

S. CAFFONT

# MANUEL TECHNIQUE RESONATEURS ET OSCILLATEURS A QUARTZ

EDITION 1987

**RTC**

**LUNDI 24 AOÛT 1987**

**RTC - COMPELEC**

**117, quai du Pdt Roosevelt - BP 75  
92134 ISSY-LES-MOULINEAUX CEDEX**

Tél. (1) 40 93 80 00 - Telex 204 738 - Télécopie (1) 40 93 81 27

130, AVI

DEX 11

## **sommaire**

- **collection des manuels techniques**
- **table des matières**
- **résonateurs à quartz**
  - **généralités**
  - **usage général ou industriel**
  - **usage professionnel**
- **oscillateurs à quartz**



# COLLECTION MANUELS TECHNIQUES

Nos manuels techniques rassemblent, par groupe de produits, toutes les notices techniques valables à la date de la publication et sont remis à jour et réédités périodiquement.

Ils sont répartis en quatre séries :

**SEMICONDUCTEURS** ..... Référence **SC**

**CIRCUITS INTEGRES** ..... Référence **CI**

**TUBES PROFESSIONNELS** ..... Référence **TP**

**MATERIAUX — SOUS—ENSEMBLES et AUTRES COMPOSANTS** Référence **CM\***

Chaque référence est suivie d'un numéro d'ordre de parution et de la date d'édition. Vous trouverez ci-après les titres des volumes déjà parus et/ou à paraître prochainement. Renseignez-vous auprès de vos correspondants R.T.C. pour savoir si le présent manuel est bien le dernier paru.

*\* (remplaçant la série MCSE)*

# SEMICONDUCTEURS

<b>SC 1</b>	<b>DIODES</b>
<b>SC 2</b>	<b>TRANSISTORS PETITS SIGNAUX BIPOLAIRES ET A EFFET DE CHAMP</b>
<b>SC 2a</b>	<b>TRANSISTORS PETITS SIGNAUX</b>
<b>SC 2b</b>	<b>TRANSISTORS A EFFET DE CHAMP (T.E.C.)</b>
<b>SC 3</b>	<b>TRANSISTORS MICRO-ONDES C.W.</b>
<b>SC 4</b>	<b>SEMICONDUCTEURS POUR MONTAGE EN SURFACE CMS</b>
<b>SC 5</b>	<b>DIODES DE PUISSANCE – THYRISTORS – TRIACS</b>
<b>SC 6</b>	<b>TRANSISTORS DE PUISSANCE</b>
<b>SC 7a</b>	<b>OPTOELECTRONIQUE I : EMETTEURS RECEPTEURS IR/TFO</b>
<b>SC 7b</b>	<b>OPTOELECTRONIQUE II : DIODES ELECTROLUMINESCENTES/PHOTOCOUPLEURS</b>
<b>SC 8</b>	<b>TRANSISTORS ET MODULE LARGE BANDE</b>
<b>SC 9</b>	<b>TRANSISTORS ET MODULES D'EMISSION R.F.</b>
<b>SC 10</b>	<b>GAMME STANDARD DES AFFICHEURS A CRISTAUX LIQUIDES VIDELEC</b>
<b>SC 11</b>	<b>TRANSISTORS MICRO-ONDES PULSES</b>
<b>SC 12</b>	<b>TRANSISTORS MOS DE PUISSANCE</b>

## CIRCUITS INTEGRÉS

- CI 1a**  
**CI 1b**      CIRCUITS INTEGRÉS BIPOLAIRES POUR APPLICATIONS VIDEO
- CI 2**      CIRCUITS INTEGRÉS BIPOLAIRES POUR APPLICATIONS AUDIO—RADIO
- CI 3**      SERIE HE 4000 B — LOCMOS
- COMPOSANTS POUR TELEPHONIE
- FAMILLE STANDARD ECL 10K—100K
- MICROPROCESSEURS — MICRO—ORDINATEURS CIRCUITS PERIPHERIQUES
- 68000 : MICROPROCESSEURS ET PERIPHERIQUES
- CIRCUITS LOGIQUES CMOS RAPIDE
- Signetics LOGIQUE TTL
- Signetics LOGIQUE TTL FAST\*
- Signetics MEMOIRES BIPOLAIRES
- Signetics CIRCUITS PLD
- Signetics CIRCUITS LINEAIRES LSI

\* marque déposée Fairchild

# TUBES PROFESSIONNELS

<b>TP 1</b>	PHOTOMULTIPLICATEURS ET CELLULES PHOTOEMISSIVES
<b>TP 2</b>	TUBES DE PRISE DE VUES
<b>TP 3</b>	TUBES D'EMISSION
<b>TP 4</b>	CIRCULATEURS — ISODUCTEURS — ISOLATEURS
<b>TP 5</b>	INTENSIFICATEURS D'IMAGE ET DETECTEURS D'INFRAROUGE
<b>TP 6</b>	MULTIPLICATEURS D'ELECTRONS
<b>TP 7</b>	TUBES A RAYONS CATHODIQUES

## MATERIAUX — SOUS-ENSEMBLES ET AUTRES COMPOSANTS

<b>MCSE 1</b>	CIRCUITS HYBRIDES STANDARD
<b>CM 2a</b>	FERRITES DOUX FXC (Pots FP — Circuits RM — Noyaux X)
<b>CM 2b</b>	FERRITES DOUX FXC (Alimentation à découpage — Antiparasitage — Audio-vidéo)
<b>CM 4</b>	RESISTANCES NON LINEAIRES — THERMISTANCES CTP CTN — VARISTANCES
<b>CM 5</b>	CONDENSATEURS ET RESISTANCES POUR MONTAGE EN SURFACE
<b>CM 6</b>	CONDENSATEURS
<b>CM 7</b>	CERAMIQUES PIEZOELECTRIQUES PXE
<b>CM 8</b>	COMPOSANTS BOBINES POUR ALIMENTATION A DECOUPAGE
<b>CM 9</b>	AIMANTS PERMANENTS
<b>CM 10</b>	VISUALISATION MONOCHROME
<b>CM 11</b>	COMPOSANTS BOBINES POUR VISUALISATION COULEUR
<b>CM 12</b>	VISUALISATION COULEUR
<b>CM 13</b>	RESONATEURS ET OSCILLATEURS A QUARTZ

# table des matières

	Page
• <b>RESONATEURS A QUARTZ — GENERALITES —</b> .....	11
<b>INTRODUCTION</b> .....	13
<b>TERMES ET DEFINITIONS</b> .....	15
<b>PROPRIETES ELECTRIQUES ET FONCTIONNEMENT</b> .....	17
Circuit équivalent d'un quartz .....	17
Capacité de charge et décalage de fréquence .....	17
Niveau d'excitation .....	20
Caractéristiques fréquence/température .....	20
Avantages des enveloppes de verre .....	20
Vieillessement .....	25
Comportement d'un quartz dans un oscillateur .....	25
<b>METHODES DE MESURE</b> .....	29
Méthode passive sur circuit en $\pi$ (CEI) .....	29
<b>QUARTZ UTILISES COMME CAPTEUR DE TEMPERATURE</b> .....	31
<b>COMMENT DEFINIR UN QUARTZ</b> .....	33
<b>MARQUAGE</b> .....	33
<b>LES BOITIERS</b> .....	35
• <b>RESONATEURS A QUARTZ</b> — <b>USAGE GENERAL OU INDUSTRIEL</b> — .....	39
<b>Notices techniques</b>	
Modèle Q143 (usage général ou industriel - boîtier RW-43) .....	41
Modèle Q53 (usage industriel ou semi-professionnel - boîtier RW-43) ..	47
Modèle Q146 (capteur digital de température, précis et économique) ..	49
• <b>RESONATEURS A QUARTZ</b> — <b>USAGE PROFESSIONNEL</b> — .....	51
<b>GENERALITES</b> .....	53
Tableau de sélection .....	53



	Page
Caractéristiques générales . . . . .	54
Marquage . . . . .	54
Appellation commerciale . . . . .	54
Tableau d'équivalence modèle UTE/modèle RTC . . . . .	55
 <b>Notices techniques</b>	
Modèle Q149 . . . . .	57
Modèle Q152 . . . . .	59
Modèle Q15201241 . . . . .	61
Modèle Q154 . . . . .	63
Modèle Q155 . . . . .	67
Modèle Q156 . . . . .	71
Modèle Q159 . . . . .	73
Modèle Q15900001 . . . . .	75
Modèle Q160 . . . . .	77
Modèle Q161 . . . . .	79
Modèle Q162 . . . . .	81
Modèle Q165 . . . . .	83
Modèle Q166 . . . . .	85
Modèle Q167 . . . . .	87
Modèle Q168 . . . . .	89
 <b>• OSCILLATEURS A QUARTZ . . . . .</b>	
<b>INTRODUCTION . . . . .</b>	<b>91</b>
<b>INTRODUCTION . . . . .</b>	<b>93</b>
<b>TERMES ET DEFINITIONS . . . . .</b>	<b>95</b>
<b>I. LES OSCILLATEURS EN BOITIER DIL . . . . .</b>	<b>97</b>
Gamme "XO" . . . . .	99
Essais et procédures . . . . .	100
Boîtiers . . . . .	101
 <b>Notices techniques</b>	
<b>Série TTL</b>	
Modèles XO5840/50/60/70 (boîtier DIL-14) . . . . .	103
Modèles XOS5460 - XOS5460/S (boîtier DIL-8, radial et CMS) . . . . .	105
 <b>Série CMOS</b>	
Modèles XOC6840/50/60/70 (boîtier DIL-14) . . . . .	107
Modèles XOCS6460 - XOCS6460/S (boîtier DIL-8, radial et CMS) . . . . .	109
 <b>Série ECL</b>	
Modèle XOE7860 (boîtier DIL-14) . . . . .	111

	Page
<b>II. LES OSCILLATEURS COMMANDES EN TENSION (V.C.X.O.)</b>	113
Modèle VO199 (DIL-14) . . . . .	115
<b>III. LES OSCILLATEURS COMPENSES EN TEMPERATURE (T.C.X.O. — D.T.C.X.O.)</b>	119
<b>Oscillateurs à compensation analogique : T.C.X.O.</b>	
Généralités . . . . .	121
— Description et fonctionnement . . . . .	121
— Utilisation d'un T.C.X.O. . . . .	122
T.C.X.O. pour applications civiles et professionnelles . . . . .	123
— Gamme de produits . . . . .	123
— Appellation commerciale . . . . .	124
— Marquage . . . . .	124
— Boîtier . . . . .	125
— Essais et procédures . . . . .	126
— Modèles D100 - C200 . . . . .	127
— Modèles D100X - C200X . . . . .	129
— Modèles D100Y - C200Y . . . . .	131
T.C.X.O. pour applications militaires et aéronautiques (nous consulter)	
<b>Oscillateurs à compensation numérique : D.T.C.X.O.</b>	
Généralités . . . . .	133
Modèle O198 . . . . .	135



# **résonateurs à quartz**

## **généralités**



# INTRODUCTION

Un résonateur à quartz se compose d'une lame de quartz partiellement recouverte de ses électrodes et montée dans un boîtier hermétiquement scellé muni de broches ou de fils de connexion.

Un résonateur à quartz est une lame résonnante qui utilise l'effet piézoélectrique pour son association à des circuits électriques. Les propriétés spécifiques du quartz en font un dispositif unique pour la génération et le contrôle de fréquences précises et stables. Bien que les propriétés du quartz (coefficient de température, vieillissement, haut facteur de surtension) soient très stables, les performances générales d'un résonateur à quartz sont largement dépendantes de l'environnement et des circuits électriques associés. Aussi, pour toute application particulière, il est vivement recommandé de consulter le fabricant du quartz dès le premier stade du projet.

Les quartz sont généralement taillés en bâtonnets ou en lames. Les dimensions des ces éléments, ainsi que l'orientation de la coupe par rapport aux axes du cristal déterminent leurs caractéristiques. Les dimensions sont telles que la fréquence de résonance mécanique soit égale à la fréquence électrique recherchée. Il existe un nombre important de possibilités de taille, mais celle dont l'orientation offre le meilleur compromis est la coupe AT. La gamme de fréquences qui peut être couverte est de 1 à 250 MHz, mais dans la pratique, la gamme de 1,8 à 125 MHz est la plus utilisée. Le quartz peut osciller à la fréquence du mode fondamental de vibration, ou à celles des modes partiels 3,5 ou plus.

Plusieurs autres types de coupe permettent l'utilisation des cristaux de quartz comme capteurs de température.

## **Note :**

Sauf indication contraire, toutes les dimensions sont données en mm.



# TERMES ET DEFINITIONS

## (selon publication CEI-122-1)

<b>Fréquence de résonance (<math>f_r</math>)</b>	La plus basse des deux fréquences du quartz seul, dans des conditions spécifiées, pour laquelle le quartz est équivalent à une résistance pure.
<b>Fréquence d'antirésonance (<math>f_a</math>)</b>	La plus haute des deux fréquences du quartz seul, dans des conditions spécifiées, pour laquelle le quartz est équivalent à une résistance pure.
<b>Fréquence de résonance avec capacité de charge <math>C_L</math> (<math>f_L</math>)</b>	Une des deux fréquences du quartz associé à une capacité de charge série ou parallèle, dans des conditions spécifiées, pour laquelle la combinaison est équivalente à une résistance pure. Cette fréquence est la plus basse des deux fréquences lorsque la capacité de charge est en série et la plus haute lorsqu'elle est en parallèle (voir fig. 2). Pour la valeur spécifiée de la capacité de charge $C_L$ , ces fréquences sont identiques pour toutes les applications pratiques, ( $C_L$ en série ou en parallèle), et sont données par :
	$\frac{1}{f_L} = 2\pi \sqrt{\frac{L_1 C_1 (C_0 + C_L)}{C_1 + C_0 + C_L}}$
<b>Fréquence nominale (<math>f_n</math>)</b>	Fréquence prescrite par la spécification du quartz.
<b>Fréquence de fonctionnement (<math>f_w</math>)</b>	Fréquence de fonctionnement d'un quartz avec ses circuits associés.
<b>Tolérance globale de fréquence</b>	Ecart maximal admissible entre la fréquence de fonctionnement du quartz et sa fréquence nominale produit par une cause déterminée ou par une combinaison de causes.
<b>Précision de calage</b>	Ecart admissible de la fréquence nominale à la température de référence, dans des conditions spécifiées.
<b>Tolérance de vieillissement</b>	Ecart admissible dû au seul facteur temps, dans des conditions spécifiées.
<b>Tolérance de fréquence dans la gamme de température</b>	Ecart admissible de la fréquence dans la gamme de température, vis à vis de la fréquence à la température de référence spécifiée.
<b>Tolérance due à la variation du niveau d'excitation</b>	Ecart admissible dû à la variation du niveau d'excitation.
<b>Gamme de température de fonctionnement</b>	Gamme des températures mesurées sur le boîtier et dans laquelle le quartz doit satisfaire aux tolérances spécifiées.
<b>Gamme de température de service</b>	Gamme des températures mesurées sur le boîtier et dans laquelle le quartz doit pouvoir fonctionner, mais sans nécessairement satisfaire à toutes les tolérances spécifiées.



<b>Température de référence</b>	Température à laquelle certaines mesures sont faites sur le quartz. Pour les quartz utilisés en température contrôlée, la température de référence est le point milieu de la gamme de température contrôlée. Pour les quartz utilisés en température non contrôlée, la température de référence est habituellement de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .
<b>Résistance série (<math>R_r</math>)</b>	Résistance du quartz seul à la fréquence de résonance $f_r$ .
<b>Résistance effective (<math>R_L</math>)</b>	Résistance du quartz en série avec une capacité externe $C_L$ conditionnant la fréquence de résonance avec capacité de charge $C_L$ . <b>Note :</b> La valeur de $R_L$ est liée à la valeur de $R_r$ par l'expression suivante :
	$R_L = R_r \left(1 + \frac{C_0}{C_L}\right)^2$
<b>Niveau d'excitation</b>	Mesure des conditions de fonctionnement du quartz en fonction de la puissance dissipée. <b>Note :</b> Dans les cas spéciaux, le niveau d'excitation peut être exprimé par le courant dans le quartz ou la tension aux bornes du quartz.
<b>Résonance indésirable</b>	Etat de résonance d'un quartz autre que celui associé à la fréquence de fonctionnement.
<b>Capacité de charge <math>C_L</math></b>	Capacité externe effective associée au quartz et qui conditionne la fréquence de résonance avec capacité de charge $C_L$ .
<b>Vieillessement (variation à long terme des paramètres)</b>	Relation qui existe entre des paramètres quelconques (par exemple, la fréquence de résonance) et le temps. <b>Note :</b> Cette variation des paramètres est due à des modifications à long terme du quartz et est habituellement exprimée sous forme fractionnaire pour un laps de temps donné ( $\times 10^{-6}/\text{an}$ , par exemple).
<b>Capacité dynamique <math>C_1</math></b>	Capacité de la branche dynamique ou motionnelle (série) du circuit équivalent.
<b>Inductance dynamique <math>L_1</math></b>	Inductance de la branche dynamique (série) du circuit équivalent.

# PROPRIETES ELECTRIQUES ET FONCTIONNEMENT

## CIRCUIT EQUIVALENT D'UN QUARTZ

Un quartz peut être représenté par un circuit électrique équivalent, ayant même impédance au voisinage le plus proche de la fréquence de résonance. Il est généralement constitué d'une inductance, d'une capacité et d'une résistance série dans une branche, elle-même shuntée par la capacité apparaissant entre les bornes du quartz. Les paramètres de la branche série, c'est-à-dire l'inductance, la capacité et la résistance, sont habituellement  $L_1$ ,  $C_1$  et  $R_1$  respectivement. La capacité parallèle est exprimée par  $C_0$ . Le circuit équivalent est représenté par la figure 1 ci-dessous.

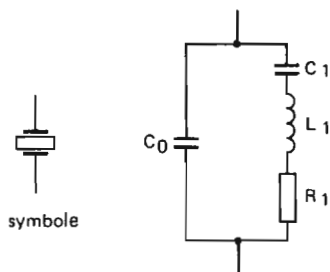


Fig. 1 — Circuit équivalent d'un quartz

Les paramètres de la branche série sont appelés "paramètres dynamiques" du quartz. Le paramètre  $C_0$  est appelé "capacité parallèle".

Le circuit équivalent présente deux fréquences de résonance pour lesquelles l'impédance électrique est résistive : la "fréquence de résonance  $f_r$ " et la "fréquence d'antirésonance  $f_a$ ". La résistance du circuit équivalent à la fréquence de résonance  $f_r$  est appelée "résistance série  $R_r$ ".

Lorsque  $R_1 \ll \frac{1}{\omega C_0}$ , les relations suivantes peuvent s'appliquer :

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}} \quad (1)$$

$$f_a = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \frac{C_1 C_0}{C_1 + C_0}}} \quad (2)$$

$$R_r = R_1 \quad (3)$$

## CAPACITE DE CHARGE ET DECALAGE DE FREQUENCE

Lors de la fabrication d'un quartz, la fréquence désirée ne pourra être obtenue qu'avec une précision limitée. Dans un oscillateur, il est donc nécessaire d'introduire une capacité de charge  $C_L$  pour permettre d'ajuster la fréquence de fonctionnement  $f_w$  à la fréquence nominale. La figure 2 représente le circuit équivalent (2a), avec une capacité de charge connectée soit en série (2b), soit en parallèle (2c). Chacun des montages b et c présente deux fréquences de résonance pour lesquelles l'impédance du circuit est résistive. La plus basse de ces deux fréquences, lorsque la capacité de charge est connectée en série, et la plus élevée, lorsqu'elle est en parallèle, sont appelées "fréquence de résonance avec capacité de charge  $C_L$ ". A la fréquence  $f_L$ , dans le montage série, la résistance est appelée "résistance effective  $R_L$ ".

Pour  $R_1 \ll 1/\omega C_0$ :

$$f_L = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \frac{C_1(C_0 + C_L)}{C_1 + (C_0 + C_L)}}} \quad (4)$$

$$R_L = R_r \left(1 + \frac{C_0}{C_L}\right)^2 \quad (5)$$

Ainsi, pour une valeur de  $C_L$ , la fréquence de résonance  $f_L$  est la même, que ce soit dans le montage série ou dans le montage parallèle.

\* Dans le cas du montage avec  $C_L$  parallèle, la résistance de résonance à la charge est donnée par :

$$R_p = \frac{1}{R_1 \cdot \omega_r^2 (C_0 + C_L)^2}$$

Pendant, dans la pratique, le montage (2c) s'utilise rarement dans un oscillateur.

Deux paramètres peuvent être obtenus à partir de l'équation (4) :  $\Delta f$  (qui est la différence entre la **fréquence de résonance avec capacité de charge  $C_L$**  et la fréquence de résonance  $f_r$ ) et "S" qui est la "sensibilité de fréquence relative", c'est à dire la variation relative de la fréquence en fonction de la variation de la capacité de charge.

#### Décalage de la fréquence de résonance $\Delta f$

$$\Delta f = f_L - f_r \quad (6)$$

$f_L$  étant définie par l'équation (4), la valeur de  $\Delta f$  est donc :

$$\Delta f = \frac{1}{2} f_r \frac{C_1}{C_0 + C_L} - \frac{\Delta f^2}{2 f_s} \quad (7)$$

soit, en négligeant les pertes dans le quartz, une valeur approximative :

$$\Delta f = \frac{1}{2} f_r \frac{C_1}{C_0 + C_L} \quad (8)$$

Dans la plupart des cas, l'erreur est négligeable et l'équation (8) permet de simplifier calculs et méthodes de mesure.

