

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen  
**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-  
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere  
**Band:** 31 (1958)  
**Heft:** 1  
  
**Rubrik:** Fil + Radio

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Le filtre à quartz du récepteur à ondes courtes E-627

La construction du récepteur E-627 a été décrite en détail dans «Pionier» 1957 N° 12, page 331. L'article suivant traite du fonctionnement du filtre à quartz car seule des connaissances détaillées de celui-ci permettent un emploi couronné de succès.

### 1. Buts

Il est connu que l'occupation est très serrée à l'intérieur des bandes réservées à la technique des communications sans fil. Par suite des excellentes qualités de propagation de ces ondes sur de grandes distances, ce fait est très marqué dans la bande des ondes courtes (1,5...30 Mc/s).

Le filtre à quartz sert à séparer exactement les émetteurs de télégraphie très proches les uns des autres, ceci même dans les conditions les plus difficiles.

La constante de proportionnalité  $d$  est la même dans les 2 cas et s'appelle module piézo-électrique.

### 2.2 Le résonateur piézo-électrique

Des résonateurs excitables électriquement, par exemple, des plaquettes de quartz, peuvent être employés comme circuits oscillants.

Le faible amortissement et la haute stabilité des résonateurs piézo-électriques les distinguent particulièrement des circuits oscillants usuels. Ces éminentes propriétés sont mises en valeur lors de leur emploi dans des oscillateurs et des filtres exigeant une grande stabilité.

La fig. 1 est un circuit équivalent d'un résonateur piézo-électrique.

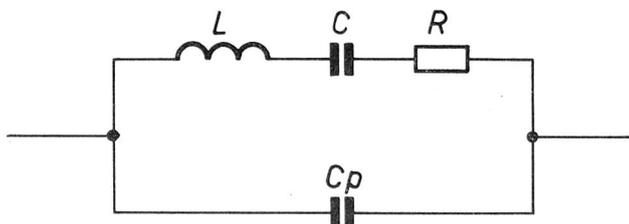


Fig. 1. Circuit équivalent d'un résonateur piézo-électrique

### 2. Le quartz, élément de circuit

Il est de toute nécessité de connaître les propriétés électriques du quartz pour comprendre le fonctionnement d'un filtre à quartz.

#### 2.1 L'effet piézo-électrique

En 1880, les frères J. et P. Curie découvraient l'effet piézo-électrique de la tourmaline. Ils remarquaient qu'en agissant par pression ou par traction sur une surface déterminée du cristal, en d'autres termes, en la déformant, celle-ci se chargeait d'électricité (électricité piézo-électrique). Plus tard, parmi d'autres cristaux, ils découvraient également le quartz (oxyde cristallin de silicium  $\text{SiO}_2$ ). La charge de la surface est proportionnelle à la force exercée sur elle.

En 1881, Lippmann découvrait l'effet piézo-électrique inverse. En faisant agir un champ électrique sur un cristal piézo-électrique, celui-ci subit une déformation.

$L$ ,  $C$  et  $R$  sont l'inductivité, la capacité, la résistance ohmique dynamique du cristal alors que  $C_p$  représente la capacité statique de la fixation et des électrodes en particulier. Il ressort d'emblée de ce circuit équivalent que 2 fréquences caractéristiques peuvent être propres à un montage de ce genre.

Il y aura résonance de tension ou **résonance-série** pour une fréquence  $\omega_s$

$$\omega_s = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (1)$$

La deuxième fréquence  $\omega_p$ , créera la résonance de courant ou **résonance-parallèle**

$$\omega_p = \sqrt{\frac{1}{LC} \left(1 + \frac{C}{C_p}\right)} \quad (2)$$

De ces 2 égalités on peut tirer l'écart entre les 2 points de résonance:

$$\frac{\omega_p - \omega_s}{\omega_s} = \frac{C}{2 C_p} \quad (3)$$

L'étude de la **réactance** est nécessaire pour la suite de nos considérations. Celle-ci est représentée par la fig. 2.

