacités thermiques du boîtier et d'élément du quartz. L'atténuation de l'ondulation de la température par ce système de filtre est d'autant meilleure que la cadence de coupure est plus élevée.