#### Sensibilité de fréquence relative S

$$S = \frac{1}{f_L} \left( \frac{\delta f}{\delta C_L} \right)_{f=f_L} = + \frac{1}{f_L} \cdot \frac{\delta \Delta f}{\delta C_L} \quad (9)$$

$\Delta f$  étant défini par l'équation (8),

$$S = - \frac{1}{2} f_r \frac{C_1}{(C_0 + C_L)^2} \cdot \frac{1}{f_L} \quad (10)$$

soit une valeur approximative :

$$S = - \frac{C_1}{2(C_0 + C_L)^2} \quad (11)$$

#### Valeurs normalisées des capacités de charge

Les valeurs normalisées des capacités de charge pour les quartz fonctionnant sur le mode fondamental sont :

20 pF, 30 pF, 50 pF et 100 pF.

Note : Dans certains pays, la valeur de 32 pF est encore utilisée, mais elle ne doit pas être considérée comme valeur normalisée et son utilisation n'est pas recommandée.

Dans quelques cas particuliers, des valeurs de capacité de charge de 8, 12 ou 15 pF peuvent être utilisées pour des quartz fonctionnant en mode fondamental.

Les quartz fonctionnant sur un mode partiel sont le plus souvent utilisés en résonance série. Dans le cas où une capacité de charge est nécessaire, sa valeur doit être choisie parmi les valeurs suivantes :

8 pF, 12 pF, 15 pF, 20 pF et 30 pF.

La sensibilité de fréquence relative  $S$ , exprimée en  $10^{-6}/\text{pF}$  mesure bien la sensibilité de la fréquence en fonction des variations de la capacité de charge autour de la fréquence de fonctionnement.

Les courbes de la figure 3 représentent le décalage de la fréquence  $\Delta f$  par rapport à la fréquence de résonance et la sensibilité de fréquence relative  $S$  en fonction de la capacité de charge, pour deux quartz ayant une valeur de  $C_1$  différents.

Il est à noter qu'une tolérance de 0,5 pF sur une capacité de charge de 20 pF peut entraîner une erreur de  $\pm 11.10^{-6}$ .

	Quartz (a)	Quartz (b)	Unité
$f_r$	10000,000	10000,000	kHz
$C_0$	5	2	pF
$C_1$	28	5,6	fF
$C_L$	20	20	pF
$f_L$	10005,600	10001,273	kHz
$S$	-22,4	-5,79	$10^{-6}/\text{pF}$

Ci-dessous sont indiquées, à titre d'exemple, les valeurs spécifiées et sous certaines conditions, celles mesurées de  $\Delta f$  et  $S$  pour le quartz (a).

Fréquence nominale	$f_n = f_L = 10000,00 \text{ kHz}$	
Capacité de charge nominale	$C_L = 20 \text{ pF}$	
	<u>valeur spécifiée</u>	<u>valeur mesurée</u>
$\Delta f$	5,600 kHz	5,700 kHz
$S$	$-22 \pm 2 \times 10^{-6}/\text{pF}$	$-22,4 \times 10^{-6}/\text{pF}$

## NIVEAU D'EXCITATION

La puissance dissipée dans un quartz est appelée "niveau d'excitation" et s'exprime habituellement en mW. Les caractéristiques du quartz dépendent de façon presque négligeable du niveau d'excitation lorsque celui-ci est situé dans une plage de  $10^{-12}$  à  $10^{-3}$  W. Par contre, elles ont tendance à varier, lorsque le niveau d'excitation devient supérieur à 0,5 mW. C'est pour cette raison que les caractéristiques du quartz sont spécifiées à un niveau de 0,5 mW.

### Niveaux d'excitation réduits

Lorsqu'un oscillateur est mis en route, il existe au début un certain bruit dans le circuit, dont la puissance est de l'ordre de  $10^{-16}$  W, selon la conception du circuit et les composants utilisés. A partir de ce niveau, la puissance d'oscillation augmente progressivement d'environ 12 décades jusqu'à sa valeur maximale. A des niveaux de puissance très bas, qui apparaissent au cours de la montée en oscillation, la résistance de résonance  $R_r$  peut augmenter sensiblement. Par conséquent, pour éviter des problèmes de démarrage, l'oscillateur doit avoir un gain de boucle suffisant. Une règle approximative conseille une résistance négative égale à trois fois la résistance série  $R_r$  max. pour éviter tout problème.

### Niveaux d'excitation élevés

Pour des applications nécessitant une grande stabilité, il est nécessaire d'utiliser des niveaux d'excitation de  $5\mu\text{W}$  à 0,5 mW. Cependant, il faut éviter de dépasser 0,5 mW. Des niveaux d'excitation très élevés (supérieurs à 5 mW par exemple) risqueraient de modifier sérieusement le comportement du quartz.

## CARACTERISTIQUES FREQUENCE/TEMPERATURE

Les variations de la fréquence en fonction de la température peuvent être représentées par une courbe : la courbe caractéristique de dérive. Dans le cas de quartz de coupe AT, la caractéristique est très proche d'une courbe du 3<sup>ème</sup> degré. Alors que, pour d'autres types de coupe, elle est de forme parabolique.

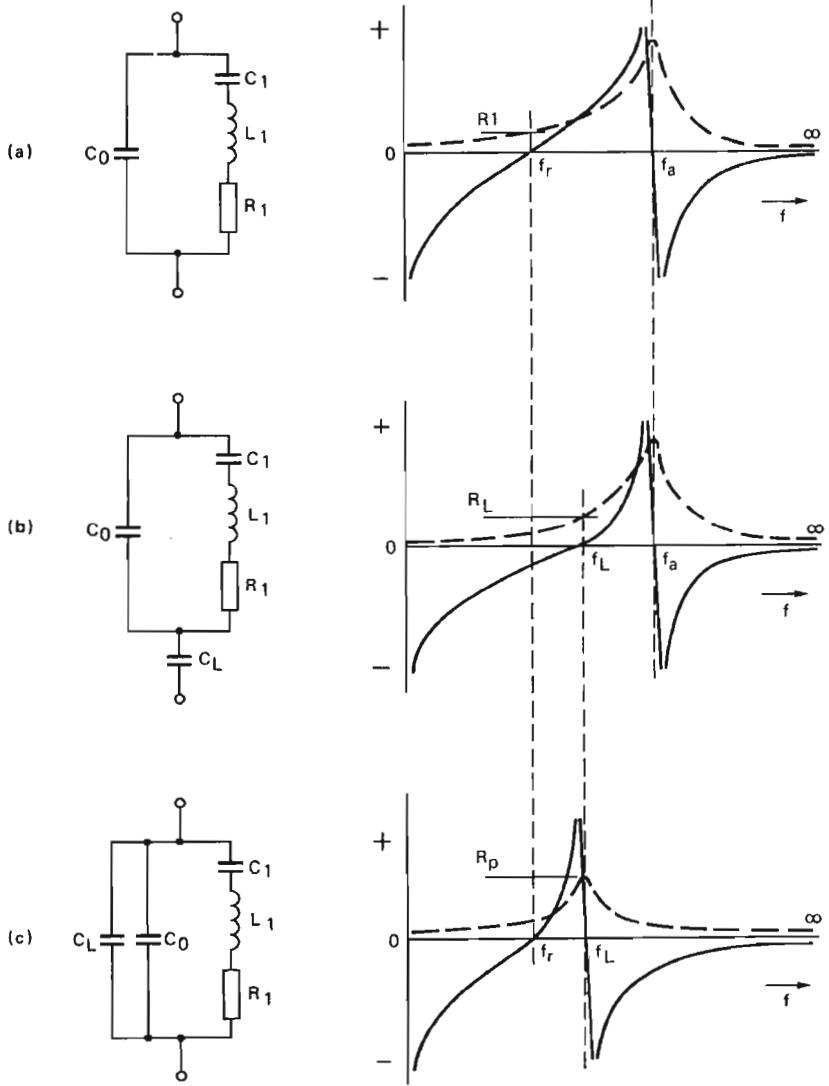
La figure 5 représente un certain nombre de caractéristiques fréquence/température obtenues pour des quartz de coupe AT, avec différents angles de coupe  $\alpha$  (croissant de  $-4'$  à  $+16'$ ). Ces courbes sont symétriques par rapport à un point correspondant à  $27^\circ\text{C}$  en abscisse et qui ne peut être déplacé. Dans une plage de températures étroitement symétrique par rapport à  $27^\circ\text{C}$  (par exemple 0 à  $60^\circ\text{C}$ ), la dérive de fréquence est donc la plus faible. Par contre une faible dérive de fréquence sur une large plage de températures ( $-40$  à  $+80^\circ\text{C}$ ), se traduit par un coefficient de température assez important à température ambiante.

Il est évident que, pour des quartz de coupe AT, l'angle de coupe et sa précision sont des facteurs déterminants pour la dérive de fréquence dans une plage de température donnée.

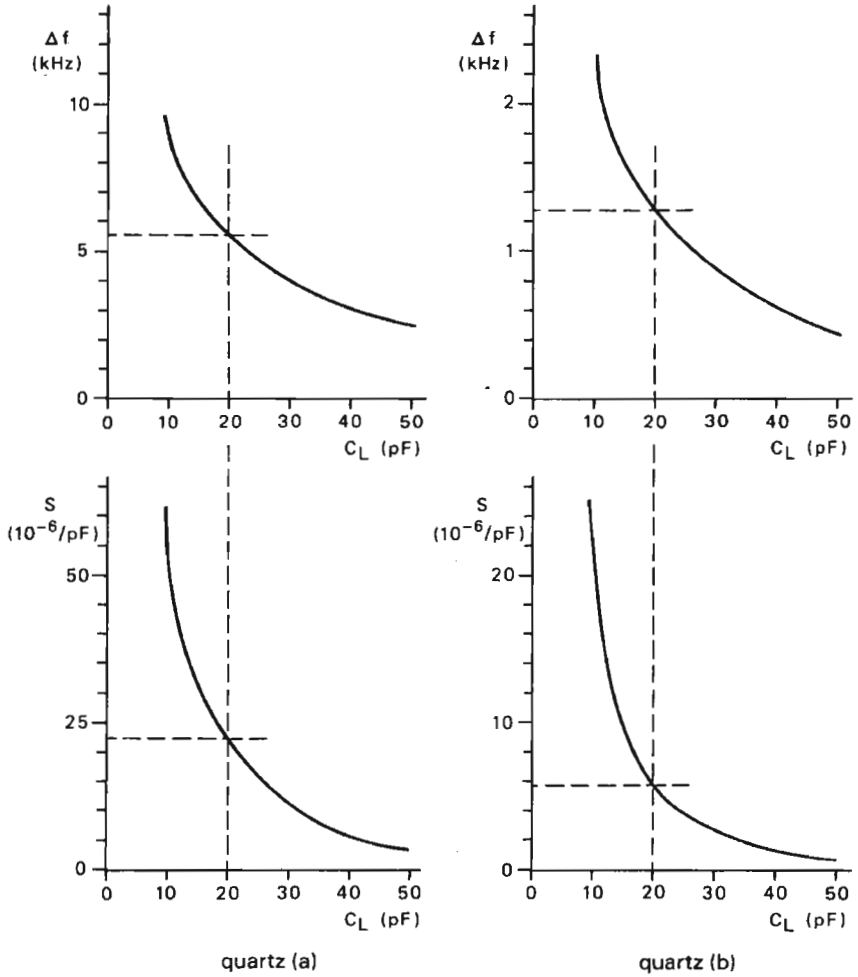
## AVANTAGES DES ENVELOPPES DE VERRE

Par rapport aux quartz montés en boîtier métalliques, ceux montés en enveloppes de verre présentent les avantages suivants :

- une résistance série plus faible, c'est à dire un facteur de surtension Q plus élevé, dû au fait que les boîtiers verre sont vides d'air et présentent ainsi moins de pertes par amortissement mécanique,
- de meilleurs performances dans des conditions climatiques sévères,
- une plus grande stabilité de fréquence.



**Fig. 2 — Fréquences de résonance, d'antirésonance et de résonance avec capacité de charge  $C_L$**   
 ——— réactance  
 - - - - - résistance



**Fig. 3 — Décalage de la fréquence  $\Delta f = (f_L - f_r)$  et sensibilité de fréquence relative  $S$  en fonction de la capacité  $C_L$ . Les tolérances sur les valeurs des paramètres  $f_r$ ,  $C_0$  et  $C_1$  sont à considérer pour le calcul de  $\Delta f$  et de  $S$  à  $f_L$ .**

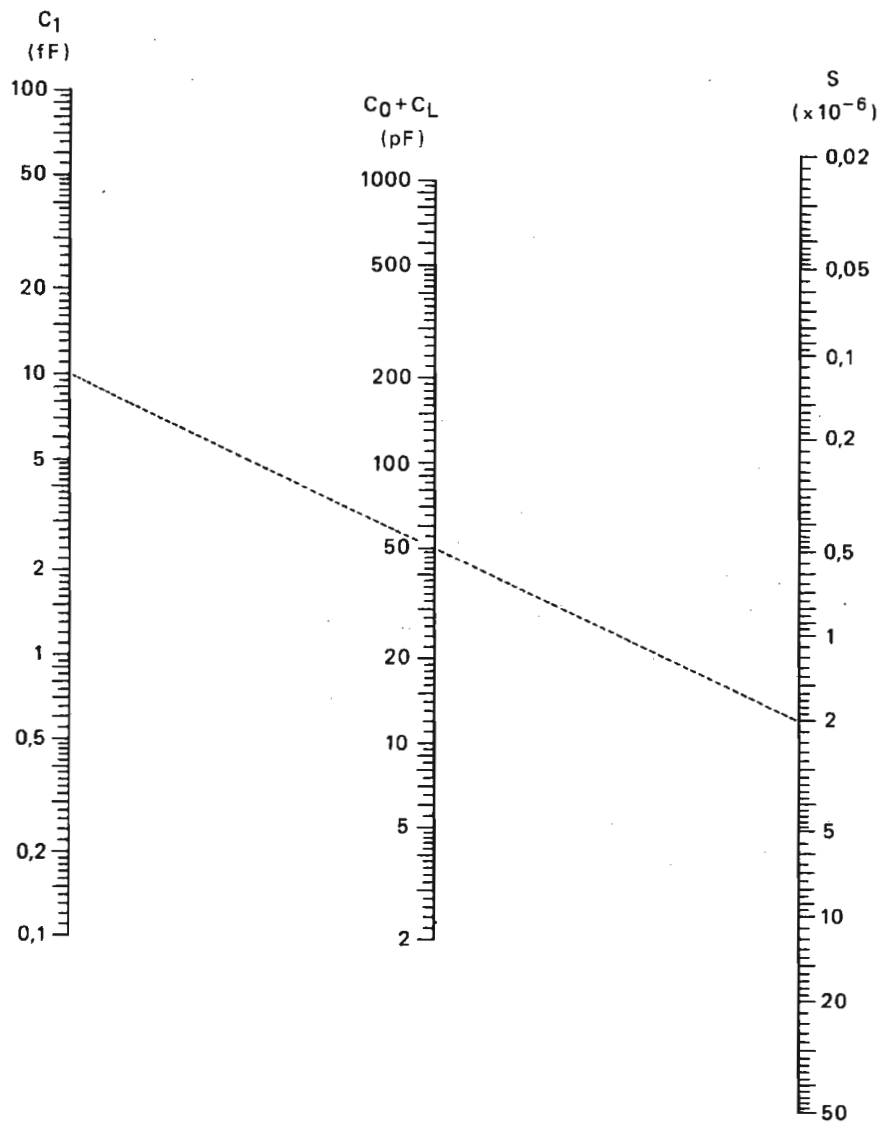


Fig. 4 — Nomogramme pour la détermination de la sensibilité de fréquence relative  $S$ .



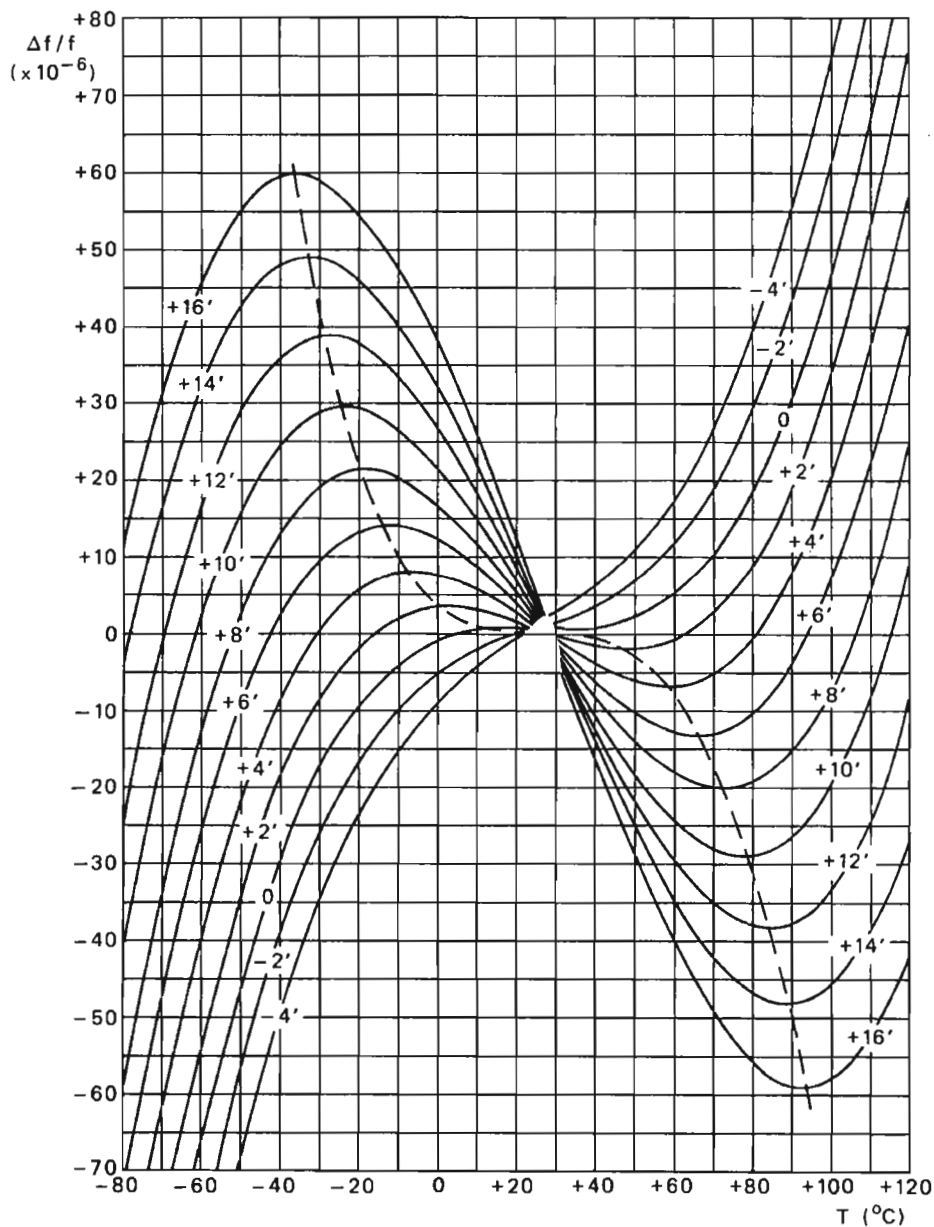


Fig. 5 — Variation de fréquence en fonction de la température pour différents angles de coupe (AT)

## VIELLISSEMENT

Le vieillissement, c'est à dire la variation progressive et non réversible des paramètres des quartz en fonction du temps, est uniquement à prendre en compte lorsqu'une excellente stabilité à long terme est nécessaire.

Lorsque c'est le cas, il faut avoir à l'esprit que :

- les quartz en enveloppes de verre sont préférables à ceux en boîtiers métalliques ;
- pour un même type de coupe, les quartz à basse fréquence (donc à lames épaisses) sont préférables à ceux à fréquence élevée (lames minces) ;
- pour une même fréquence, il est préférable d'utiliser des quartz fonctionnant en partiel plutôt que des quartz fonctionnant en fondamental (et par suite, le partiel 5 de préférence au partiel 3).

## COMPORTEMENT D'UN QUARTZ DANS UN OSCILLATEUR

Au voisinage de la résonance, l'impédance d'un quartz peut être représentée par un cercle, décalé vers le bas par rapport à l'axe des résistances (voir Fig. 6), de

$$X_0 = \frac{1}{2\pi f_r C_0}$$

Lorsqu'une capacité de charge est placée en série avec le quartz, le décalage devient  $X_0 + X_L$ , où

$$X_L = \frac{1}{2\pi f_L C_L}$$

La différence entre la fréquence d'antirésonance et la fréquence de résonance est :

$$f_a - f_r \approx \frac{C_1}{2C_0} \cdot f_r \cdot \frac{C_L}{C_0 + C_L}$$

et supposée être 100%.

On constate que la différence entre les 2 fréquences, déterminée par l'angle de la phase  $\varphi$ , disparaît lorsque  $f_w = 50\%$ . Il sera donc nécessaire de maintenir l'angle de phase de l'oscillateur suffisamment faible pour éviter que le quartz ne fonctionne dans la zone critique des 50%.

Pour les fréquences supérieures à 100 ou 125 MHz (selon les types), le cercle qui représente l'impédance présente un décalage vers le bas plus important, même en dessous de l'axe.

Lorsque le facteur de qualité, donné par la relation :

$$M = \frac{X_0}{R_1} = \frac{1}{(2\pi f_r) R_1 C_0}$$

est inférieur à 5 environ, la fréquence de résonance  $f_r$  est arbitraire.