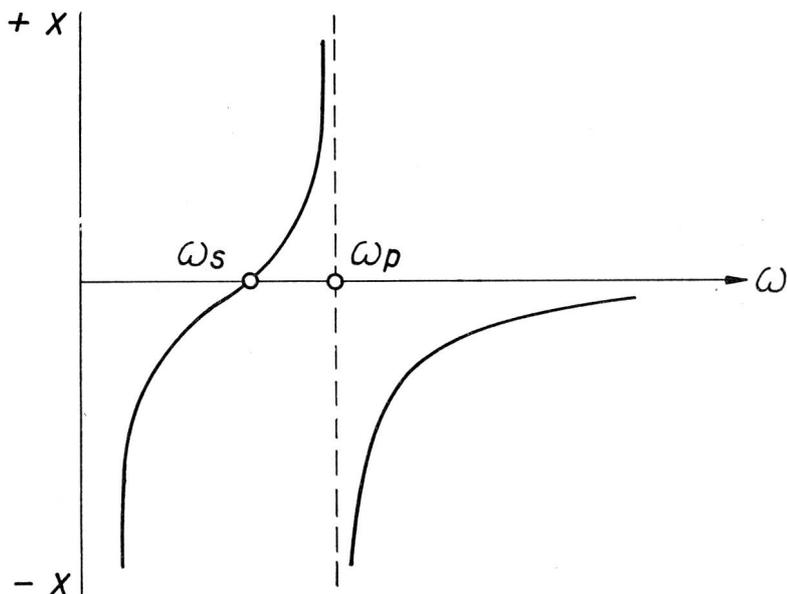


Fig. 2. Réactance du résonateur piézo-électrique

Le cristal est «capacitif» au-dessous de la résonance série  $\omega_s$ .

Entre les résonances série et parallèle, il devient «inductif». En dessus de la résonance parallèle, il est «capacitif».

Dans la résonance série, l'impédance correspond à la résistance  $R$  représentée dans le circuit équivalent.

Des déductions citées plus haut, il ressort que:

1. Le quartz est un élément de circuit piézo-électrique.

2. Le résonateur piézo-électrique a d'éminentes propriétés qui sont: Très faible amortissement, grand facteur  $Q$  et haute stabilité.

3. Le résonateur piézo-électrique donne 2 résonances: La résonance-série et la résonance-parallèle qui se produit à une fréquence un peu supérieure.

4. La valeur de l'impédance varie fortement dans les environs des 2 résonances.

Dans le but de représenter les ordres de grandeur obtenus, nous donnons ci-dessous les valeurs mesurées sur le quartz du filtre du récepteur E-627:

Inductivité dynamique	$L = 28$ Hy
Capacité dynamique	$C = 0,0044$ pf
Résistance dynamique	$R = 2900$ ohm
Facteur $Q$ dynamique	$Q = 27600$
Capacité statique	$C_p = 3,2$ pf
Résonance-série	$f_s = 455$ Kc/s
Résonance-parallèle	$f_p = 455,291$ Kc/s

### 3. Le filtre à quartz

Le résonateur piézo-électrique (quartz) du récepteur E-627 est monté en pont.

La fig. 3 représente le principe du montage en pont.

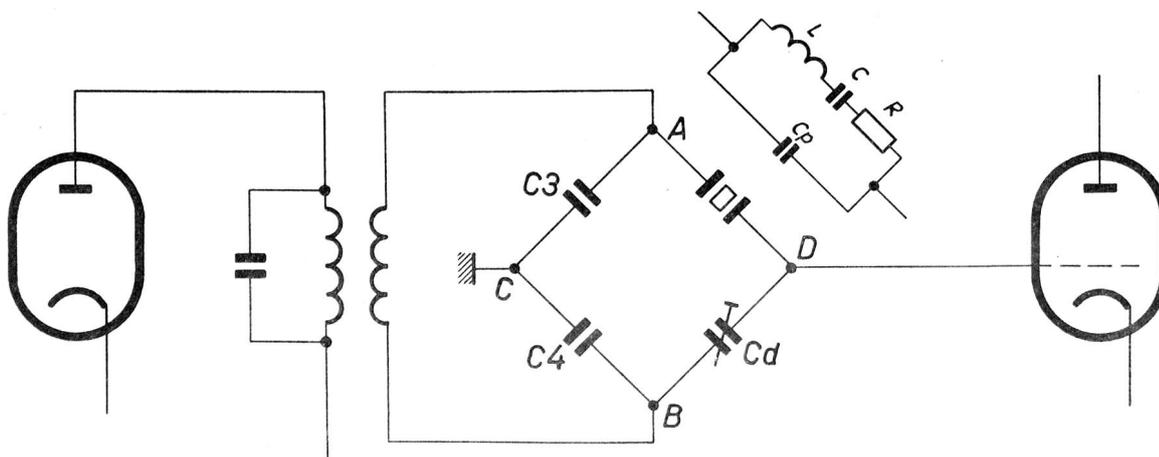


Fig. 3. Principe du montage en pont

Le montage en pont représenté par la fig. 3 est un pont HF. Par analogie à un pont en courant continu, l'équilibrage du pont pour une tension de sortie de  $U_{C-D} = 0$  est:

