

le quartz

drôle de composant, la série

David Ashton (Australie)

Du quartz naturel aux versions synthétiques avancées, les cristaux jouent un rôle essentiel dans l'électronique, en assurant un contrôle précis des fréquences pour des appareils tels que les microcontrôleurs et les radios. Explorons leurs applications pratiques dans le domaine de l'électronique, depuis les systèmes informatiques jusqu'aux équipements radio.

Le quartz représente un fascinant sujet d'étude pour un débutant en électronique. Ce composant est essentiellement constitué d'un cristal de quartz avec des électrodes plaquées des deux côtés. Le quartz est l'un des composants électroniques les plus utilisés et les plus courants. Il se retrouve presque sur toutes les cartes comportant un microcontrôleur, ainsi que dans tous les systèmes radio. Ces deux dispositifs partagent le besoin d'une référence de fréquence stable – pour les microcontrôleurs, il s'agit du signal d'horloge qui régule leur fonctionnement et synchronise leurs communications avec le monde extérieur. Pour les systèmes radios, cette référence permet de définir la fréquence à laquelle ils fonctionnent.

Évolution du quartz

Avant 1925 environ, la plupart des oscillateurs utilisaient des circuits accordés – composés généralement d'une bobine d'inductance fixe et d'un condensateur variable. Bien que souvent soigneusement conçus, ces circuits présentaient des dérives en fréquence.

En 1880, Jacques et Pierre Curie ont découvert l'effet piézoélectrique : ils ont observé qu'une substance cristalline munie d'électrodes de part et d'autres se déforme lorsqu'une tension est appliquée aux électrodes. Si on l'utilise pour fournir une rétroaction positive dans



Figure 1. Un petit disque de quartz de quelques MHz datant de 1975 et un plus grand quartz de 100 kHz en forme de barre datant de 1959.

un circuit d'amplification, on obtient un oscillateur. Pendant la Première Guerre mondiale, Paul Langevin a exploité cet effet pour générer des fréquences ultrasoniques. En 1925, Westinghouse a intégré un oscillateur à cristaux dans sa station de radio, marquant ainsi le début de l'adoption généralisée des quartz dans les oscillateurs.

Jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, on utilisait des cristaux de quartz naturel, dont la majorité était extraite au Brésil. Les Laboratoires Bell développé une méthode innovante permettant la culture de cristaux de quartz synthétiques. En 1970, la plupart des cristaux utilisés étaient devenus synthétiques.

Comprendre les propriétés des quartz

Un cristal fonctionne comme un circuit accordé précis caractérisé par un facteur « Q » élevée. Les quartz présentent des fréquences de résonance séries (basse impédance) et parallèles (haute impédance). En dessous de 30 MHz, on utilise généralement une fréquence intermédiaire, tandis qu'au-delà de cette valeur, la résonance en série est la norme. Les propriétés des cristaux varient en fonction la « coupe » effectuée, c'est-à-dire l'endroit où le cristal est coupé par rapport à ses axes. De nombreuses autres variables interviennent et la physique des cristaux est extrêmement complexe. Certains cristaux, notamment ceux destinés aux hautes fréquences, peuvent être conçus pour fonctionner à une harmonique de leur fréquence naturelle comme la 3^e, la 5^e ou même la 7^e harmonique.



Figure 2. Différents quartz anciens et modernes. En haut : les plus anciens. Au milieu (de gauche à droite) : HC6/U, HC49/U (dont un avec un fusible rearmable PTC rouge utilisé comme « four ») et HC49S à trous traversants à. En bas (de gauche à droite) : Cristaux de montre 32,768 Hz, HC49SMD, et autres quartz CMS.

Les quartz sont sensibles aux variations de la température et de nombreuses techniques sont utilisées pour pallier ce problème, telles que la compensation de la température dans le circuit de l'oscillateur, ou même l'utilisation d'un « four » pour maintenir le cristal à une température fixe supérieure à la température ambiante. On recourt à la « traction » pour régler la fréquence avec précision – il s'agit généralement d'une bobine ou d'un condensateur ajustable, en série ou en parallèle, qui modifie légèrement la fréquence de résonance naturelle. Le quartz est un composant essentiel, quoique souvent mal compris. La **figure 1** montre la construction interne de certains quartz, et la **figure 2** montre des boîtiers de quartz anciens et modernes. ↵

240214-04

Questions ou commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



À propos de l'auteur

David Ashton est né à Londres, a grandi en Rhodésie (aujourd'hui Zimbabwe), a vécu et travaillé au Zimbabwe et vit aujourd'hui en Australie. Depuis son plus jeune âge, il a été passionné par l'électronique. La Rhodésie n'étant pas un centre majeur pour l'électronique, il a dû apprendre à s'adapter et à trouver des solutions créatives. Il a acquis très tôt des compétences en adaptation, substitution et recherche de composants, des compétences dont il est toujours fier. Il a dirigé un laboratoire d'électronique mais a principalement travaillé dans les télécommunications.