# METHODES DE MESURE

Plusieurs méthodes de mesure sont utilisées dans le domaine des quartz. Mais des méthodes de mesure différentes pouvant fournir des résultats différents, nous décrivons ci-après celle que nous utilisons : la méthode passive sur circuit en  $\pi$ , selon la publication CEI444. Elle est de plus employée ici avec un oscillateur de test type 150A (marque SAUNDERS), qui est recommandé lorsqu'une corrélation de fréquence de  $2$  à  $5 \cdot 10^{-6}$  au plus est tolérable. La reproductibilité de cette méthode est assurée avec une précision de  $10^{-6}$  à  $10^{-8}$ , selon le type de quartz à mesurer. Elle peut également servir pour mesurer, avec une grande précision, les paramètres du quartz, en modifiant légèrement le circuit en  $\pi$  et en utilisant des résistances de référence et deux capacités de charge de précision en hautes fréquences.

## METHODE PASSIVE SUR CIRCUIT EN $\pi$ (CEI)

Le principe de cette méthode est très simple. Le montage nécessaire, indiqué en figure 1, comporte un générateur de signal stable (synthétiseur de fréquence), qui est réglé sur la fréquence pour laquelle le phasemètre indique le régime en phase nulle du signal qui traverse le quartz. Cette fréquence, mesurée sur le fréquencemètre, est la fréquence de résonance du cristal.

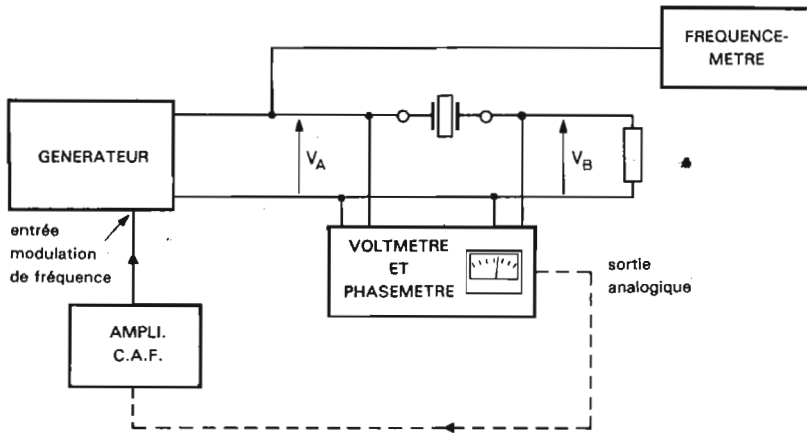


Fig. 1

Il est possible d'introduire une boucle d'asservissement entre la sortie analogique du phasemètre et le générateur, pour contrôler avec précision la fréquence du signal et faciliter le réglage (boucle C.A.F. représentée en pointillé).

## Circuit en $\pi$

Le dispositif destiné à maintenir le quartz pendant la mesure apporte une modification au montage simple présenté en figure 1. Ce dispositif, constitué par deux atténuateurs résistifs en  $\pi$ , devra être réalisé avec un soin particulier de façon à se comporter comme une résistance pure, constante, et non sensible à la fréquence aux bornes du quartz (Fig. 2).

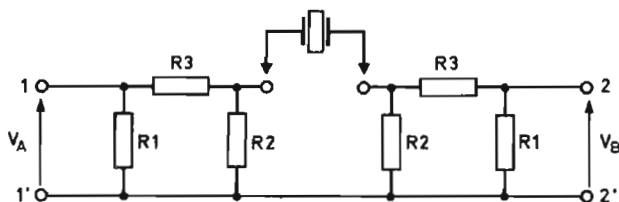


Fig. 2

Ces atténuateurs en  $\pi$  jouent un double rôle :

- adapter l'impédance du quartz à l'équipement de mesure,
- atténuer les réflexions en provenance de cet équipement.

Pour plus de précisions, consulter la publication CEI444.

## Mesure des paramètres d'un quartz

Un condensateur de compensation sera placé en parallèle avec chacune des résistances R2. Un écran sera monté entre les plaques de contact pour réduire la capacité entre elles. Deux procédés de mesure des paramètres avec ce circuit en  $\pi$  modifié sont possibles :

- **La méthode de  $Q_L$**  : utilisée généralement pour les quartz fonctionnant en fondamental avec des fréquences allant jusqu'à 25 MHz.

Des capacités de charge de précision sont introduites dans le circuit en  $\pi$ . La fréquence de résonance à la charge et la résistance de résonance à la charge peuvent alors être mesurées directement. C1 peut être calculée.

- **La méthode de l'impédance** : utilisée en général pour des fréquences plus élevées, jusqu'à environ 125 MHz.

La phase et l'impédance sont mesurées, tous les autres paramètres étant calculés par l'ordinateur.

## Blindage du quartz

Selon les applications, le blindage du quartz peut entraîner une augmentation des dérives de fréquence, en particulier pour les quartz fonctionnant en mode fondamental avec une **grande sensibilité de fréquence relative**.

Normalement, dans notre méthode, l'enveloppe métallique du quartz n'est pas mise à la masse. Si, dans certains cas, cette mise à la masse est nécessaire, cela doit être précisé lors de la commande.

# QUARTZ UTILISES COMME CAPTEUR DE TEMPERATURE

Les applications les mieux connues dans le domaine des quartz sont celles où ceux-ci sont utilisés dans un oscillateur ou dans les filtres en tant qu'élément de référence de fréquence doté d'un très haut facteur de surtension (Q). En optimisant l'angle de coupe des lames de quartz, il est possible d'obtenir une faible dérive de fréquence sur une plage de température déterminée.

Les coupes AT, BT, CT et GT sont des exemples de coupes permettant cette optimisation.

Par ailleurs, il est également possible de tailler des lames de quartz de telle sorte que la fréquence de résonance soit une fonction presque linéaire de la température. L'une des premières coupes découvertes, la coupe Y, répondait à ce critère.

## Comment utiliser un quartz capteur de température

Pour permettre la mesure de température, le quartz utilisé comme capteur doit être associé à un circuit oscillateur, constitué généralement d'un ou deux transistors, ou d'un circuit intégré.

L'oscillateur fournit un signal de sortie dont la variation de fréquence est de  $-40$  à  $+80.10^{-6}/K$ , selon l'angle de coupe. Il existe plusieurs méthodes pour traiter ce signal, comme le montre les figures 1 à 4.

Il est possible d'obtenir des résolutions de  $0,001K$ , sans problèmes de bruit, grâce à l'excellente stabilité et au faible vieillissement de ces dispositifs, dont le principe permet le traitement numérique direct. Ces capteurs sont ainsi particulièrement adaptés à la mesure des très faibles différences de températures, dans les colonnes de distillation et les débitmètres.

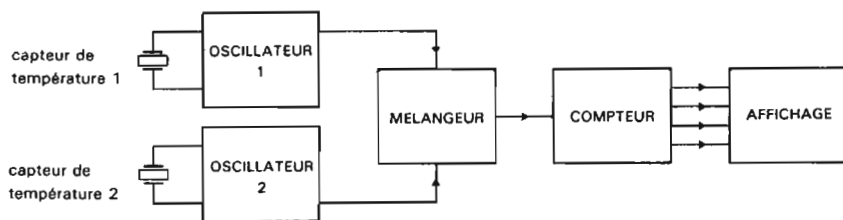


Fig. 1

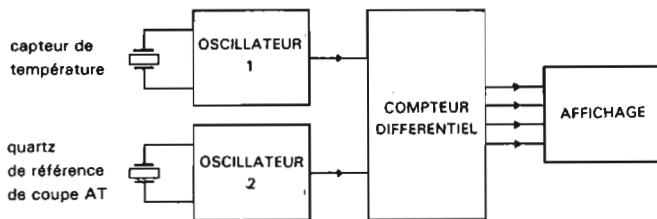


Fig. 2

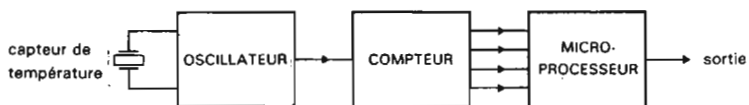


Fig. 3

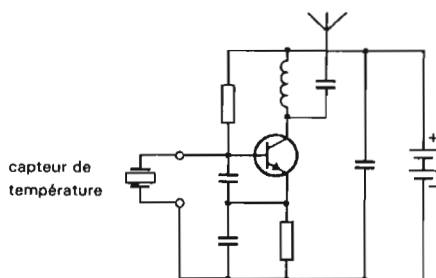


Fig. 4 — Capteur de température "sans fil" miniaturisé

# COMMENT DEFINIR UN QUARTZ

Pour commander un quartz correspondant à une désignation commerciale connue, consulter la liste dans ce manuel (modèle pour usage général et industriel).

Dans le cas contraire, si le quartz ne possède pas de numéro de code complet, il sera nécessaire de préciser un certain nombre de paramètres, dont la liste suit :

Modèle	
Type de boîtier	
Fréquence nominale	kHz
Mode de vibration	fondamental, partiel 3 ou partiel 5
Ecart admissible de la fréquence nominale (tolérance de calage) à +25°C	$\times 10^{-6}$
Gamme de température de fonctionnement	de .... à .... °C
Dérive de la fréquence dans la gamme de température de fonctionnement	$\times 10^{-6}$
Caractéristiques du circuit	
fréquence de résonance ( $f_r$ ), ou	kHz
fréquence de résonance ( $f_L$ )	kHz
avec capacité de charge ( $C_L$ )	pF
résistance série max. ( $R_r$ ), ou	$\Omega$
résistance effective max. ( $R_L$ )	$\Omega$
Paramètres équivalents	
$C_1$	fF
$C_0$	pF
$R_1$	$\Omega$
$L_1$	mH
Niveau d'excitation	mW
Vieillessement $\Delta f/f$ par mois ou par année	$\times 10^{-6}$
Caractéristiques et tests mécaniques	

## MARQUAGE

### QUARTZ STANDARD

Le marquage d'un quartz comporte, en particulier, 7 ou 8 chiffres relatifs à la fréquence nominale, en kHz pour un quartz fonctionnant en fondamental, en MHz pour un quartz fonctionnant en partiel.

Les autres chiffres comprennent les 4 derniers chiffres de la désignation commerciale, puis en indice (1, 2 ou 3) réservé à la production, et en fin une date de fabrication codifiée, précisant l'année et la semaine de fabrication. Par exemple : 424 signifie 24<sup>ème</sup> semaine de l'année 1984.

### QUARTZ SUR DEMANDE

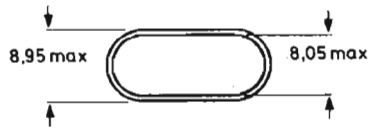
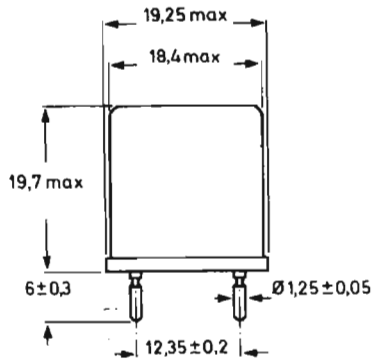
- Fabricant,
- Fréquence,
- Numéro de dossier fabrication — Date code.



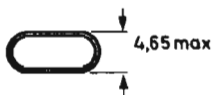
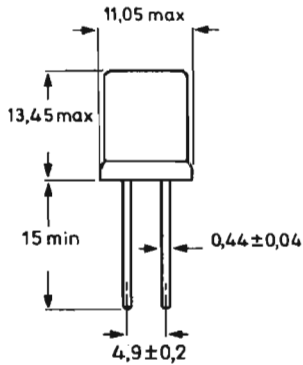
# LES BOITIERS

## BOITIERS EN VERRE

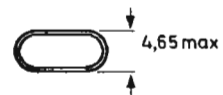
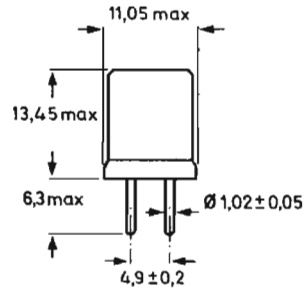
Dimensions en mm



**HC-27/U**  
(N°8)



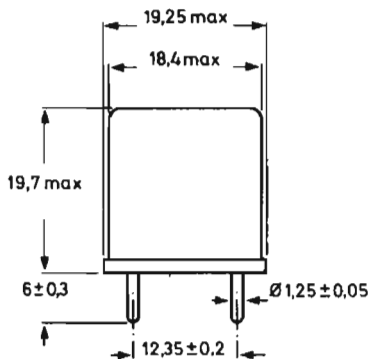
**HC-26/U**  
(N°10)



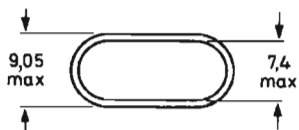
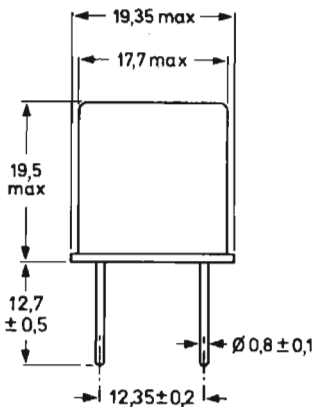
**HC-29/U**  
(N°11)

### Remarque :

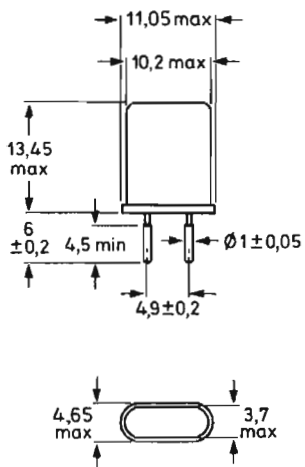
Entre parenthèses sont indiqués les numéros de boîtiers selon la norme UTE NFC 93611.



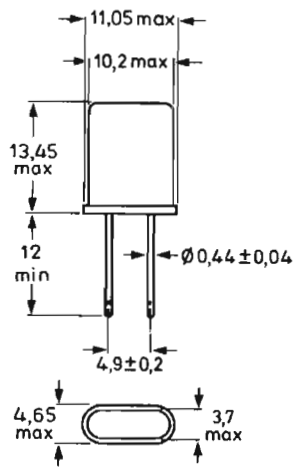
**HC-6/U** scellé hermétiquement  
**RW-36** soudure électrique  
(N° 3A)



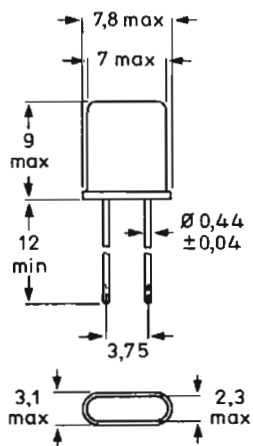
**RW-33** soudure électrique



**RW-42** soudure électrique



**RW-43** soudure électrique  
(N° 5)



**HC-45/U** scellé hermétiquement  
**RW-80** soudure électrique  
(N° 17)



# **résonateurs à quartz**

## **usage général ou industriel**



# résonateurs à quartz usage général ou industriel boîtier RW-43



modèle Q143

Mars 1987

## CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	3000,0 à 14000,0 kHz
Fréquences standard .....	voir tableau 1
Coupe et mode .....	AT-fondamental
Boîtier .....	RW-43

## APPLICATION

Pour les équipements industriels, les microprocesseurs, les appareils audio-vidéo et le matériel domestique en général. Certains modèles (HIREL : High RELiability) sont plus particulièrement destinés au marché automobile, pour ses applications les plus sévères (température et chocs).

## DESCRIPTION

Le résonateur comprend une lame de quartz de coupe AT, recouverte partiellement de deux électrodes métalliques et montée dans un boîtier hermétiquement scellé par soudage électrique (résistance weld). Les deux sorties sont assurées par fils avec traversées par perle de verre.

Ces quartz sont produits en masse sur une chaîne automatisée qui garantit un très haut niveau de fiabilité et de reproductibilité. Voir également le chapitre "GENERALITES".

## CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : voir chapitre "BOITIERS" page 37.

**MASSE** : environ 2 g

## CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Sauf indications contraires, les valeurs indiquées correspondent à une température de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  et à un niveau d'excitation de 0,5 mW rapporté à  $25 \Omega$  ; mesures effectuées sur circuit en  $\pi$  selon les recommandations de la CEI-444.

La capacité de charge standard, pour la série Q143, est de 20 pF. Cependant les quartz peuvent être ajustés pour une autre valeur normalisée de capacité de charge (voir chapitre "GENERALITES", para. "Valeurs normalisées des capacités de charge").

Capacité dynamique $C_1$ .....	voir fig. 1
Capacité parallèle $C_0$ .....	voir fig. 1
Résistance série $R_r$ (ou $R_1$ ) .....	voir fig. 2
Résonances indésirables .....	> $2 R_r$
Résistance d'isolement .....	> $10^{10} \Omega$ à 100 V (continu)
Tension de service entre les sorties .....	max. 100 V

La ligne de production du modèle Q143 permet de réaliser de façon courante une précision de calage de  $\pm 40 \times 10^{-6}$  à  $25^\circ\text{C}$ , et les valeurs suivantes pour la tolérance de fréquence en fonction de la température :

0 à $+50^\circ\text{C}$ .....	$\leq$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
$-20$ à $+70^\circ\text{C}$ .....	$\leq$	$\pm 25 \times 10^{-6}$
$-40$ à $+85^\circ\text{C}$ .....	$\leq$	$\pm 40 \times 10^{-6}$

Pour connaître les valeurs particulières propres aux fréquences standard se reporter au tableau 1, pages suivantes.



Tableau 1 Fréquences standard

Fréquence (kHz)	Appellation commerciale Q143 ....	C <sub>L</sub> (pF)	Précision de calage ( $\pm 10^{-6}$ )	Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence ( $\pm 10^{-6}$ )	R <sub>r</sub> (Ω)	C <sub>0</sub> (pF)	C <sub>1</sub> (fF)	S (10 <sup>-6</sup> pF)	Application
3000,000	0441	20	40	-20/+70	30	< 150	4,0	10,0	> 8	Automobile
3000,000	0468	30	30	-40/+90	60	< 200	—	—	—	Automobile (Hirel)
3276,800	0442	20	40	-20/+70	30	< 100	4,3	13,5	> 7	Générale
3439,593	0491	—	40	-40/+80	30	< 100	4,3	13,5	—	Automobile
3579,545*	0439	20	40	-20/+70	30	< 100	4,5	14,7	> 10	Vidéo/téléphonie
3579,545	0440	—	5000	-20/+70	100	< 100	4,5	14,7	—	Téléphonie (TTD)
3686,400	0437	30	40	-10/+60	25	< 100	4,5	15,0	> 5	Générale
3686,400	0455	—	20	-20/+70	40	< 100	4,5	15,0	—	Générale
3840,000	0444	30	20	-20/+70	50	< 75	4,6	15,4	> 5	Générale
3997,696	0448	20	40	0/+60	15	< 75	2,8	11,0	> 7	Générale
4000,000*	0409	30	40	-10/+60	25	< 75	2,8	11,0	> 3	Générale
4000,000	0484	30	40	-40/+115	80	< 60	2,8	11,0	> 9	Automobile (Hirel)
4000,000	0488	20	30	-10/+60	40	< 75	2,8	11,0	> 9	Générale
4096,000	0477	30	40	-10/+60	25	< 75	5,0	18,5	> 6	Générale
4194,304	0407	12	40	-10/+60	25	< 60	2,9	11,6	> 24	Horloge
4194,304	0447	20	50	-40/+80	50	< 90	2,9	11,6	> 9	Automobile (Hirel)
4233,600	0456	30	40	-20/+70	30	< 60	5,2	16,7	> 6	Compact-disc
4433,619	0404	20	40	-10/+60	25	< 60	5,5	20,6	> 12	Générale
4500,000	0411	13	30	-10/+65	7	< 60	5,6	18,4	> 22	Vidéo
4608,000	0434	—	30	- 0/+70	40	< 60	5,8	22,0	—	Générale
4782,720	0403	—	40	-20/+70	30	< 60	5,7	21,4	—	Générale
4915,200	0414	30	20	+ 5/+45	20	< 60	3,2	13,6	> 5	Audio
5000,000	0415	20	40	-20/+70	20	< 60	3,2	13,8	> 12	Photographie
5068,800	0433	20	40	-20/+70	30	< 60	3,2	14,0	> 12	Générale
5068,800	0445	—	40	-20/+70	30	< 60	3,2	14,0	—	Générale
5120,000	0416	20	40	-20/+70	30	< 60	3,5	14,6	> 11	Autoradio
6000,000	0410	20	40	-20/+70	30	< 60	6,9	27,6	> 17	Télétext ,VCR
6000,000	0504	—	40	-55/+105	60	< 50	6,9	27,6	—	Générale
6000,000	0483	20	40	-40/+105	80	< 60	3,8	17,0	—	Automobile (Hirel)
6041,957	0459	20	40	-20/+70	30	< 60	6,9	27,6	> 17	Télétext (USA)
6144,000	0432	20	50	0/+70	50	< 60	3,8	17,0	> 12	Microprocesseur
6400,000	0431	20	40	-20/+70	25	< 60	4,0	18,0	> 12	Générale
7000,000	0479	20	40	-10/+60	30	< 60	4,2	19,2	> 12	Générale, Minitel
7151,223	0417	20	40	-10/+60	25	< 60	4,4	19,5	> 14	TVC (sous-porteuse)
7159,090	0418	20	40	-10/+60	25	< 60	4,4	19,5	> 14	TVC (sous-porteuse)
7164,112	0419	20	40	-20/+70	25	< 60	4,4	19,5	> 14	TVC (sous-porteuse)
7372,800	0495	20	40	-40/+115	80	< 60	4,4	20,0	> 14	Automobile (Hirel)
8000,000	0430	20	40	-20/+70	25	< 60	5,0	21,0	> 15	Générale
8000,000	0472	20	40	-40/+115	80	< 60	4,2	18,0	> 10	Automobile (Hirel)
8388,608	0482	20	40	-40/+115	80	< 60	4,4	19,0	> 10	Automobile (Hirel)
8867,238	0405	20	40	-10/+60	80	< 60	5,5	22,0	> 16	Vidéo
8867,238	0473	20	40	-40/+115	80	< 60	4,6	20,0	> 10	Automobile
9830,400	0481	—	50	0/+70	50	< 50	5,7	25,3	—	Générale
10000,000	0462	20	40	-40/+115	80	< 60	4,1	19,0	> 12	Automobile (Hirel)
11000,000	0474	20	40	-40/+115	80	< 50	4,7	20,0	> 10	Automobile (Hirel)
11059,000	0492	30	40	-10/+60	30	< 60	6,1	28,5	> 8	CD-ROM
11289,600	0503	30	50	-20/+70	19	< 11	4,7	20,0	> 8	Compact-disc
12000,000	0463	20	40	-40/+115	80	< 40	5,0	21,0	> 12	Automobile (Hirel)
13875,000	0489	20	40	-20/+70	30	< 40	5,8	24,5	> 14	Télétext