$$z_Q \cdot z_4 = z_a \cdot z_3 \quad (4)$$

Les impédances  $z$  sont des grandeurs complexes dont les vecteurs peuvent être représentés par  $Ze^{j\varphi}$ . L'égalité est alors:

$$z_Q \cdot e^{j\varphi_Q} \cdot z_4 e^{j\varphi_4} = z_a \cdot e^{j\varphi_a} \cdot z_3 \cdot e^{j\varphi_3}$$

ou

$$z_Q \cdot z_4 \cdot e^{j(\varphi_Q + \varphi_4)} = z_a \cdot z_3 \cdot e^{j(\varphi_a + \varphi_3)}$$

Ces 2 vecteurs ne peuvent être égaux que s'ils correspondent en grandeur, et en phase. Nous pouvons donc écrire:

$$\begin{aligned} z_Q \cdot z_4 &= z_a \cdot z_3 \\ \varphi_Q + \varphi_4 &= \varphi_a + \varphi_3 \end{aligned} \quad (5)$$

Ainsi qu'il ressort de la fig. 3, au-dessous de la résonance-série  $\omega_s$  et au-dessus de la résonance-parallèle  $\omega_p$ , le quartz se comporte comme une capacité (capacité indépendante de la fréquence).

Du fait que les résistances de perte sont très faibles par rapport aux capacités — et partant angles de phase — pour toutes les branches du pont, on peut, sans commettre une grande erreur, définir l'équilibrage du pont comme suit:

$$C_Q \cdot C_4 = C_a \cdot C_3 \quad (6)$$

Nous voyons donc qu'il est possible d'équilibrer le montage en pont au-dessous de la résonance-série, comme au-dessus de la résonance-parallèle. Un équilibrage n'est pas possible entre les 2 résonances, il y a alors une tension de sortie. Les conditions des phases ne peuvent pas être négligées aux environs immédiats de  $\omega_s$  et de  $\omega_p$ , le quartz et les condensateurs n'étant pas exempts de pertes. En ajoutant des capacités en parallèle sur  $C_p$  on ramènera la résonance-parallèle à quelques c/s de la résonance-série. En variant  $C_a$  l'équilibrage sera possible sur des zones se rapprochant d' $\omega_s$  (au-dessous) et d' $\omega_p$  (au-dessus). La fig. 4 représente la bande passante d'un tel pont de quartz.

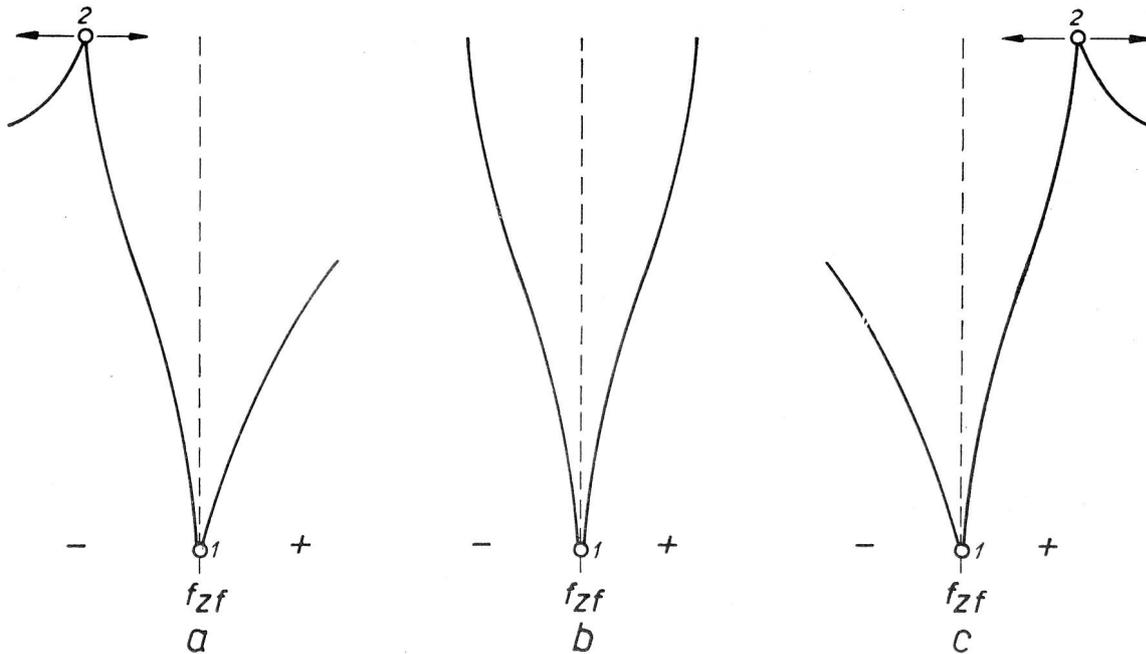


Fig. 4. Bandes passantes d'un pont de quartz

a) Equilibrage au-dessous de  $\omega_s$

b) Equilibrage entre  $\omega_s$  et  $\omega_p$

c) Equilibrage au-dessus  $\omega_p$

De ces données, il ressort clairement de quelle manière on peut employer un filtre à quartz pour supprimer les effets perturbateurs d'émetteurs voisins de celui désiré. Si, par exemple, un émetteur perturbateur voisin, de fréquence supérieure ou inférieure à celui désiré, doit être éliminé, le pont sera équilibré sur la fréquence perturbatrice, (2) alors que l'émetteur désiré sera accordé sur la bande passante (1) (fig. 4a ou 4c). Le filtre à quartz sera accordé avec avantage sur la bande passante symétrique (fig. 4b) dans le cas où deux émetteurs perturbateurs sont à éliminer, l'un au-dessous, l'autre au-dessus de la fréquence désirée (fig. 4b).

#### 4. Le filtre à quartz du récepteur E-627

##### 4.1 Le montage du filtre à quartz

Il est placé à l'entrée du canal MF entre la mélangeuse et la première lampe MF. L'avantage de cette solution réside dans le fait qu'à cet endroit les amplitudes sont les plus faibles et les signaux perturbateurs sont filtrés à l'entrée de l'amplificateur MF. Le montage en pont est en outre combiné avec le commutateur de largeur de bande. Le montage est représenté par les fig. 5, 6 et 7.

La fig. 5 donne le fonctionnement de la commutation «Etroit-Large». Sur la position «Large», les 2 circuits Q F1 et Q F2 sont couplés sur les capacités C35//C36. Dans ce cas, le couplage est hyper-critique, la bande passante du canal MF est large. Sur la position «Etroit» seule la capacité C36 produit un effet. Dans ce cas le couplage est critique et la bande passante devient étroite. Le trimmer C40 sert à la correction de l'accord du circuit Q F2.

La fig. 6 représente le montage en pont du filtre à quartz. L'accord du pont se fait par l'intermédiaire du condensateur différentiel C37. La bande passante du canal MF est accordée sur sa symétrie par le trimmer C39, la capacité C37 devant être elle-même symétrique.

La fig. 7 représente la combinaison des 2 montages.

##### 4.2 Caractéristiques du filtre à quartz

###### a) Réglage symétrique (Position du bouton sur O)

Amortissement de passage pour	$\pm 250$ c/s	18 db
	$\pm 500$ c/s	25 db
	$\pm 1000$ c/s	33 db

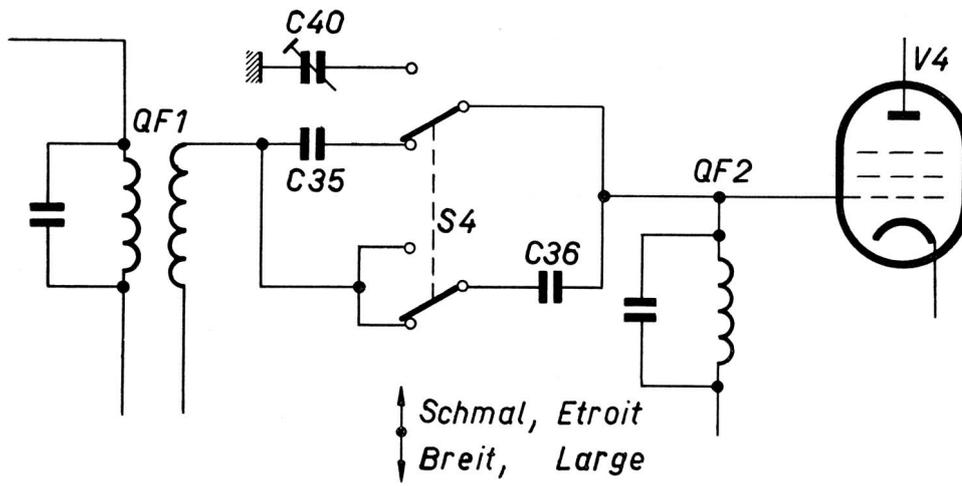


Fig. 5. Schéma de principe de la commutation «Etroit-Large»