\* Produits homologués LNZ

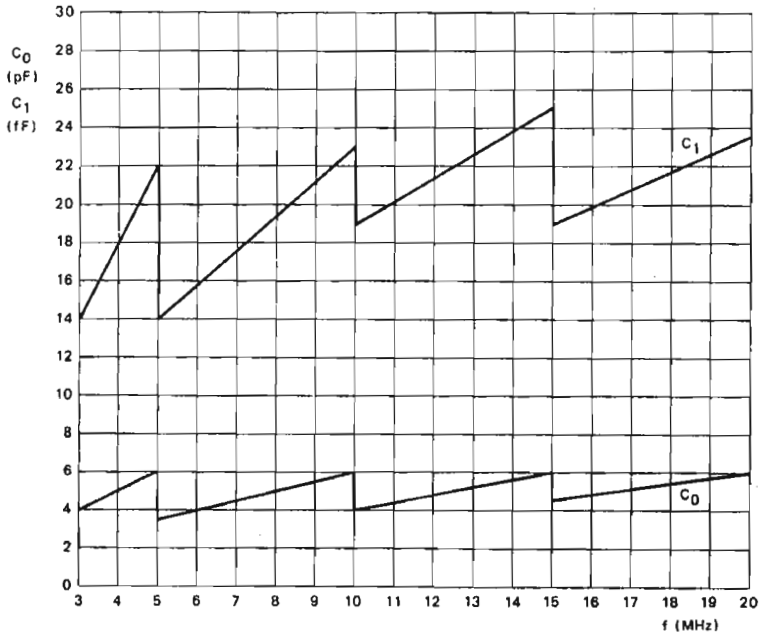


Fig. 1 — Capacités dynamique ( $C_1$ ) et parallèle ( $C_0$ ) en fonction de la fréquence.

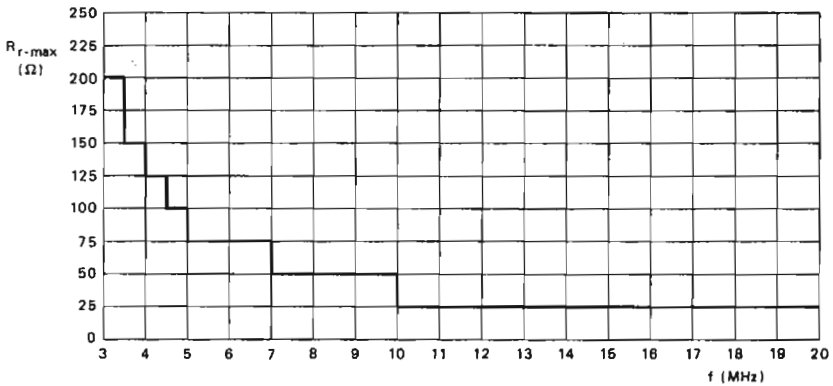


Fig. 2 — Résistance série  $R_r$  en fonction de la fréquence.

### MARQUAGE

- Philips,
- Fréquence (en kHz),
- 4 derniers chiffres de l'appellation commerciale + 1 digit (1, 2 ou 3),
- Date code : année (1 chiffre) et semaine (2 chiffres).

**ESSAIS ET PROCEDURES**

CEI68-2 méthode	Essai	Procédure	Sanction
Ba	Vieillessement	stockage 1000 h à +100°C	$\Delta f/f < \pm 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 20\%$
Db	Chaleur humide	+25 à +55°C, 6 cycles > 95% H.R.	$\Delta f/f < \pm 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 20\%$
Na	Cycles de température	-40, +85°C (Hirel : -40, +125°C) 10 cycles, 1 h par cycle	$\Delta f/f < \pm 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 20\%$ R isol. > 10 <sup>8</sup> Ω à 50 V continu
Ea	Chocs	100 g, demi-sinusoïdal 6 directions, 1 fois par direction	$\Delta f/f < \pm 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 20\%$
Eb	Secousses	4000 secousses de 40 g	$\Delta f/f < \pm 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 20\%$
Ed	Chute libre	3 fois sur plaque de bois dur, de 75 cm pour fréquences de 3 à 8 MHz 25 cm pour fréquences de 8 à 14 MHz 100 cm pour série Hirel	$\Delta f/f < \pm 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 20\%$
Fc	Vibrations	10-500-10 Hz, 10 g 3 directions, 30 min par direction	$\Delta f/f < \pm 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 20\%$
Ta	Soudabilité	235 ± 5°C 2 ± 0,5 s	Bon étamage Aucun dommage visible
Tb	Résistance au bain de soudure	350 ± 5°C 3,5 ± 0,5 s	$\Delta f/f < \pm 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 20\%$
Ub	Pliage des sorties	1 x 90°, 5 N	Aucun dommage visible Aucune fuite
Qb, Qc	Etanchéité	16 h, 700 kPa Hélium	< 10 <sup>-8</sup> ncc/s He



# résonateurs à quartz usage industriel ou semi-professionnel boîtier RW-43



modèle Q53

Mars 1987

## CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	3 à 25 MHz (fondamental) 24 à 30 MHz (partiel 3)
Boîtier .....	RW-43

Sous ce modèle Q53, il est possible de réaliser sur demande des quartz qui ne figurent pas dans la gamme standard, du fait de la fréquence ou des caractéristiques recherchées (voir Tableau 1 du modèle Q143) et lorsque la quantité nécessaire ne justifie pas la complète utilisation de la chaîne automatisée (ligne de production du modèle Q143).

Ces quartz sont donc traités en fabrication semi-professionnelle par lancement minimum de 200 pièces. Si l'évolution du projet le permet (caractéristiques et quantité), le produit correspondant pourra être par la suite transféré en production automatisée et modèle Q143.

### Remarque :

Les quantités inférieures à 200 pièces - et à partir d'une unité - peuvent par ailleurs être intégralement traitées en fabrication professionnelle : voir au chapitre suivant "RESONATEURS A QUARTZ - USAGE PROFESSIONNEL" les modèles Q156 (en fondamental) ou Q161 (en partiel 3).

## CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à 25°C .....	$< \pm 10 \times 10^{-6}$
Tolérance de fréquence .....	$\leq \pm 35 \times 10^{-6}$
Gamme de température de fonctionnement .....	-30 à +80°C
Mode de fonctionnement ; résonance série ou résonance avec capacité de charge $C_L =$ .....	12, 20 ou 30 pF
Autres caractéristiques identiques à celles du modèle Q143.	

## APPELLATION COMMERCIALE

Q 53 A3 RW43 + fréquence en kHz (fondamental) ou en MHz (partiel 3).

## SPECIFICATION CAQ600 (UTE C93-611 : MODELE QM 02)

Sous cette spécification CAQ600 sont réalisés, sur la base du modèle Q53 en fondamental, des quartz conformes au modèle QM02 défini dans le cadre de la norme UTE C93-611.

Toutefois la gamme de fréquence de notre spécification CAQ600 est celle du modèle Q53 en fondamental, c'est à dire 3 à 25 MHz.

### CARACTERISTIQUES GENERALES

Gamme de fréquence .....		3000 à 25000 kHz
Capacité de charge .....		30 pF
Précision de calage .....		$\pm 30 \times 10^{-6}$
Tolérance de fréquence .....		$\pm 50 \times 10^{-6}$
Température de fonctionnement .....		- 10 à + 70°C
Résistance effective $R_L$		
$3000 \leq f_n < 3750$ kHz .....	max.	180 $\Omega$
$3750 \leq f_n < 4750$ kHz .....	max.	120 $\Omega$
$4750 \leq f_n < 6000$ kHz .....	max.	75 $\Omega$
$6000 \leq f_n < 7000$ kHz .....	max.	50 $\Omega$
$7000 \leq f_n < 10000$ kHz .....	max.	30 $\Omega$
$10000 \leq f_n < 25000$ kHz .....	max.	25 $\Omega$
Vieillessement ( 3000-20000 kHz) .....		$\pm 5 \times 10^{-6}$
(20000-25000 kHz) .....		$\pm 10 \times 10^{-6}$

### MARQUAGE

Ph/QM-02,  
Fréquence (kHz),  
CAQ600/Date code.

# quartz capteur digital de température précis et économique



modèle Q146

Mars 1987

- Traitement du signal directement en digital
- Excellente linéarité
- Grande stabilité, très faible vieillissement
- Large gamme de température
- Grande immunité au bruit
- Facilité de calibration
- Capteur économique en grande production

## DESCRIPTION

Ce capteur consiste en une lame de quartz de coupe spéciale, partiellement métallisée, et montée dans un boîtier hermétiquement scellé, avec sorties par deux fils. Le boîtier est rempli d'un gaz inerte dépourvu d'humidité. Il se présente donc comme un quartz utilisé en référence de fréquence.

La taille particulière du quartz qui oscille en mode fondamental du type cisaillement d'épaisseur, lui confère une fréquence de résonance linéairement dépendante de la température. Voir également au chapitre "GENERALITES" la partie "QUARTZ UTILISES COMME CAPTEUR DE TEMPERATURE".

## APPLICATION

Ces capteurs peuvent être utilisés en mesure ou en régulation de température, en électronique automobile, dans les débitmètres, les ballons-sondes, les équipements médicaux et dans les systèmes d'économie d'énergie tels que répartiteurs de chaleur et panneaux solaires.

## CARACTERISTIQUES GENERALES

	Q146 version économique	Q146 version professionnelle
Gamme de fréquence . . . . .	4 à 20 MHz	1 à 25 MHz
Gamme de température de fonctionnement . . . . .	- 100 à +150°C	- 100 à +300°C
Coefficient de température* . . .	- 40 à +80 x 10 <sup>-6</sup> /°C	- 50 à +85 x 10 <sup>-6</sup> /°C
Linéarité . . . . .	< ± 2,5%	< ± 1,5%
Précision de calage à 25°C . . . .	< ± 150 x 10 <sup>-6</sup>	< ± 50 x 10 <sup>-6</sup>
Constante de temps thermique . .	10 s (typ.)	3 à 30 s
Boîtier . . . . .	RW-43	HC-27/U HC-26/U ; RW-43 ; RW-80

\* Valeur à choisir dans une gamme en fonction de l'application, et à préciser à la commande.





# **résonateurs à quartz**

## **usage professionnel**



# GENERALITES

Ces quartz sont conçus pour les applications spécialisées civiles ou militaires telles que la radio et les télécommunications, l'aéronautique, l'aérospatiale, etc ...

La fabrication de ces quartz, caractérisée par une grande souplesse d'adaptation, permet de répondre aux performances les plus sévères. Ils peuvent être notamment réalisés conformément aux spécifications (feuilles particulières) de la norme UTE NFC93611.

Ils couvrent la gamme de fréquence 1 à 125 MHz et selon les contraintes de vieillissement en particulier, ils peuvent être réalisés en boîtier métallique RW-36 ou RW-43, ou en boîtier verre HC-27/U ou HC-26/U.

## TABLEAU DE SELECTION

Mode (AT)	Gamme de fréquence (MHz)	Boîtier	Principaux modèles NFC93611 correspondants	Modèle RTC	Page
FONDAMENTAL	1,8-25	RW-33 ou RW-36 (N°3)	QA 18A QA 19A QB 501 QB 502 QB 614-615 QB 617/619	Q149	57
	4,5-25	RW-43 (N°5)	QA 60A QA 64 QB 504 QB 622-623 QB 625/627	Q156	71
	1,8-25	HC-27/U (N°8)		Q154	63
	4,5-25	HC-26/U (N°10)		Q155	67
PARTIEL 3	10-75	RW-33 ou RW-36 (N°3)	QA 52A	Q162	81
	17-75	RW-43 (N°5)	QA 55 QA 81 QB 630-631 QB 633/635	Q161	79
	10-75	HC-27/U (N°8)		Q159	73
	20-75	HC-26/U (N°10)		Q160	77
PARTIEL 5	50-125	RW-33 ou RW-36 (N°3)	QA 54A	Q168	89
	50-125	RW-43 (N°5)	QA 56A QB 503 QB 638-639 QB 641/643	Q167	87
	50-125	HC-27/U (N°8)		Q165	83
	50-125	HC-26/U (N°10)		Q166	85

Fréquence et caractéristiques sur demande à partir de 1 pièce.

### Remarque :

Pour les fréquences de 1 à 1,8 MHz voir page 59 (modèle Q152 en boîtier HC-6/U).

## CARACTERISTIQUES GENERALES

- Précision de calage à 25°C :  $\pm 10 \times 10^{-6}$ ,
- Capacité de charge (pF) ou résonance série, sur demande,
- Tolérance de fréquence en température (classe 0, I ou II), sur demande.

Gamme de température (°C)			Tolérance de fréquence ( $\times 10^{-6}$ )		
fondamental	partiel 3 ou 5	lettre code	classe 0	classe I	classe II
- 5/+ 45	- 5/+ 50	D	$\pm 5$	$\pm 7,5$	$\pm 10$
- 10/+ 50	- 10/+ 60	B	$\pm 7,5$	$\pm 10$	$\pm 15$
- 15/+ 70	- 20/+ 70	A	$\pm 10$	$\pm 15$	$\pm 20$
- 55/+ 105	- 55/+ 105	C	$\pm 25^*$	$\pm 30$	$\pm 40$

\* 25 à 30 en fondamental selon la fréquence.

## MARQUAGE

- Philips,
- Fréquence,
- Numéro de dossier fabrication - Date code.

## APPELLATION COMMERCIALE

### Quartz sur spécification générales RTC

- Modèle RTC (Q149 à Q166) ;
- Lettre code de la gamme de température (A, B, C ou D) ;
- Numéro de classe de stabilité (0, 1 ou 2) ;
- Boîtier (en clair, en 2 lettres et 2 chiffres) ;
- Fréquence (en clair, en kHz ou MHz) ;
- Type de fonctionnement, éventuellement : Résonance Série ou capacité de charge (R.S. ou ..pF).

*Exemple* : Q 149 A1 RW36 1843,2 kHz

Modèle de base Q149, - 15/+ 70°C classe 1 ( $\pm 15 \times 10^{-6}$ ), boîtier RW-36, 1843,2 kHz.

### Quartz spécifique ou se référant à une norme

- Modèle de base RTC ;
- Référence à la norme ou à la spécification client ; le code utilisé correspond au marquage complémentaire lorsque celui-ci est demandé ;
- Fréquence.

*Exemple* : Q 156 QB625 6144 kHz

Modèle de base Q156 conforme à la feuille particulière UTE QB625 de 6144 kHz.

## TABLEAU D'EQUIVALENCE MODELE UTE/MODELE RTC

UTE/NFC 93611 feuille particulière	Modèle RTC/Appellation commerciale
QA 18A	Q 149 C2 RW36 (1,8 à 20 MHz) 32 pF
QA 19A	Q 149 C2 RW36 (1,8 à 20 MHz)R.S.
QA 52A	Q 162 C2 RW36 (10 à 61 MHz)
QA 54A	Q 168 C2 RW36 (50 à 125 MHz)
QA 55	Q 161 C2 RW43 (17 à 61 MHz)
QA 56A	Q 167 C2 RW43 (50 à 125 MHz)
QA 60A	Q 156 C2 RW43 (5 à 20 MHz) R.S.
QA 64	Q 156 C2 RW43 (4,5 à 20 MHz)
QA 81	Q 161 C2 RW43 (17 à 61 MHz)
QB 501	Q 149 C1 RW43 (1,8 à 25 MHz)
QB 502	Q 149 A0 RW43 (1,8 à 25 MHz)
QB 503	Q 167 C0 RW43 (50 à 125 MHz)
QB 504	Q 156 C0 RW43 (4,5 à 25 MHz)
QB 614 - QB 615	Q 156 C0 RW43 (2 à 20 MHz)
QB 617	Q 149 A0 RW36 (1,8 à 20 MHz)
QB 618 - QB 619	Q 149 C2 RW36 (1,8 à 20 MHz)
QB 622 - QB 623	Q 156 C1 RW43 (5 à 25 MHz)
QB 625	Q 156 A0 RW43 (4,5 à 25 MHz)
QB 626 - QB 627	Q 156 C2 RW43 (4,5 à 25 MHz)
QB 630 - QB 631	Q 161 C1 RW43 (30 à 75 MHz)
QB 633	Q 161 A0 RW43 (30 à 75 MHz)
QB 634 - QB 635	Q 161 C2 RW43 (30 à 75 MHz)
QB 638 - QB 639	Q 167 C1 RW43 (60 à 125 MHz)
QB 641	Q 167 A0 RW43 (60 à 125 MHz)
QB 642 - QB 643	Q 167 C2 RW43 (60 à 125 MHz)



Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	1,8 à 25 MHz
Mode de vibration .....	fondamental
Boîtier .....	RW-33 ou RW-36

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 36 .

**MASSE** : 4 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C .....		$\pm 10 \times 10^{-6}$
Capacité de charge $C_L^*$ .....		30 pF
Niveau d'excitation .....		0,5 mW
Capacité dynamique $C_1$ .....		5 à 30 fF
Capacité parallèle $C_0$ .....	max.	7 pF
Résistance série $R_r$ .....		voir tableau 1
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C) .....		voir tableau 2
Tension continue maximale admissible entre connexions .....		100 V
Vieillessement .....		dans les limites de la précision de calage

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques .....

selon normes MIL et CEI

\* Autres valeurs ou résonance série sur demande.

**Tableau 1** Résistance série  $R_f$ 

Fréquence (MHz)	$R_f$ max. ( $\Omega$ )
1,800000 – 1,999999	300
2,000000 – 2,249999	250
2,250000 – 3,749999	150
3,750000 – 4,999999	100
5,000000 – 6,999999	50
7,000000 – 9,999999	30
10,000000 – 25,000000	25

**Tableau 2** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de fréquence (MHz)	Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
		classe 0	classe I	classe II
1,8 – 25	- 5/+ 45	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
	-10/+ 50	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
	-15/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
1,8 – 2,3	-55/+105	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 35 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
2,3 – 4	-55/+105	$\pm 32,5 \times 10^{-6}$	$\pm 35 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
4 – 25	-55/+105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
1,8 – 25	$T_{nom} \pm 5$	$\pm 5 \times 10^{-6}$		



Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	1 à 1,8 MHz
Mode de vibration .....	fondamental
Boîtier .....	HC-6/U

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 36.

**MASSE** : 4 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à + 25°C .....		$\pm 20 \times 10^{-6}$
Capacité de charge $C_L^*$ .....		30 pF
Niveau d'excitation .....		0,5 mW
Capacité dynamique $C_1$ .....		5 à 30 fF
Capacité parallèle $C_0$ .....	max.	7 pF
Résistance série $R_r$		
1,000000 — 1,599999 MHz .....	max.	600 $\Omega$
1,600000 — 1,799999 MHz .....	max.	300 $\Omega$
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : + 25°C) .....		voir tableau 1
Tension continue maximale admissible entre connexions .....		100 V
Vieillessement .....		dans les limites de la précision de calage

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques .....

selon normes MIL et CEI

\* Autres valeurs ou résonance série sur demande.

**Tableau 1** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de fréquence (MHz)	Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
		classe 0	classe I	classe II
1 – 1,8	- 5/+ 45	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
	-10/+ 50	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
	-15/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
1 – 1,8	-55/+105	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 35 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
1 – 1,8	$T_{nom} \pm 5$	$\pm 5 \times 10^{-6}$		

Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Fréquence nominale	1000,000 kHz
Mode de vibration	fondamental
Boîtier	HC-6/U

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 36 .

**MASSE** : 4 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Sauf spécification contraire, les valeurs sont données pour une température de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  et à un niveau d'excitation de 0,5 mW rapporté à  $25 \Omega$ .

Fréquence de résonance $f_L$	1000,000	kHz
avec une capacité de charge $C_L$	20	pF
Précision de calage	max. $\pm 20 \times 10^{-6}$	
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : $+25^\circ\text{C}$ ) entre $-20$ et $+70^\circ\text{C}$	max. $\pm 30 \times 10^{-6}$	
Capacité dynamique $C_1$	typ. 9	fF
Capacité parallèle $C_0$	typ. 3,5	pF
Résistance série $R_r$	max. 600	$\Omega$
Réglage de fréquence en fonction de la charge capacitive $(\frac{-df}{dC})$ à $f_L$	min. $+4 \times 10^{-6} \times$	$f_L/\text{pF}$
Tension continue maximale admissible entre connexions	100	V
Gamme de température d'utilisation	$-20$ à $+70$	$^\circ\text{C}$

### MARQUAGE

Sont inscrits sur le boîtier :

- la fréquence en kHz,
- les 5 derniers chiffres du numéro de code,
- la date de fabrication codifiée.



Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	1,8 à 25 MHz
Mode de vibration .....	fondamental
Boîtier	
1,8 à 2,3 MHz .....	HC-27/U (26 mm)
2,4 à 25 MHz .....	HC-27/U

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 35.

**MASSE** : 2,5 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C .....	$\pm 10 \times 10^{-6}$
Capacité de charge $C_L^*$ .....	30 pF
Niveau d'excitation .....	0,5 mW
Capacité dynamique $C_1$ .....	voir Fig. 1 à 4
Capacité parallèle $C_0$ .....	7 pF, voir Fig. 1
Inductance dynamique $L_1$ .....	voir Fig. 1 à 4
Résistance série $R_T$ .....	voir tableau 1
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C) .....	voir tableau 2
Tension continue maximale admissible entre connexions .....	100 V
Vieillessement après 90 jours, à $85 \pm 2^\circ\text{C}$ (statique) . . .	$(-0,5 \text{ à } +1) \times 10^{-6}$

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques .....

selon normes MIL et CEI

\* Autres valeurs ou résonance série sur demande.

**Tableau 1** Résistance série  $R_r$

Fréquence (MHz)	$R_r$ max. ( $\Omega$ )
1,800000 – 1,869999	220
1,870000 – 1,999999	185
2,000000 – 2,119999	165
2,120000 – 2,249999	150
2,250000 – 2,599999	125
2,600000 – 2,999999	90
3,000000 – 3,399999	70
3,400000 – 3,749999	52
3,750000 – 3,999999	45
4,000000 – 4,999999	37
5,000000 – 6,999999	25
7,000000 – 9,999999	20
10,000000 – 14,999999	18
15,000000 – 25,000000	15

**Tableau 2** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de fréquence (MHz)	Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
		classe 0	classe I	classe II
1,8 – 25	- 5/+ 45	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
	-10/+ 50	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
	-15/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
1,8 – 2,3	-55/+ 105	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 35 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
2,3 – 7	-55/+ 105	$\pm 32,5 \times 10^{-6}$	$\pm 35 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
7 – 25	-55/+ 105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
1,8 – 25	$T_{nom} \pm 5$		$\pm 2,5 \times 10^{-6}$	$\pm 5 \times 10^{-6}$

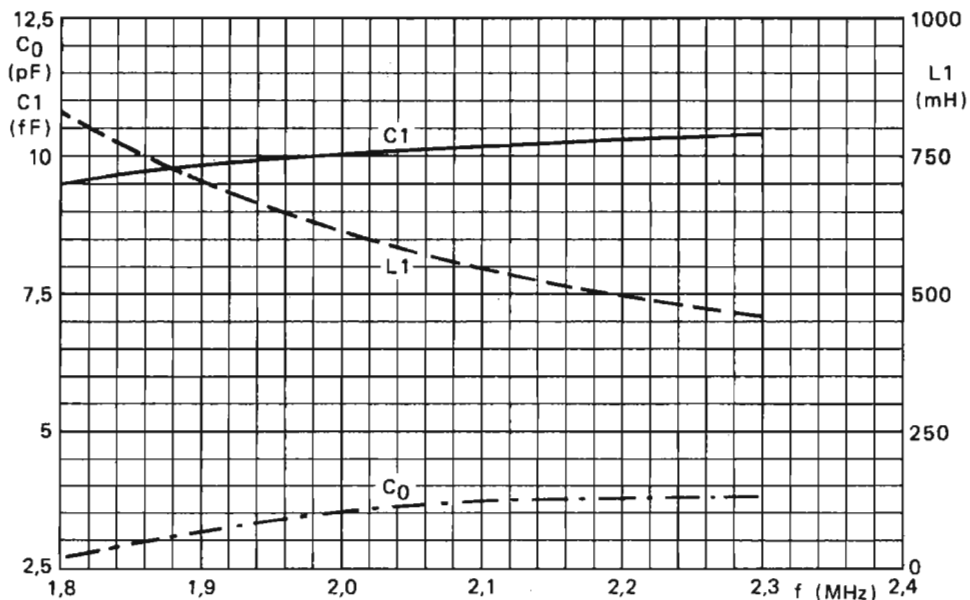


Fig. 1 - Valeurs typiques de  $L_1$ ,  $C_0$  et  $C_1$  pour les fréquences comprises entre 1,8 et 2,3 MHz.

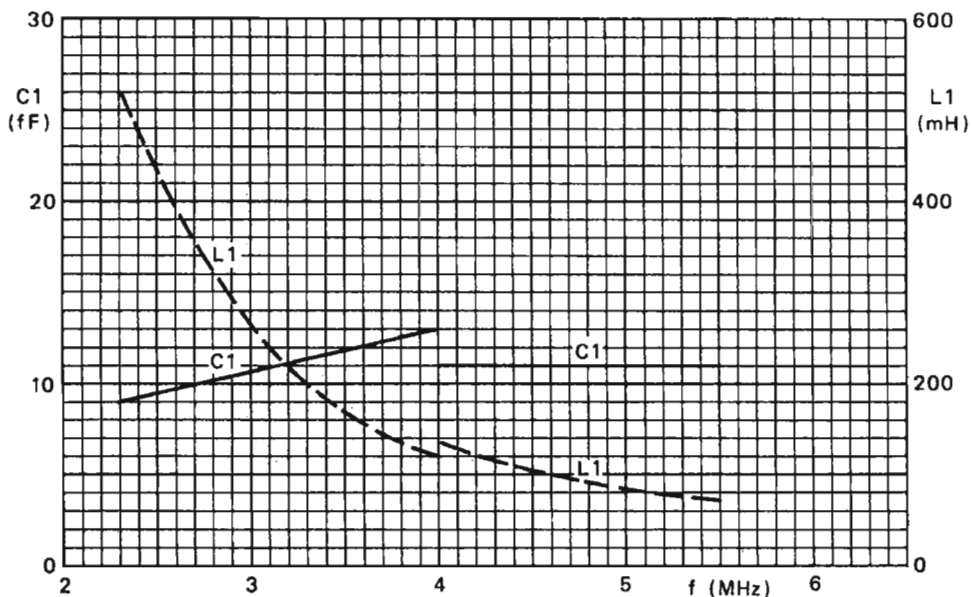


Fig. 2 - Valeurs typiques de  $L_1$  et  $C_1$  pour les fréquences comprises entre 2,3 et 5,5 MHz.

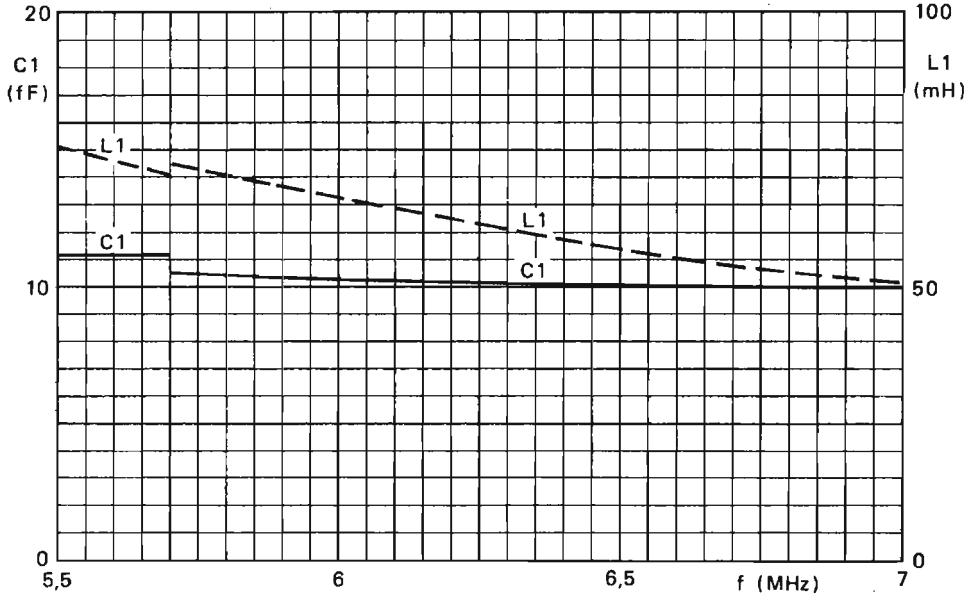


Fig. 3 – Valeurs typiques de C<sub>1</sub> et L<sub>1</sub> pour les fréquences comprises entre 5,5 et 7 MHz.

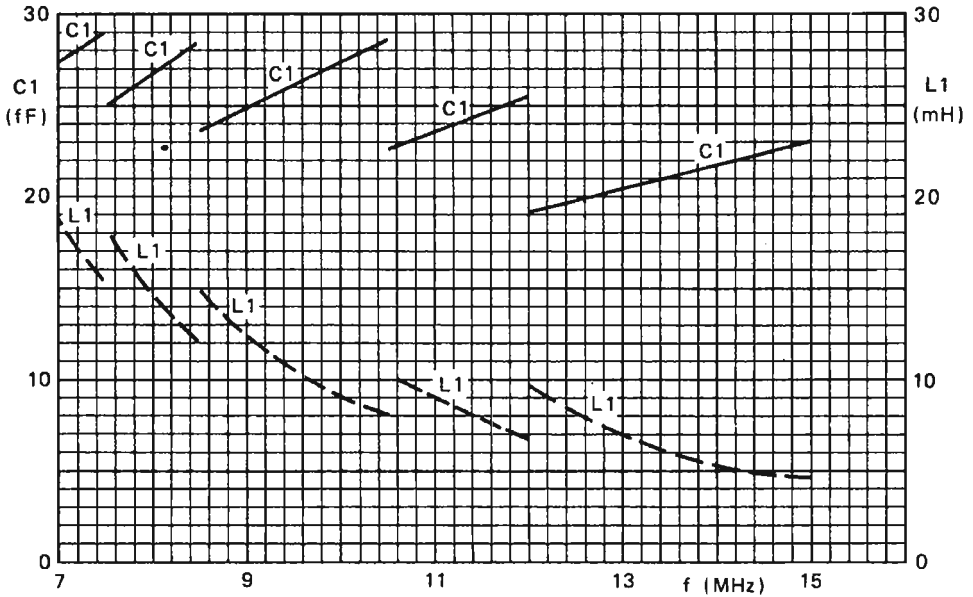


Fig. 4 – Valeurs typiques de C<sub>1</sub> et L<sub>1</sub> pour les fréquences comprises entre 7 et 15 MHz.



Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence	4,5 à 25 MHz
Mode de vibration	fondamental
Boîtier	HC-26/U

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 35 .

**MASSE** : 0,8 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C	$\pm 10 \times 10^{-6}$
Capacité de charge $C_L^*$	30 pF
Niveau d'excitation	0,5 mW
Capacité dynamique $C_1$	} voir Fig. 1 et 2
Capacité parallèle $C_0$	
Inductance dynamique $L_1$	
Résistance série $R_r$	voir tableau 1
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)	voir tableau 2
Tension continue maximale admissible entre connexions	100 V
Vieillessement après 90 jours, à $85 \pm 2^\circ\text{C}$ (statique)	$(-0,5 \text{ à } +1) \times 10^{-6}$

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques . . . . . selon normes MIL et CEI

\* Autres valeurs ou résonance série sur demande.

**Tableau 1** Résistance série  $R_r$ 

Fréquence (MHz)	$R_r$ max. ( $\Omega$ )
4,500000 – 4,749999	110
4,750000 – 5,999999	70
6,000000 – 6,999999	45
7,000000 – 9,999999	30
10,000000 – 14,999999	25
15,000000 – 25,000000	20

**Tableau 2** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de fréquence (MHz)	Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
		classe 0	classe I	classe II
4,5 – 25	– 5/+ 45	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
	– 10/+ 50	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
	– 15/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
4,5 – 6	– 55/+ 105	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$	$\pm 50 \times 10^{-6}$
6 – 12	– 55/+ 105	$\pm 32,5 \times 10^{-6}$	$\pm 35 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
12 – 25	– 55/+ 105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
4,5 – 25	$T_{nom} \pm 5$		$\pm 2,5 \times 10^{-6}$	$\pm 5 \times 10^{-6}$

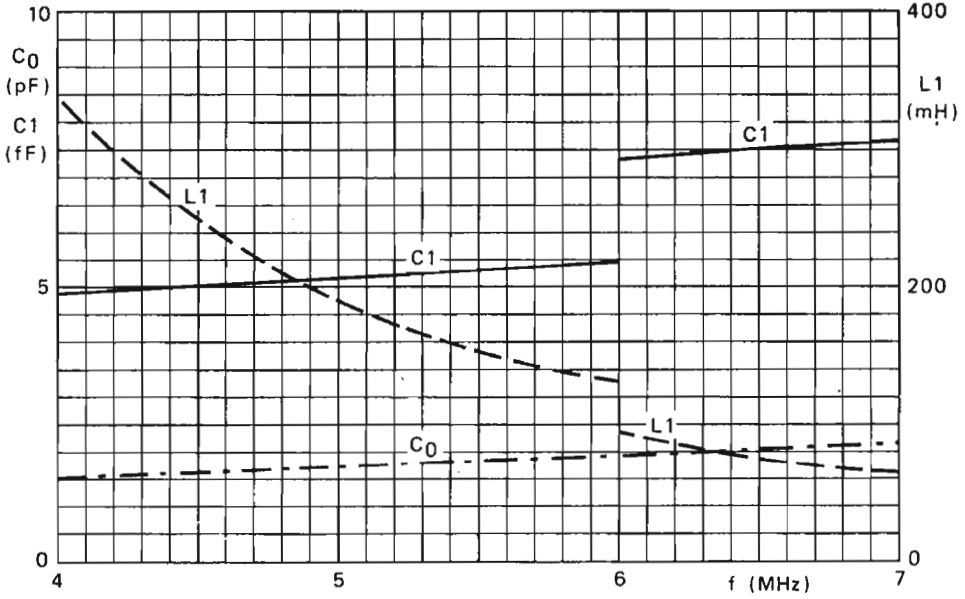


Fig. 1 — Valeurs typiques de  $L_1$ ,  $C_0$  et  $C_1$  pour les fréquences comprises entre 4 et 7 MHz.

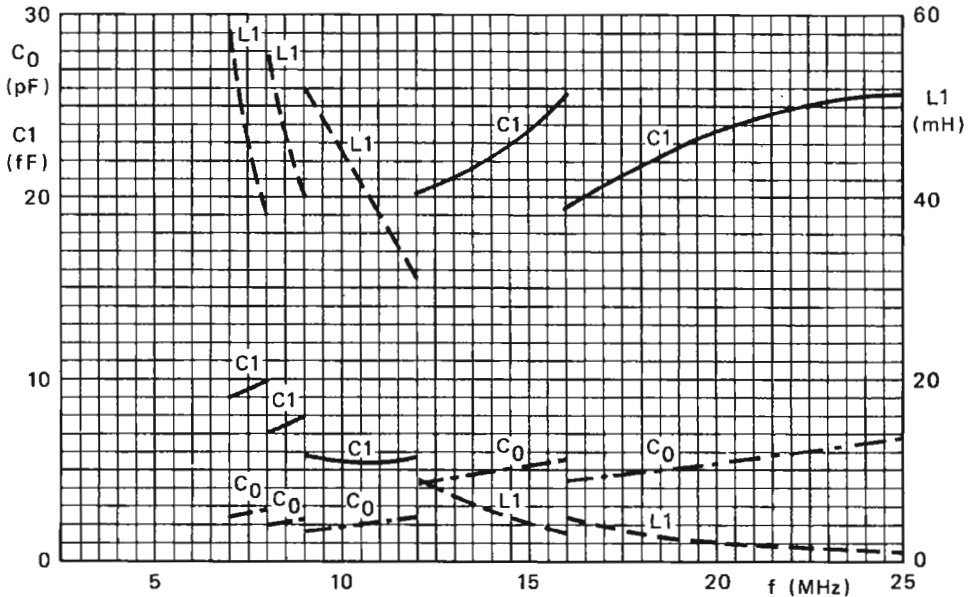


Fig. 2 — Valeurs typiques de  $L_1$ ,  $C_0$  et  $C_1$  pour les fréquences comprises entre 7 et 25 MHz.



Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	4,5 à 25 MHz
Mode de vibration .....	fondamental
Boîtier .....	RW-42 ou RW-43

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 37.

**MASSE** : 1 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C .....		$\pm 10 \times 10^{-6}$
Capacité de charge $C_L^*$ .....		30 pF
Niveau d'excitation .....		0,5 mW
Capacité dynamique $C_1$ .....		5 à 30 fF
Capacité parallèle $C_0$ .....	max.	7 pF
Résistance série $R_r$		
4,5 à 7 MHz .....	max.	80 $\Omega$
4 à 25 MHz .....	max.	40 $\Omega$
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf.: +25°C) .....		voir tableau 1
Tension continue maximale admissible entre connexions .....		100 V
Vieillessement .....		dans les limites de la préci- sion de calage

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques ..... selon normes MIL et CEI

\* Autres valeurs ou résonance série sur demande.

**Tableau 1** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
	classe 0	classe I	classe II
- 5/+ 45	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
-10/+ 60	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
-15/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 13 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
-55/+105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
$T_{nom} \pm 5$	$\pm 5 \times 10^{-6}$		

Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	10 à 75 MHz
Mode de vibration .....	partiel 3
Boîtier .....	HC-27/U

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 35.

**MASSE** : 2,5 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C .....		$\pm 10 \times 10^{-6}$
Niveau d'excitation .....		0,5 mW
Capacité dynamique C <sub>1</sub> .....	typ.	1,5 fF
Capacité parallèle C <sub>0</sub> .....	max.	7 pF
Résistance série R <sub>r</sub> .....	max.	40 Ω
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C) .....		voir tableau 1
Tension continue maximale admissible entre connexions .....		100 V
Vieillessement après 90 jours, à +85 ± 2°C (statique) .....		$(-0,5 \text{ à } +1) \times 10^{-6}$

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques .....

selon normes MIL et CEI

**Tableau 1** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
	classe 0	classe I	classe II
- 5/+ 50	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
- 10/+ 60	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
- 20/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 13 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
- 55/+ 105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
$T_{nom} \pm 5$		$\pm 2,5 \times 10^{-6}$	$\pm 5 \times 10^{-6}$



Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Fréquence nominale .....	10,00000 MHz
Mode de vibration .....	partiel 3
Boîtier .....	HC-27/U

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 35.

**MASSE** : 2,5 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Sauf spécification contraire, les valeurs sont données pour une température de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  et à un niveau d'excitation de 1 mA\*.

Fréquence de résonance $f_L$ .....		10,00000	MHz
avec une capacité de charge $C_L^{**}$ .....		75	pF
Précision de calage .....	max.	$\pm 5 \times 10^{-6}$	
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : $+70^\circ\text{C}$ ) entre $+69$ et $+71^\circ\text{C}$ .....	max.	$\pm 30 \times 10^{-6}$	
Capacité dynamique $C_1$ .....	typ.	2,1	fF
Capacité parallèle $C_0$ .....	typ.	5	pF
Inductance dynamique $L_1$ .....	typ.	120	mH
Résistance série $R_r$ ( $-40$ à $+75^\circ\text{C}$ ) .....	max.	40	$\Omega$
Tension continue maximale admissible entre connexions .....		100	V
Vieillessement .....		$\pm 5 \times 10^{-8}$ /mois	
Gamme de température d'utilisation .....		$-40$ à $+75$	$^\circ\text{C}$

La stabilité en fréquence de l'oscillateur dépend de la température d'utilisation.  
Des valeurs comprises entre  $1 \times 10^{-6}$  et  $1 \times 10^{-7}$  peuvent être obtenues.

\* L'influence du niveau d'excitation sur la fréquence est au maximum de  $2 \times 10^{-8}/\text{dB}$ .

\*\* Autres valeurs ou résonance série sur demande.



## ESSAIS

Selon norme MIL-C-3098C $\Delta f/f$ .....	max.	$\pm 3 \times 10^{-6}$
$\Delta R/R$ .....	max.	$\pm 15\%$

## MARQUAGE

Sont inscrits sur le boîtier :

- la fréquence en kHz,
- les 5 derniers chiffres du numéro de code,
- la date de fabrication codifiée.

Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence	20 à 75 MHz
Mode de vibration	partiel 3
Boîtier	HC-26/U et HC-29U

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 35.

**MASSE** : 0,8 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C		$\pm 10 \times 10^{-6}$
Niveau d'excitation		0,5 mW
Capacité dynamique C <sub>1</sub>	typ.	1,5 fF
Capacité parallèle C <sub>0</sub>	max.	7 pF
Résistance série R <sub>r</sub>	max.	30 Ω
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)		voir tableau 1
Tension continue maximale admissible entre connexions		100 V
Vieillessement après 90 jours, à 85 ± 2°C (statique)		(-0,5 à +1) × 10 <sup>-6</sup>

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques . . . . . selon normes MIL et CEI

**Tableau 1** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
	classe 0	classe I	classe II
- 5/+ 50	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
-10/+ 60	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
-20/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 13 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
-55/+105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
$T_{nom} \pm 5$		$\pm 2,5 \times 10^{-6}$	$\pm 5 \times 10^{-6}$

Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	17 à 75 MHz
Mode de vibration .....	partiel 3
Boîtier .....	RW-43

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 37.