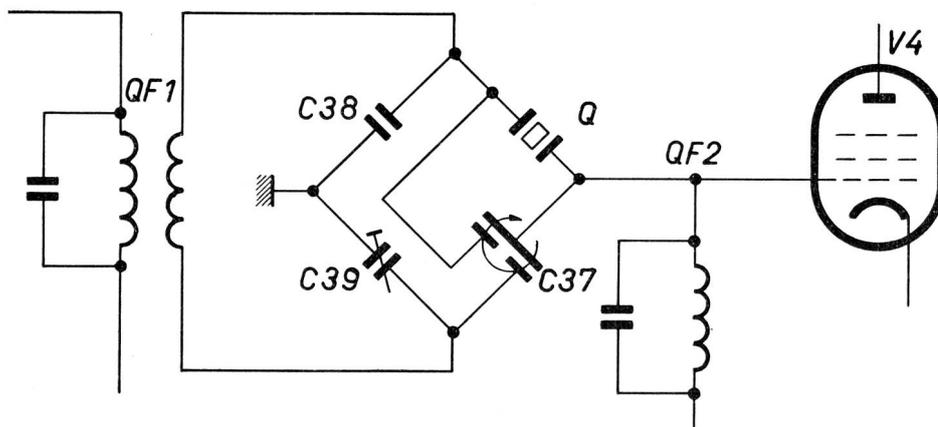


Fig. 6. Schéma de principe du pont du filtre à quartz

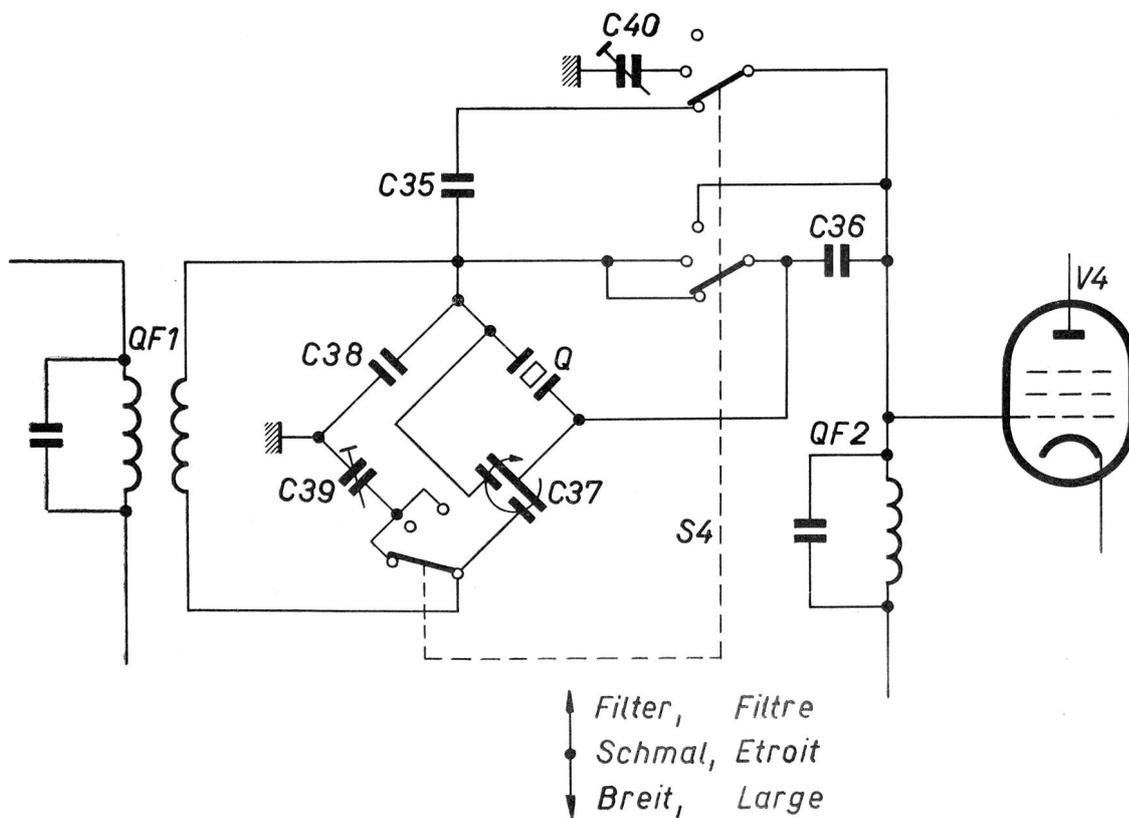


Fig. 7. Combinaison des montages fig. 5 et 6

(à suivre)