**MASSE** : 1 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C .....		$\pm 10 \times 10^{-6}$
Niveau d'excitation .....		0,5 mW
Capacité dynamique C <sub>1</sub> .....	typ.	1,5 pF
Capacité parallèle C <sub>0</sub> .....	max.	7 pF
Résistance série R <sub>r</sub> .....	max.	40 Ω
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C) .....		voir tableau 1
Tension continue maximale admissible entre connexions .....		100 V
Vieillessement .....		dans les limites de la précision de calage

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques ..... selon normes MIL et CEI

**Tableau 1** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : + 25°C)

Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
	classe 0	classe I	classe II
- 5/+ 50	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
- 10/+ 60	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
- 20/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 13 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
- 55/+ 105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
$T_{nom} \pm 5$	$\pm 5 \times 10^{-6}$		

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	10 à 75 MHz
Mode de vibration .....	partiel 3
Boîtier .....	RW-33 ou RW-36

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 36 .

**MASSE** : 4 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C .....		$\pm 10 \times 10^{-6}$
Niveau d'excitation .....		0,5 mW
Capacité dynamique C <sub>1</sub> .....	typ.	1,5 fF
Capacité parallèle C <sub>0</sub> .....	max.	7 pF
Résistance série R <sub>r</sub> .....	max.	60 Ω
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C) .....		voir tableau 1
Tension continue maximale admissible entre connexions .....		100 V
Vieillessement .....		dans les limites de la précision de calage

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques .....

selon normes MIL et CEI

**Tableau 1** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
	classe 0	classe I	classe II
- 5/+ 50	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
- 10/+ 60	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
- 20/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 13 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
- 55/+ 105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
$T_{nom} \pm 5$	$\pm 5 \times 10^{-6}$		



Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence	50 à 125 MHz
Mode de vibration	partiel 5
Boîtier	HC-27/U

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 35.

**MASSE** : 2,5 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C		$\pm 10 \times 10^{-6}$
Niveau d'excitation		0,5 mW
Capacité dynamique $C_1$	typ.	0,5 fF
Capacité parallèle $C_0$	max.	7 pF
Résistance série $R_r$	max.	50 $\Omega$
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)		voir tableau 1
Tension continue maximale admissible entre connexions		100 V
Vieillessement après 90 jours, à 85 $\pm$ 2°C (statique)		$(-0,5 \text{ à } +1) \times 10^{-6}$

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques . . . . . selon normes MIL et CEI

**Tableau 1** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : + 25°C)

Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
	classe 0	classe I	classe II
- 5/+ 50	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
- 10/+ 60	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
- 20/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 13 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
- 55/+ 105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
$T_{nom} \pm 5$		$\pm 2,5 \times 10^{-6}$	$\pm 5 \times 10^{-6}$

Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	50 à 125 MHz
Mode de vibration .....	partiel 5
Boîtier .....	HC-26/U ou HC-29/U

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 35 .

**MASSE** : 0,8 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C .....		$\pm 10 \times 10^{-6}$
Niveau d'excitation .....		0,5 mW
Capacité dynamique $C_1$ .....	typ.	0,5 fF
Capacité parallèle $C_0$ .....	max.	7 pF
Résistance série $R_r$		
50 à 90 MHz .....	max.	50 $\Omega$
90 à 125 MHz .....	max.	70 $\Omega$
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C) .....		voir tableau 1
Tension continue maximale admissible entre connexions .....		100 V
Vieillessement après 90 jours, à $85 \pm 2^\circ\text{C}$ (statique) ..		$(-0,5 \text{ à } +1) \times 10^{-6}$

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques .....

selon normes MIL et CEI

**Tableau 1** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
	classe 0	classe I	classe II
- 5/+ 50	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
- 10/+ 60	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
- 20/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 13 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
- 55/+ 105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
$T_{nom} \pm 5$		$\pm 2,5 \times 10^{-6}$	$\pm 5 \times 10^{-6}$

Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	50 à 125 MHz
Mode de vibration .....	partiel 5
Boîtier .....	RW-42 ou RW-43

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 37.

**MASSE** : 1 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C .....		$\pm 10 \times 10^{-6}$
Niveau d'excitation .....		0,5 mW
Capacité dynamique C <sub>1</sub> .....	typ.	0,5 fF
Capacité parallèle C <sub>0</sub> .....	max.	7 pF
Résistance série R <sub>r</sub>		
50 à 90 MHz .....	max.	60 Ω
90 à 125 MHz .....	max.	80 Ω
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C) .....		voir tableau 1
Tension continue maximale admissible entre connexions .....		100 V
Vieillessement .....		dans les limites de la précision de calage

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques .....

selon normes MIL et CEI

**Tableau 1** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
	classe 0	classe I	classe II
- 5/+ 50	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
- 10/+ 60	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
- 20/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 13 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
- 55/+ 105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
$T_{nom} \pm 5$	$\pm 5 \times 10^{-6}$		

Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence .....	50 à 25 MHz
Mode de vibration .....	partiel 5
Boîtier .....	RW-33 ou RW-36

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

**ENCOMBREMENT** : Voir chapitre "BOITIERS" page 36.

**MASSE** : 4 g

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Précision de calage à +25°C .....		$\pm 10 \times 10^{-6}$
Niveau d'excitation .....		0,5 mW
Capacité dynamique $C_1$ .....	typ.	0,5 fF
Capacité parallèle $C_0$ .....	max.	7 pF
Résistance série $R_r$ .....		20 à 100 $\Omega$
Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C) .....		voir tableau 1
Tension continue maximale admissible entre connexions .....		100 V
Vieillessement .....		dans les limites de la précision de calage

### ESSAIS

Essais mécaniques et climatiques .....

selon normes MIL et CEI

**Tableau 1** Tolérance de fréquence en fonction de la température (réf. : +25°C)

Gamme de température (°C)	Tolérance de fréquence		
	classe 0	classe I	classe II
- 5/+ 50	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
- 10/+ 60	$\pm 7,5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
- 20/+ 70	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 13 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
- 55/+ 105	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 30 \times 10^{-6}$	$\pm 40 \times 10^{-6}$
$T_{nom} \pm 5$	$\pm 5 \times 10^{-6}$		



# **oscillateurs à quartz**



# INTRODUCTION

Nos oscillateurs comprennent essentiellement un quartz et son circuit oscillant associé, l'ensemble présenté dans un boîtier hermétiquement scellé. Connectés à la tension d'alimentation recommandée, ils fournissent un signal de sortie de forme et de fréquence requises.

Pour les applications nécessitant une haute stabilité de fréquence, un réseau de compensation est ajouté à l'oscillateur de façon à réduire considérablement la dérive due à la température.

Notre gamme d'oscillateurs comprend les principales familles suivantes :

## I - LES OSCILLATEURS EN BOITIER DIL

Ce sont des oscillateurs compacts en boîtiers métalliques compatibles DIL-14 ou DIL-8, sans compensation de température. Leur stabilité s'étend donc de  $\pm 25 \times 10^{-6}$  à  $\pm 500 \times 10^{-6}$  selon les modèles, pour une gamme de température de fonctionnement de 0 à 70°C. Alimentés en 5 V, ils fonctionnent selon le cas en sortie compatible TTL, CMOS ou ECL. Microprocesseurs et circuits logiques sont leurs principales applications.

## II - LES OSCILLATEURS COMMANDES EN TENSION (V.C.X.O)

Egalement en boîtier compatible DIL-14, leur fréquence peut être déplacée à l'aide d'une tension de commande. Ils sont en particulier conçus pour les systèmes numériques et la commutation en téléphonie.

## III - LES OSCILLATEURS COMPENSES EN TEMPERATURE

### a) Les T.C.X.O. (Temperature Compensated X-tal Oscillators)

Dans ce type d'oscillateur, la compensation de température est assurée à l'aide d'un circuit analogique, permettant d'atteindre une stabilité de fréquence meilleure que  $1 \times 10^{-6}$  dans une gamme de température étendue (-40/+85°C).

Les T.C.X.O. trouvent leurs applications dans les équipements de mesure et les télécommunications d'une part, en aéronautique et dans les systèmes d'arme d'autre part (guidage, détection etc...).

### b) Les D.T.C.X.O. (Digital Temperature Compensated X-tal Oscillators)

La compensation s'effectue à l'aide d'un circuit de conception digitale et d'un thermomètre numérique également à quartz. Ces oscillateurs permettent d'atteindre une stabilité meilleure que  $\pm 0,5 \times 10^{-6}$  ( $\pm 0,2 \times 10^{-6}$  en typique) dans la gamme de température -40/+85°C.

Du fait de ce type de compensation, ils allient haute stabilité, consommation réduite, fonctionnement instantané, faibles dimensions, et conviennent également aux applications professionnelles et militaires.



## TERMES ET DEFINITIONS

### **Fréquence nominale**

Fréquence indiquée sur le boîtier, et pour laquelle l'oscillateur a été réalisé et fonctionne sous les conditions spécifiées.

### **Ecart initial de fréquence ( $\Delta f$ à 25°C)**

Différence de fréquence, positive ou négative, qu'il faut ajouter algébriquement à la fréquence nominale de l'oscillateur lorsque l'on fait, à l'ambiante (25°C) et en exploitation, le réglage initial de sa fréquence. Cet écart initial ( $\Delta f$  à 25°C), indiqué en Hz sur le boîtier, est celui qui donne le meilleur centrage de la caractéristique fréquence/température dans les conditions de fonctionnement spécifiées.

### **Recalage de fréquence**

Gamme dans laquelle il est possible de faire varier la fréquence de l'oscillateur, soit par l'intermédiaire d'une résistance extérieure, soit par une capacité externe ou incorporée, afin :

- d'effectuer le réglage initial de fréquence avec l'écart convenable,
- de compenser les variations de fréquence prises par l'oscillateur, du fait du vieillissement ou pour d'autres causes.

### **Gamme de température de fonctionnement**

Gamme de température dans laquelle l'oscillateur fonctionnera en maintenant toutes les caractéristiques de fréquence et du signal de sortie dans les tolérances spécifiées.

### **Gamme de température de service**

Gamme de température dans laquelle l'oscillateur continuera de fournir un signal de sortie, mais pas nécessairement dans les tolérances de fréquence, de niveau, de forme, etc.

### **Gamme de température de stockage**

Gamme de température dans laquelle l'oscillateur (en non fonctionnement) peut être conservé sur une longue période sans aucun dommage.

Après stockage, l'oscillateur devra pouvoir délivrer une fréquence et un signal de sortie dans les tolérances spécifiées.

### **Vieillessement**

Influence du temps sur la fréquence de l'oscillateur. Cette déviation à long terme de la fréquence est due à de lentes modifications intervenant progressivement dans le quartz et dans les autres composants du circuit oscillateur ; il s'exprime en fraction de fréquence par intervalle de temps, le plus souvent en  $10^{-6}/\text{an}$ .



## I — Les oscillateurs en boîtier DIL

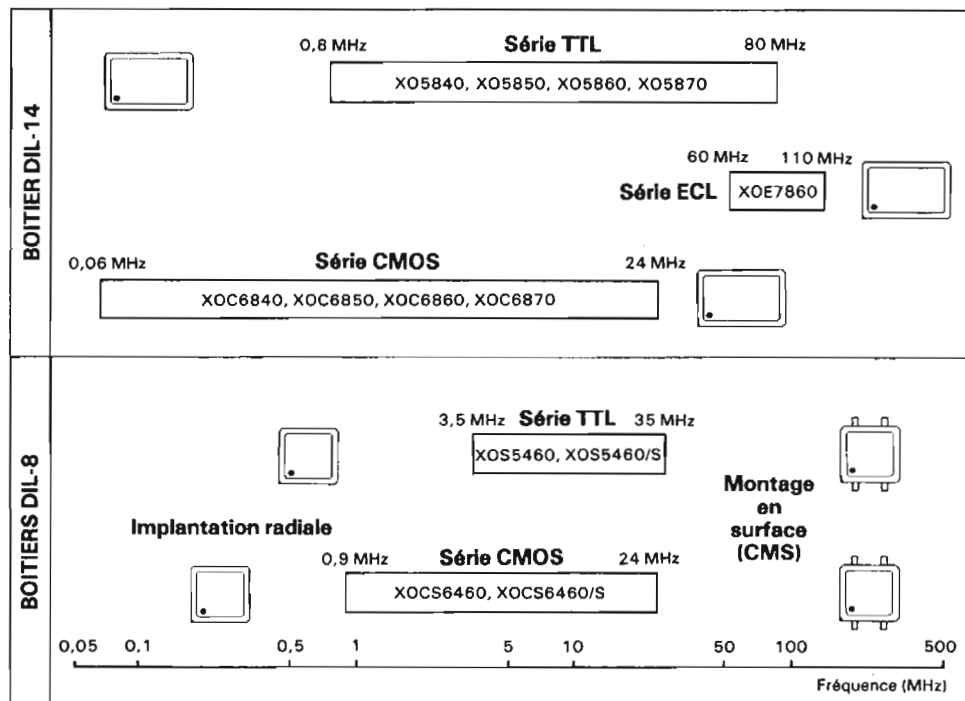
	Page
Gamme "XO" .....	99
Essais et procédures .....	100
Boîtiers .....	101
Série TTL en DIL-14 .....	103
Série TTL en DIL-8 (radial et CMS) .....	105
Série CMOS en DIL-14 .....	107
Série CMOS en DIL-8 (radial et CMS) .....	109
Série ECL en DIL-14 .....	111





# GAMME "XO"

Série	Fréquence	Boîtier	Modèle
TTL	0,8 - 80 MHz	DIL-14	XO5840, XO5850 XO5860, XO5870
	3,5 - 35 MHz	DIL-8 DIL-8 (CMS)	XOS5460 XOS5460/S
CMOS	0,06 - 24 MHz	DIL-14	XOC6840, XOC6850 XOC6860, XOC6870
	0,9 - 24 MHz	DIL-8 DIL-8 (CMS)	XOCS6460 XOCS6460/S
ECL	60 - 110 MHz	DIL-14	XOE7860



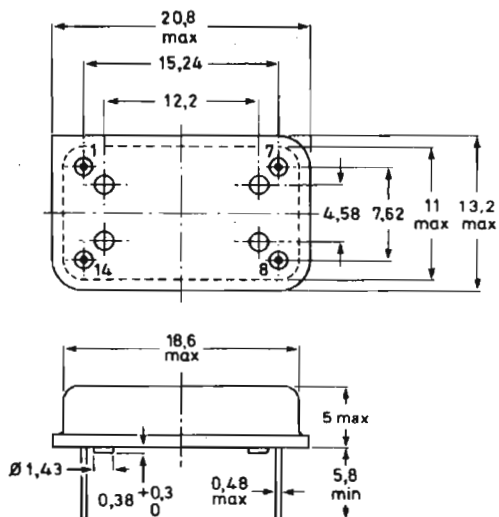
## ESSAIS ET PROCEDURES

Publication CEI		Procédure	Sanction
Méthode 679-1	Essai 68-2		
9.2.4	Na	Cycle de température 1 h à 0°C/1 h à +120°C, 3 cycles	$\Delta f/f \leq \pm 5 \times 10^{-6}$
9.2.10.2	Db	Chaleur humide 250 h à +85°C, 85% H.R.	$\Delta f/f \leq \pm 5 \times 10^{-6}$
9.2.7	Ea	Chocs 1000 g, 0,35 ms, demi-sinusoidale 3 x 3 chocs dans les 3 directions	$\Delta f/f \leq \pm 5 \times 10^{-6}$
9.2.6	Fc	Vibrations 1,5 mm de 10 à 55 Hz 35 g de 55 à 2000 Hz dans les 3 directions — Durée totale : 12 h	$\Delta f/f \leq - 5 \times 10^{-6}$
9.2.2.1	Qc	Etanchéité — Herméticité	100% $\leq 2.10^{-8}$ bar.cm <sup>3</sup> /s
9.2.2.2	Qk	Méthode du bain Essai à l'hélium (fuite fine)	
9.2.1.2	Ub	Tenue mécanique des connexions 2 pliages à 90° traction de 5 N	Aucun dommage visible, ni fuite
9.2.3	Ta	Soudabilité 235 ± 5°C, 2 s	Bon étamage

# BOITIERS

## BOITIER COMPATIBLE DIL-14

Encombrement (dimensions en mm)



### Connexions

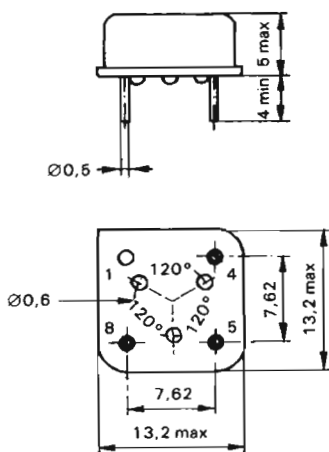
- 1 : non reliée (TTL, ECL)  
ou fonction "standby" (CMOS)
- 7 : masse (et boîtier)
- 8 : sortie
- 14 : alimentation + 5 V (TTL, CMOS)  
- 5,2 V (ECL)

### Marquage

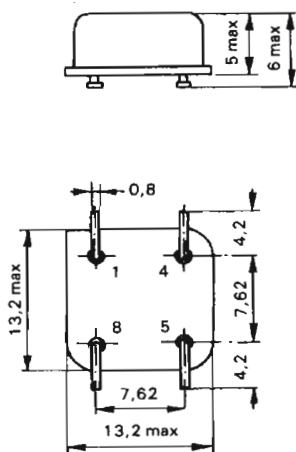
VALVO,  
Modèle (XO....),  
Fréquence,  
Code date fabrication (année/semaine),  
Point repère connexion 1.

## BOITIERS COMPATIBLES DIL-8

Encombrement (dimensions en mm)



Implantation radiale



Montage en surface (CMS)

### Connexions

- 1 : non reliée (TTL)  
ou fonction "standby" (CMOS)
- 4 : masse (et boîtier)
- 5 : sortie
- 8 : alimentation + 5 V

### Marquage

VALVO,  
Modèle,  
Fréquence,  
Code date fabrication (année/semaine),  
Point repère connexion 1.

# oscillateurs en boîtier DIL-14

## série TTL



modèles X05840 , X05850  
X05860\* , X05870

\* modèle préférentiel

Mars 1987

- Gamme de fréquence : 0,8 à 80 MHz
- Sortie compatible TTL et LOCMOS
- 4 tolérances de fréquence au choix
- Bonne stabilité du facteur de forme

### DIMENSIONS, IMPLANTATION ET MARQUAGE

Voir chapitre "BOITIERS" page 101.

### TOLERANCE DE FREQUENCE ( $\Delta f/f$ )

Modèle	Tolérance de fréquence dans la gamme 0 – 70°C (2)
X05840	$\pm 25 \times 10^{-6}$
X05850	$\pm 50 \times 10^{-6}$
X05860 (1)	$\pm 100 \times 10^{-6}$
X05870	$\pm 500 \times 10^{-6}$

(1) X05860 : modèle préférentiel.

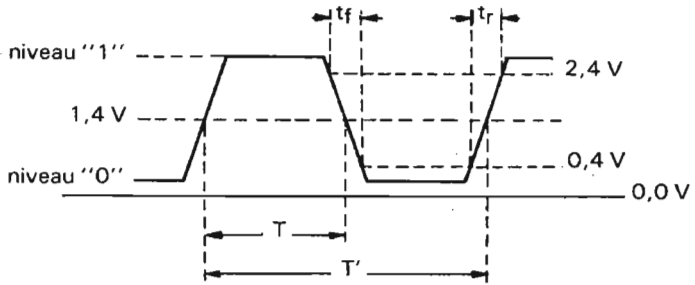
(2) La tolérance de fréquence comprend toutes les variations des paramètres confondues entre 0 et 70°C, et la tolérance de calage à 25°C.

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Gamme de fréquence	0,8 à 80 MHz
Température de fonctionnement	0 à 70°C (3)
Température de stockage	- 55 à + 125°C
Tension d'alimentation	5 V $\pm$ 10%
Consommation	max. 50 mA (0,8 à 3,5 MHz) max. 30 mA (3,5 à 23 MHz) max. 50 mA (23 à 60 MHz) max. 70 mA (60 à 80 MHz)
Sortie	compatible TTL et LOCMOS
Sortance	1 à 10 portes TTL (1,6 mA/porte) (0,8 à 60 MHz) 1 à 5 portes TTL (1,6 mA/porte) (60 à 80 MHz)
Facteur de forme (symétrie)	40 à 60% à 1,4 V
Temps de montée/descente ( $t_r/t_f$ )	max. 15 ns (0,8 à 9 MHz) max. 10 ns (9 à 32 MHz) max. 5 ns (32 à 80 MHz)

(3) Gamme de température élargie : nous consulter

**SIGNAL DE SORTIE**



$$\text{symétrie} = \frac{T}{T'} \times 100\%$$

# oscillateurs en boîtier DIL-8 série TTL



modèles XOS5460

XOS5460/S (CMS)

Mars 1987

- Gamme de fréquence : 3,5 à 35 MHz
- 2 versions : XOS5460 pour montage classique (radial)  
XOS5460/S pour montage en surface (CMS)
- Très faible encombrement
- Sortie compatible TTL et LOCMOS

## DIMENSIONS, IMPLANTATION ET MARQUAGE

Voir chapitre "BOITIERS" page 102.

## CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Tolérance globale de fréquence . . . . .	$\pm 100 \times 10^{-6}$
Température de fonctionnement . . . . .	0 à 70°C
Température de stockage . . . . .	- 55 à + 125°C
Tension d'alimentation . . . . .	5 V $\pm$ 10%
Consommation . . . . .	max. 30 mA (3,5 à 23 MHz) max. 40 mA (23 à 35 MHz)
Sortance . . . . .	1 à 10 portes TTL (1,6 mA/porte)
Facteur de forme (symétrie) . . . . .	40 à 60% à 1,4 V
Temps de montée/descente ( $t_r/t_f$ ) . . . . .	max. 15 ns (3,5 à 9 MHz) max. 10 ns (9 à 35 MHz)

## SIGNAL DE SORTIE

Identique à celui de la série TTL modèles XO5840/50/60/70 (p. 103).





# oscillateurs en boîtier DIL-14 série CMOS



modèles XOC6840 , XOC6850  
XOC6860\* , XOC6870

\* modèle préférentiel

Mars 1987

- Gamme de fréquence : 60 kHz à 24 MHz
- Sortie compatible CMOS
- 4 tolérances de fréquence au choix
- Consommation réduite par fonction standby

## DIMENSIONS, IMPLANTATION ET MARQUAGE

Voir chapitre "BOITIERS" page 101.

## TOLERANCE DE FREQUENCE ( $\Delta f/f$ )

Modèle	Tolérance de fréquence dans la gamme 0–70°C (2)
XOC6840	$\pm 25 \times 10^{-6}$
XOC6850	$\pm 50 \times 10^{-6}$
XOC6860 (1)	$\pm 100 \times 10^{-6}$
XOC6870	$\pm 500 \times 10^{-6}$

(1) XOC6860 : modèle préférentiel.

(2) La tolérance de fréquence comprend toutes les variations des paramètres confondues entre 0 et 70°C, et la tolérance de calage à 25°C.

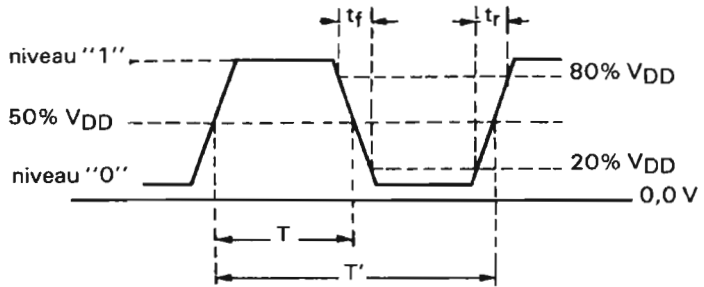
## CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Gamme de fréquence (F) . . . . .	60 kHz à 24 MHz
Température de fonctionnement . . . . .	0 à 70°C (3)
Température de stockage . . . . .	– 55 à + 125°C
Tension d'alimentation ( $V_{DD}$ ) . . . . .	5 V $\pm$ 10%
Consommation . . . . .	max. 6 mA (60 kHz à 16 MHz)
	max. 8 mA (16 à 24 MHz)
Sortie . . . . .	compatible TTL et CMOS
Sortance . . . . .	1 porte TTL
Facteur de forme (symétrie) . . . . .	40 à 60% à 50% de $V_{DD}$
Temps de montée/descente ( $t_r/t_f$ ) . . . . .	max. 20 ns
Fonction standby . . . . .	

Entrée 1	Sortie 8
Bas (1,0 V max.)	Bas (masse)
Haut (4,0 V min.)	F
ou non connectée	

(3) Gamme de température élargie : nous consulter

SIGNAL DE SORTIE



$$\text{symétrie} = \frac{T}{T'} \times 100\%$$

# oscillateurs en boîtier DIL-8 série CMOS



modèles XOCS6460

XOCS6460/S (CMS)

Mars 1987

- Gamme de fréquence\* : 0,9 à 24 MHz
- 2 versions : XOCS6460 pour montage classique (radial)  
XOCS6460/S pour montage en surface (CMS)
- Très faible encombrement
- Sortie compatible CMOS

## DIMENSIONS, IMPLANTATION ET MARQUAGE

Voir chapitre "BOITIERS" page 102.

## CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Gamme de fréquence (F) . . . . .		0,9 à 24 MHz
Tolérance globale de fréquence . . . . .		$\pm 100 \times 10^{-6}$
Température de fonctionnement . . . . .		0 à 70°C
Température de stockage . . . . .		-55 à +125°C
Tension d'alimentation ( $V_{DD}$ ) . . . . .		5 V $\pm$ 10%
Consommation . . . . .	max.	6 mA (0,9 à 16 MHz)
	max.	8 mA (16 à 24 MHz)
Sortie . . . . .		compatible TTL et CMOS
Sortance . . . . .		1 porte TTL (1,6 mA)
Facteur de forme (symétrie) . . . . .		40 à 60% à 50% de $V_{DD}$
Temps de montée/descente ( $t_r/t_f$ ) . . . . .	max.	20 ns
Fonction standby . . . . .		

Entrée 1	Sortie 5
Bas (1,0 V max.)	Bas (masse)
Haut (4,0 V min.)	F
ou non connectée	

## SIGNAL DE SORTIE

Identique à celui de la série CMOS modèles XOC6840/50/60/70 (p. 107).

\* Fréquences à partir de 0,25 MHz : nous consulter.



# oscillateurs en boîtier DIL-14 série ECL



modèle XOE7860

Mars 1987

- Gamme de fréquence\* : 60 à 110 MHz
- Sortie compatible ECL 10000
- Stabilité globale\*\* :  $\pm 100 \times 10^{-6}$
- Température de fonctionnement : 0 à 70°C

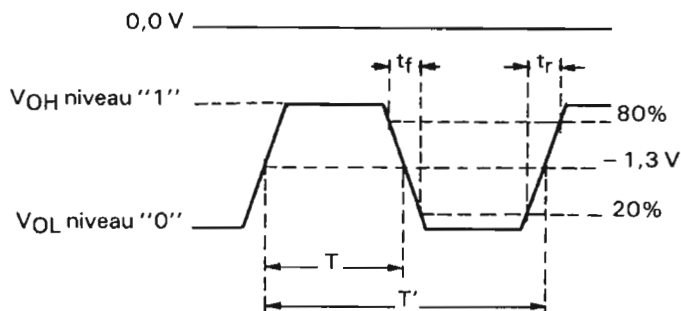
## DIMENSIONS, IMPLANTATION ET MARQUAGE

Voir chapitre "BOITIERS" page 101.

## CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Température de stockage .....	- 55 à + 125°C
Tension d'alimentation .....	- 5,2 V $\pm$ 5%
Consommation .....	max. 40 mA
Facteur de forme (symétrie) .....	40 à 60% à - 1,3 V
Temps de montée/descente ( $t_r/t_f$ ) .....	max. 3 ns

## SIGNAL DE SORTIE



$$\begin{aligned}
 V_{OH} &: -0,96 / -0,81 \text{ V} \\
 V_{OL} &: -1,85 / -1,65 \text{ V} \\
 \text{symétrie} &= \frac{T}{T'} \times 100\%
 \end{aligned}$$

\* Fréquence de 10 à 60 MHz ou jusqu'à 120 MHz : nous consulter

\*\* Stabilité comprenant tolérance de calage à 25°C, variations de température, de charge, d'alimentation et le vieillissement.



## **II — Les oscillateurs commandés en tension (V.C.X.O.)**

	Page
Modèle VO199 (DIL-14) .....	115





Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence*	8 à 15 MHz
Stabilité de fréquence	$\pm 20 \times 10^{-6}$
Température de fonctionnement	-5 à +60°C
Tension d'alimentation	5 V $\pm$ 5%
Sortance	3 standard TLL max.

### DESCRIPTION

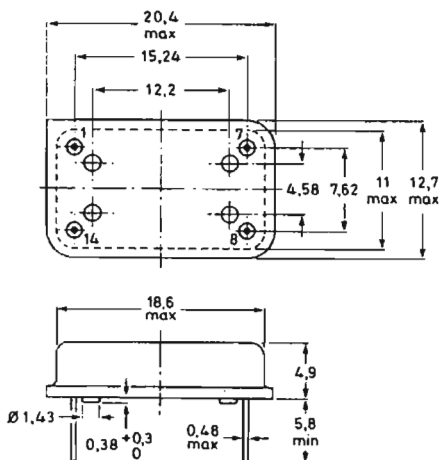
Cet oscillateur commandé en tension comprend un quartz, et pour élément actif un circuit intégré Schottky TTL-LS.

La variation de sa fréquence peut être effectuée par l'intermédiaire d'une tension de commande. Le boîtier métallique est soudé hermétiquement sous azote dépourvu d'humidité ; ses quatre connexions présentent des entraxes compatibles DIL-14.

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

#### ENCOMBREMENT

Dimensions en mm



- Connexion 1 : tension de commande
- Connexion 7 : masse et boîtier
- Connexion 8 : sortie
- Connexion 14 : alimentation + 5 V

\* En préparation : extension de la gamme jusqu'à 20 MHz.

## MARQUAGE

Sont inscrits sur le boîtier :

- la fréquence nominale en kHz,
- le code produit,
- la date de fabrication (mois et année).

## MONTAGE

Conditions de soudage ..... max. 260°C, 10 s

## CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

### Alimentation

Tension .....	$V_{CC}$		+5 V $\pm$ 10%
Courant .....	$I_{CC}$	typ.	6 mA
		max.	10 mA

Gamme de fréquence .....			8 à 15 MHz
Stabilité de fréquence/Temp. (– 5 à +60°C) .....			$\pm 20 \times 10^{-6}$
Excursion de fréquence .....			$\pm 160 \times 10^{-6}$
Tension de commande			
Fréquence inférieure .....			+5 V
Fréquence médiane .....			0 V
Fréquence supérieure .....			– 5 V
Tolérance de fréquence à 0 V .....			$\pm 30 \times 10^{-6}$
Vieillessement (sur 10 ans à 60°C) .....			$\pm 10 \times 10^{-6}$
Sortie conforme TTL-LS			
Mesures en dynamique avec capacité de charge de 15 pF			
Temps d'établissement .....		max.	10 ms
Gamme de température			
de fonctionnement .....			– 5 à +60°C
de stockage .....			–25 à +85°C

**ESSAIS ET PROCEDURES**

CEI68-2 méthode	Essai	Procédure	Sanction
Na	Cycles de température	1 h à -40°C/1 h à +85°C, 10 cycles	Aucun dommage $\Delta f/f \leq \pm 5 \times 10^{-6}$
Db	Chaleur humide	+25 à +55°C, 6 cycles 95% H.R.	$\Delta f/f \leq \pm 5 \times 10^{-6}$
Aa, Ba	Stockage	16 h à +125°C, 2 h à -55°C	Aucun défaut
Ea Ed	Chocs Chute libre	100 g, 6 chocs dans les 3 directions 250 mm sur plaque de bois	$\Delta f/f \leq \pm 5 \times 10^{-6}$
Fc	Vibrations	20 g de 10 à 50 Hz 3 directions, 30 min par direction	Aucun dommage $\Delta f/f \leq \pm 5 \times 10^{-6}$
Qc, Qx	Herméticité	16 h, 700 kPa Hélium	$< 1 \times 10^{-8}$ ncc/s
T	Soudabilité	max. 10 s, 260°C choc thermique : 3 s, 350°C	Bon étamage Aucun dommage $\Delta f/f \leq \pm 5 \times 10^{-6}$
Ub	Tenue mécanique des connexions	traction 5 N, méthode 1	Aucun dommage visible Aucune fuite
MIL-O-55310/16	Vieillessement	30 jours à 60°C	$\Delta f/f \leq 1,5 \times 10^{-6}$



### III — Les oscillateurs compensés en température (T.C.X.O. et D.T.C.X.O.)

	Page
• <b>Oscillateurs à compensation analogique : T.C.X.O.</b> (Temperature Compensated X-tal Oscillators)	
Généralités .....	121
— Description et fonctionnement .....	121
— Utilisation des T.C.X.O. ....	122
T.C.X.O. pour applications civiles et professionnelles .....	123
— Gamme de produits .....	123
— Appellation commerciale .....	124
— Marquage .....	124
— Boîtier .....	125
— Essais et procédures .....	126
— Modèles D100-C200 .....	127
— Modèles D100X-C200X .....	129
— Modèles D100Y-C200Y .....	131
T.C.X.O. pour applications militaires et aéronautiques	
— Nous consulter.	
• <b>Oscillateurs à compensation numérique : D.T.C.X.O.</b> (Digitally Temperature Compensated X-tal Oscillators)	
— Généralités .....	133
— Modèle O198 .....	135



# OSCILLATEURS A COMPENSATION ANALOGIQUE (T.C.X.O.)

## GENERALITES

Les oscillateurs à quartz, utilisés dans des systèmes électroniques destinés à la métrologie, aux transmissions, au guidage, à la détection, etc..., doivent avoir une grande stabilité de fréquence.

## DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT

Lorsqu'un oscillateur à quartz est soumis à des variations de température ambiante, la fréquence de travail dérive. Les causes principales de cette dérive sont le quartz et le circuit d'entretien de l'oscillation. Dans un T.C.X.O. c'est l'ensemble de toutes les causes de dérive qui sera compensé.

Le procédé utilisé pour obtenir ce résultat est relativement simple dans son principe : la fréquence de résonance d'un quartz peut être modifiée à volonté, dans une plage toutefois assez limitée, en faisant varier la charge capacitive du quartz.

Si cette charge capacitive est constitué par une diode à capacité variable, il est alors possible d'obtenir des variations de fréquence de même grandeur, mais de signe opposé aux dérives du quartz provoquées par la température. Le plus délicat à réaliser étant, dans ce cas, la loi de variation de la tension de polarisation de la diode à capacité variable. En effet, nous sommes en présence de fonctions très différentes :

- celle qui régit les dérives de fréquence du quartz en fonction de la température est très proche d'une fonction du 3ème degré. (Fig. 1)
- celle qui lie la fréquence de résonance du quartz avec la valeur de la charge capacitive est hyperbolique. (Fig. 2).
- celle qui détermine la valeur de la capacité d'une diode est logarithmique (Fig. 3).

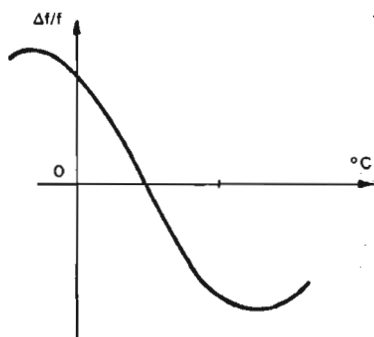


Fig. 1

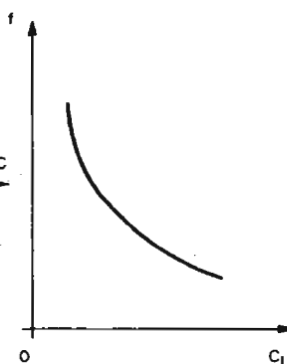


Fig. 2

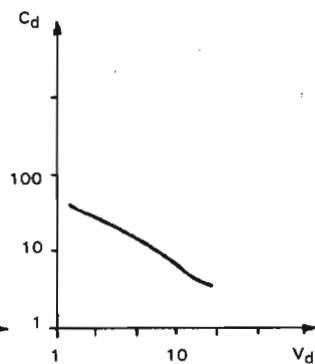


Fig. 3

Le but du réseau de compensation est donc de créer une tension de polarisation avec une loi telle que combinée avec celles du b) et c) on obtienne une stabilité relative de la fréquence avec la meilleure tolérance possible.

Un T.C.X.O. sera donc essentiellement constitué des fonctions suivantes :

- quartz,
- diode à capacité variable,
- oscillateur,
- réseau de compensation,
- alimentation stabilisée,

ainsi que le montre la fig. 4 ci-après.

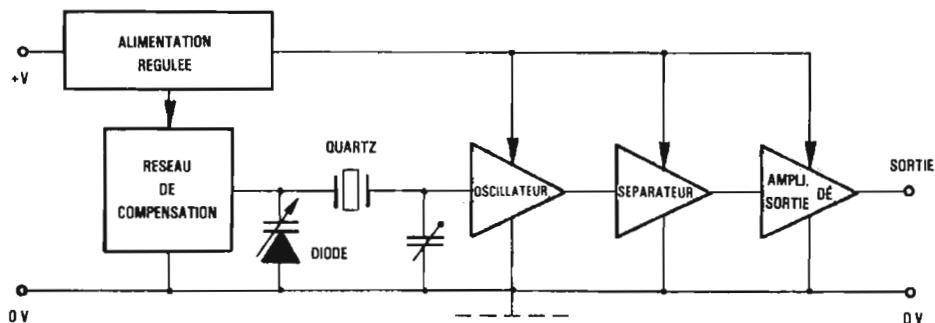


Fig. 4

De plus, afin de ne pas introduire des causes de dérives supplémentaires non souhaitables, le signal utile sera prélevé sur l'oscillateur par l'intermédiaire de deux étages. L'un sera un étage séparateur, le plus souvent un transistor en montage collecteur commun, l'autre un amplificateur de sortie permettant d'obtenir le niveau et l'impédance de sortie nécessaires.

#### UTILISATION D'UN T.C.X.O.

La caractéristique principale d'un T.C.X.O. étant sa stabilité, il faut, à sa mise en service, procéder au calage de la fréquence. Pour cela, il faut savoir que la mesure initiale, faite en sortie de fabrication, est indiquée sur l'étiquette signalétique sous la forme d'une donnée appelée :  $\Delta F_{25^{\circ}\text{C}} : \dots \text{ Hz}$  (Fig. 5). Ceci signifie qu'à la température ambiante de  $25^{\circ}\text{C}$  il faut rajouter (algèbriquement) l'écart indiqué ( $\pm \Delta F$ ) à la fréquence nominale pour obtenir la fréquence de sortie réelle à cette température.

TCXO TYPE	PHILIPS
FREQ :	MHz
$\Delta F_{25^{\circ}\text{C}} :$	Hz
RANGE :	$^{\circ}\text{C}$
NO :	

Fig. 5

Mais le calage ayant été fait en usine pour une tension d'alimentation nominale et une valeur de charge nominale, ce qui a donné lieu, soit à un réglage du condensateur ajustable, soit à la définition d'une valeur de résistance de calage (qui est aussi indiquée sur l'étiquette), il n'est pas du tout certain que ces conditions seront reproduites exactement dans le montage. Il convient donc d'agir sur l'élément de réglage pour ramener la plage de variation exactement au centre du gabarit.



Dans le cas de la figure 6, le T.C.X.O. avait à l'origine un  $\Delta F_{25^{\circ}\text{C}}$  de +4 Hz. Après mesure de la fréquence dans le montage d'utilisation (10.000.043 Hz), nous voyons qu'à 25°C nous devons agir sur le réglage de calage pour retrouver la fréquence de sortie. Après réglage nous devons mesurer au fréquencemètre 10.000.004 Hz.

Ce calage de fréquence terminé, il ne faudra plus retoucher ni à la tension d'alimentation, qui devra rester dans la tolérance prescrite, ni à la nature de la charge.

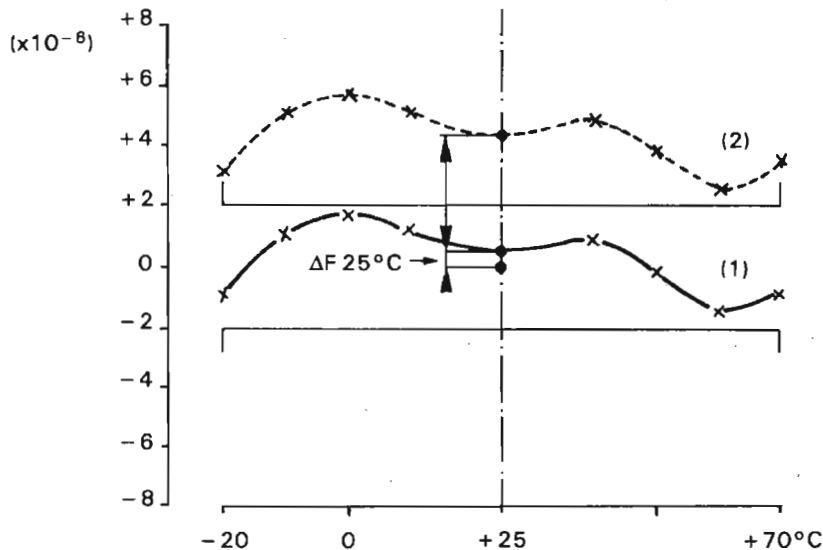


Fig. 6 T.C.X.O. C200, 10 MHz,  $\Delta F_{25^{\circ}\text{C}} = +4$  Hz

(1) courbe de sortie fabrication

(2) courbe dans le montage

### Vieillessement

Les quartz utilisés dans la fabrication des T.C.X.O., bien qu'ils soient préalablement vieillis artificiellement, dérivent dans le temps. Les quartz en boîtier tout verre (le cristal se trouve dans le vide) sont de loin ceux qui dérivent le plus lentement. C'est ainsi que les dérives annuelles moyennes sont inférieures à  $\pm 1 \times 10^{-6}$ .

Selon les tolérances de dérive que l'utilisateur devra respecter, un recalage périodique devra être effectué en utilisant la même méthode que celle décrite précédemment pour le calage initial.

## T.C.X.O. POUR APPLICATIONS CIVILES ET PROFESSIONNELLES

### GAMMES DES PRODUITS

Dans les différentes gammes de fréquences couvertes, chaque modèle résulte de l'association :

— d'une gamme de température de fonctionnement, désignée par une lettre :

C (-20/+70°C)

D (0/+50°C)

— d'une classe de stabilité repérée par un groupe de 3 chiffres :

200 équivaut à  $\pm 2 \times 10^{-6}$

100 équivaut à  $\pm 1 \times 10^{-6}$

Les modèles proposés sont C200 ou D100, présentés en boîtier B3 (voir page 127).

Le tableau ci-dessous donne une description résumée de la gamme.

Gamme de fréquence (MHz)	Gamme de température (°C)	Stabilité de fréquence ( $\pm 10^{-6}$ )	Tension d'alimentation (V)	Recalage* R ou C <sub>e</sub>	Modèle
4,5 - 12	0/ + 50	$\pm 1$	12 V $\pm$ 10%	R	D100
	- 20/ + 70	$\pm 2$			C200
4,5 - 15	0/ + 50	$\pm 1$	12 V $\pm$ 10%	C <sub>e</sub>	D100X
	- 20/ + 70	$\pm 2$			C200X
20 - 50	0/ + 50	$\pm 1$	12 V $\pm$ 2%	C <sub>e</sub>	D100Y
	- 20/ + 70	$\pm 2$			C200Y

\* Recalage : R par résistance (ou potentiomètre) extérieure.  
C<sub>e</sub> par condensateur extérieur.

### APPELLATION COMMERCIALE

Elle donne successivement :

- la gamme de température de fonctionnement : C ou D ;
- la classe de stabilité : 100 ou 200 ;
- éventuellement (pour les T.C.X.O. à recalage par condensateur extérieur), une lettre :  
X pour les T.C.X.O. en fondamental,  
Y pour les T.C.X.O. en partiel 3 ;
- la fréquence en MHz.

### Exemple

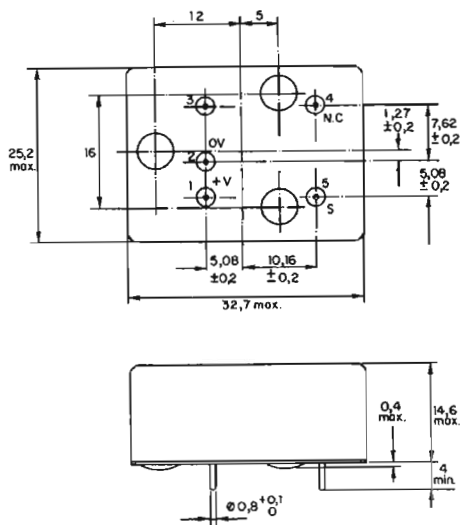
C 200 Y 32,7 MHz

T.C.X.O. • stabilité  $\pm 2 \times 10^{-6}$  dans la gamme - 20/ + 70°C (C200),  
• recalage de fréquence par condensateur extérieur (Y),  
• fréquence 32,7 MHz

### MARQUAGE

T.C.X.O.	Philips
Type	4322 ...
Fréquence	MHz
$\Delta f_{25^\circ C}$	Hz
Gamme	°C
N° de série	

## BOITIER



**Type B3**

### *Brochage*

1 : + alimentation

2 et 3 : élément de calage (2 est le 0 V alimentation)

4 : connexion interne (à ne pas utiliser)

5 : sortie

*Masse (T.C.X.O. complet) : 25 g environ.*

**ESSAIS ET PROCEDURES****Modèles D100 - C200/D100X - C200X/D100Y - C200Y**

CEI 68-2 méthode	Essai	Procédure	Sanction
Db	Chaleur humide	+ 25 à + 55°C, 6 cycles à 95% H. R.	$\Delta f/f \leq \pm 0,5 \times 10^{-6}$
Ea	Chocs	50 g, 6 directions, 1 fois par direction	$\Delta f/f \leq \pm 0,5 \times 10^{-6}$
Fc	Vibrations	10-500-10 Hz, accélération 10 g, 3 directions, 30 min par direction	$\Delta f/f \leq \pm 0,5 \times 10^{-6}$
Tb	Résistance au soudage	260 ± 5°C 10 ± 1 s	$\Delta f/f \leq \pm 0,5 \times 10^{-6}$

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence . . . . .	4,5 à 12 MHz
Stabilité de fréquence . . . . .	$\pm 1$ et $\pm 2 \times 10^{-6}$
Alimentation . . . . .	12 V $\pm 10\%$
Sortie . . . . .	sinusoïdale (500 $\Omega$ min.)
Boîtier . . . . .	type B3 (voir page 125).
Recalage de fréquence par résistance extérieure	

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

#### Stabilité de fréquence dans la gamme de température de fonctionnement

Modèle D100 . . . . .	$\pm 1 \times 10^{-6}$ (0/+50°C)
Modèle C200 . . . . .	$\pm 2 \times 10^{-6}$ (-20/+70°C)

Température de stockage . . . . . -25 à +85°C

#### Alimentation

Tension . . . . .	12 V $\pm 10\%$ (avec R1 = 470 $\Omega$ )
Courant . . . . .	max. 12 mA
Consommation . . . . .	max. 200 mW

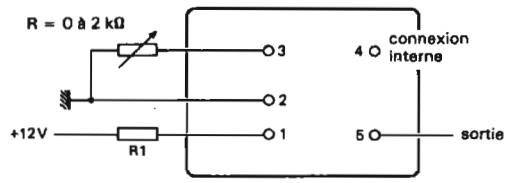
Sortie . . . . . voir fig. 2 et 3

Résistance interne R <sub>i</sub> . . . . .	2800 $\Omega \pm 5\%$
Capacité interne C <sub>i</sub> . . . . .	5,5 pF $\pm 5\%$
Tension de source interne V <sub>i</sub> . . . . .	600 mV $\pm 40\%$
Impédance de charge Z <sub>L</sub> . . . . .	min. 500 $\Omega$

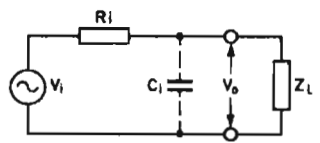
Vieillessement . . . . . <  $\pm 1 \times 10^{-6}$ /an

Recalage de fréquence (après calage initial) . . . . . min.  $\pm 2 \times 10^{-6}$

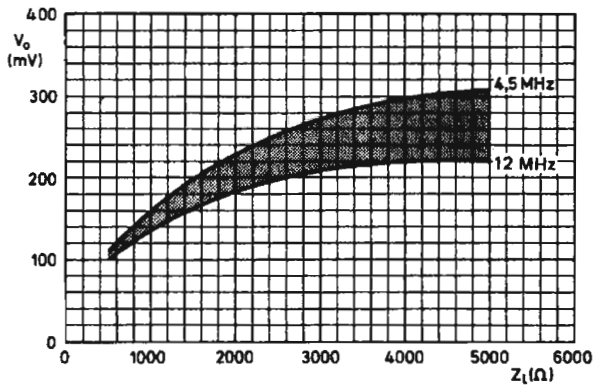
**Modèle standard : C200 10 MHz (4322 192 00001)**



**Fig. 1 — Plan de câblage**



**Fig. 2 — Circuit équivalent**



**Fig. 3 — Tension de sortie en fonction de la charge  $Z_L$**

**CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT**

Voir "Essais et procédures" page 126.

## modèles D100X - C200X

Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence . . . . .	4,5 à 15 MHz
Stabilité de fréquence . . . . .	$\pm 1$ et $\pm 2 \times 10^{-6}$
Alimentation . . . . .	12 V $\pm$ 10%
Sortie . . . . .	sinusoïdale (500 $\Omega$ min.)
Boîtier . . . . .	type B3 (voir page 125).
Recalage de fréquence par condensateur extérieur	

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

#### Stabilité de fréquence dans la gamme de température de fonctionnement

Modèle D100X . . . . .	$\pm 1 \times 10^{-6}$ (0/+ 50°C)
Modèle C200X . . . . .	$\pm 2 \times 10^{-6}$ (-20/+ 70°C)
Température de stockage . . . . .	-25 à +85°C

#### Alimentation

Tension . . . . .	12 V $\pm$ 10% (avec R1 = 470 $\Omega$ )
Consommation . . . . .	max. 150 mW

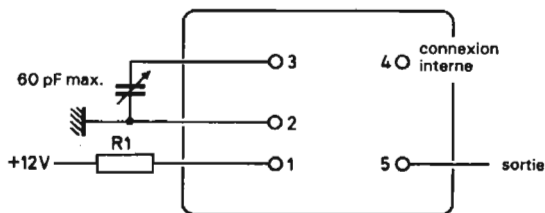
Sortie . . . . . voir fig. 2 et 3

Résistance interne $R_i$ . . . . .	2800 $\Omega$ $\pm$ 5%
Capacité interne $C_i$ . . . . .	5,5 pF $\pm$ 5%
Tension de source interne $V_i$ . . . . .	600 mV $\pm$ 40%
Impédance de charge $Z_L$ . . . . .	min. 500 $\Omega$

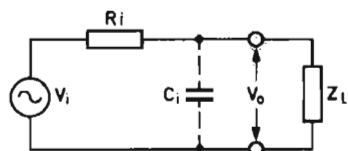
Viellissement . . . . . <  $\pm 1 \times 10^{-6}$ /an

Recalage de fréquence (après calage initial) . . . . . min.  $\pm 2 \times 10^{-6}$

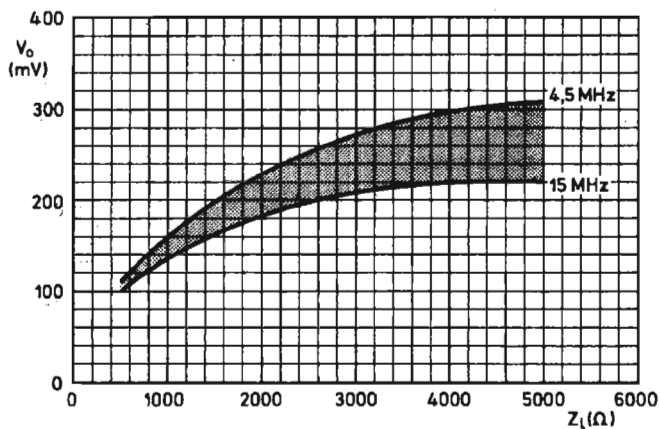
**Modèle standard :** C200X 4,194304 MHz (4322 191 00031)  
 C200X 4,433619 MHz (4322 191 00041)  
 C200X 5 MHz (4322 191 00011)  
 C200X 10 MHz (4322 191 00001)



**Fig. 1 — Plan de câblage**



**Fig. 2 — Circuit équivalent**



**Fig. 3 — Tension de sortie en fonction de la charge  $Z_L$**

## CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT

Voir "Essais et procédures" page 126.



Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence . . . . .	20 à 50 MHz
Stabilité de fréquence . . . . .	$\pm 1$ et $\pm 2 \times 10^{-6}$
Alimentation . . . . .	12 V $\pm 2\%$
Sortie . . . . .	sinusoïdale (500 $\Omega$ min.)
Boîtier . . . . .	type B3 (voir page 125).
Recalage de fréquence par condensateur extérieur	

### CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Stabilité de fréquence dans la gamme de température de fonctionnement

Modèle D100Y . . . . .	$\pm 1 \times 10^{-6}$ (0/+50°C)
Modèle C200Y . . . . .	$\pm 2 \times 10^{-6}$ (-20/+70°C)
Température de stockage . . . . .	-25 à +85°C

Alimentation

Tension . . . . .	12 V $\pm 2\%$ (avec R1 = 390 $\Omega$ ) et voir fig. 4
-------------------	--

Consommation . . . . .	max. 180 mW
------------------------	-------------

Sortie . . . . . voir fig. 2 et 3

Résistance interne R <sub>i</sub> . . . . .	2800 $\Omega \pm 5\%$
---	-----------------------

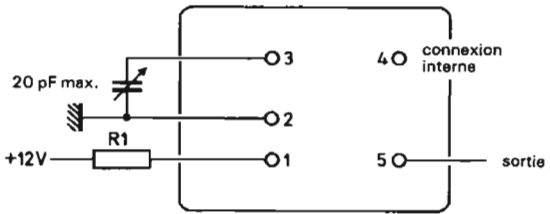
Capacité interne C <sub>j</sub> . . . . .	5,5 pF $\pm 5\%$
---	------------------

Tension de source interne V <sub>i</sub> . . . . .	600 mV $\pm 40\%$
--	-------------------

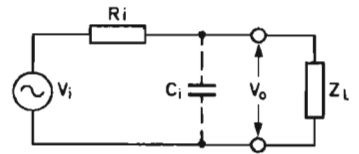
Impédance de charge Z <sub>L</sub> . . . . .	min. 500 $\Omega$
--	-------------------

Vieillessement . . . . . <  $\pm 1 \times 10^{-6}$ /an

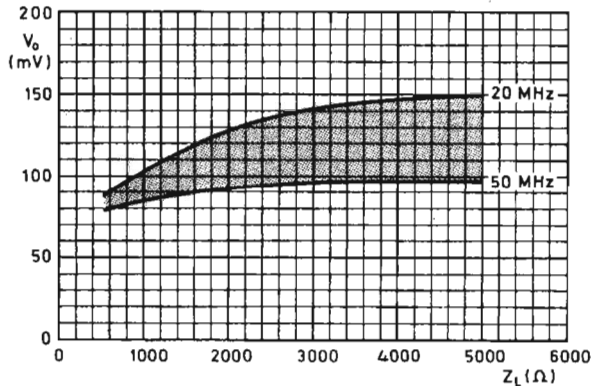
Recalage de fréquence (après calage initial) . . . . . min.  $\pm 2 \times 10^{-6}$



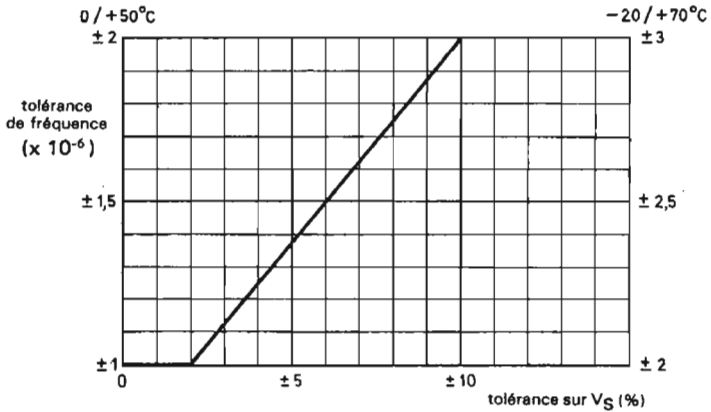
**Fig. 1 – Plan de câblage**



**Fig. 2 – Circuit équivalent**



**Fig. 3 – Tension de sortie en fonction de la charge  $Z_L$**



**Fig. 4 – Tolérance en fonction des variations de tension d'alimentation  $V_S$**

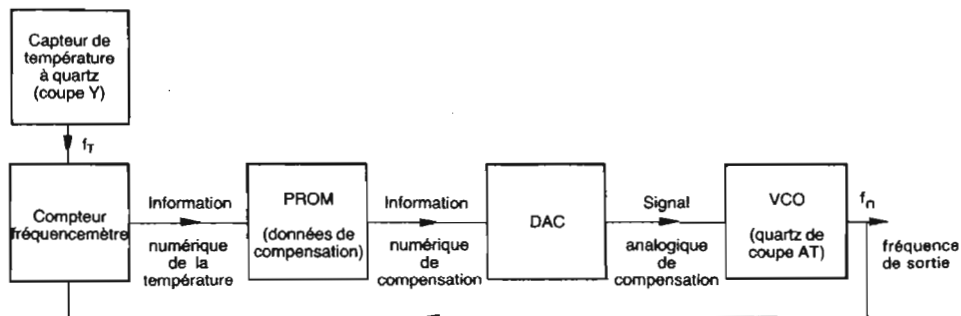
**CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT**

Voir "Essais et procédures" page 126.

# OSCILLATEURS A COMPENSATION NUMERIQUE (D.T.C.X.O.)

## GENERALITES

Le principe général de fonctionnement d'un oscillateur compensé en température s'applique également aux D.T.C.X.O. ; leur particularité réside dans le traitement interne fait au signal de compensation (voir le schéma de principe ci-dessous), et dans les performances de stabilité qui en découlent.



**Bloc diagramme du principe de fonctionnement du modèle O198**

La PROM contient 512 informations correspondant à autant de points de température sélectionnés dans la gamme de température de fonctionnement du D.T.C.X.O. Ces informations stockées dans la PROM sont bien sûr spécifiques au quartz et aux circuits associés du D.T.C.X.O. ; et sont l'origine d'une densité d'instructions qui permettent d'affiner au mieux la compensation de température.

Ce type de compensation, uniquement électronique, permet de réaliser des oscillateurs ultra-stables, d'exploitation immédiate et peu consommateurs d'énergie.

Le modèle O198 a été principalement conçu en composants CMS et se présente en boîtier plat aisément encartable.



Mars 1987

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Gamme de fréquence . . . . .	4,5 à 15 MHz
Stabilité de fréquence . . . . .	$< \pm 5 \times 10^{-7}$ ( $-40/+85^{\circ}\text{C}$ )
Alimentation . . . . .	5 V $\pm$ 5%
Sortie . . . . .	Compatible TTL-LS, TTL ou CMOS
Recalage de fréquence par potentiomètre extérieur	0/47 k $\Omega$

Ces oscillateurs conviennent particulièrement en télécommunication et dans les équipements de mesure, dès que sont demandées à la fois : grande stabilité de fréquence, faible consommation et souplesse d'exploitation.

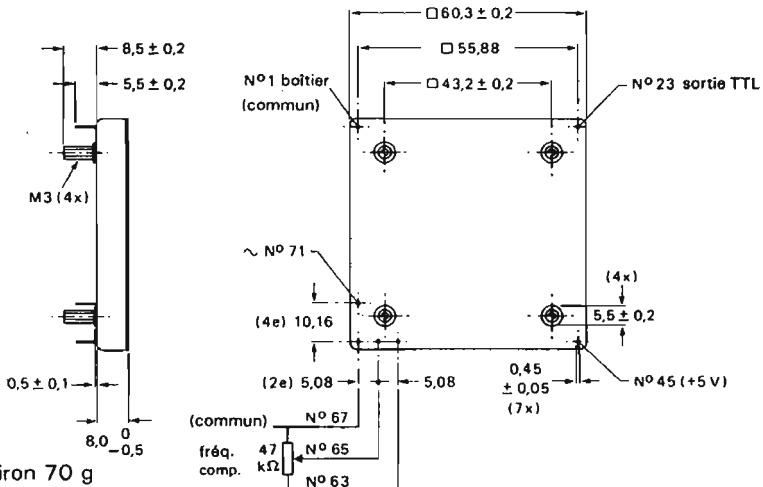
Le modèle O198 est constitué d'un oscillateur à quartz (référence de la fréquence nominale) d'un capteur de température également à quartz et d'un réseau de compensation électronique commandé numériquement.

L'ensemble se présente sous forme d'un boîtier métallique rempli d'azote et scellé hermétiquement.

### CARACTERISTIQUES MECANIQUES

#### ENCOMBREMENT

Dimensions en mm



MASSE : environ 70 g

## MARQUAGE

Sont inscrits sur le boîtier :

- la fréquence nominale en MHz,
- la stabilité,
- la gamme de température de fonctionnement,
- le numéro de code,
- la date de fabrication en code mois/année,
- le schéma de câblage.

## MONTAGE

Le boîtier peut être monté sur circuit imprimé et la fixation renforcée par 4 écrous filetés M3.

## CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Gamme de fréquence . . . . .		4,5 à 15 MHz
Stabilité de fréquence dans la gamme de température de fonctionnement . . . . .	≅	$\pm 5 \times 10^{-7}$
	typ.	$\pm 2 \times 10^{-7}$
Température de fonctionnement . . . . .		-40 à + 85°C
Température de stockage . . . . .		-55 à +125°C
<b>Alimentation</b>		
Tension . . . . .		5 V $\pm$ 5%
Courant . . . . .	max.	25 mA
	typ.	20 mA
Stabilité de fréquence en fonction de la tension d'alimentation . . . . .	≅	$1 \times 10^{-7}$
Temps d'établissement à la mise sous tension pour une fréquence nominale $f_n$ à $\pm 5 \times 10^{-7}$	<	1 s
Sortie . . . . .		compatible TTL (x 2), TTL-LS, CMOS
Facteur de forme . . . . .		40 à 60%
Bruit de phase . . . . .		-130 dB/Hz à 1 kHz
Stabilité à long terme (sur 10 ans à +85°C) . . . . .	≅	$1,5 \times 10^{-6}$
Recalage de fréquence (par potentiomètre extérieur 0/47 k $\Omega$ ) . . . . .		$\pm 2 \times 10^{-6}$

**ESSAIS ET PROCEDURES**

CEI 68-2 méthode	Essai	Procédure	Sanction
Db	Chaleur humide	+ 25 à +55°C, 6 cycles à 95% H. R.	$\Delta f/f \leq \pm 2 \times 10^{-7}$
Ea	Chocs	50 g, 6 directions, 1 fois par direction	$\Delta f/f \leq \pm 2 \times 10^{-7}$
Fc	Vibrations	10-500-10 Hz, accélération 10 g, 3 directions, 30 min par direction	$\Delta f/f \leq \pm 2 \times 10^{-7}$
Tb	Résistance au soudage	260 ± 5°C 10 ± 1 s	$\Delta f/f \leq \pm 2 \times 10^{-7}$







