

# Comment ça marche ?

## Les circuits réactifs (15)

### Gyrateur et Q-multiplier

Par le radio-club F6KRRK

*Après avoir vu le couplage des circuits oscillants et avant de poursuivre sur le filtrage, nous allons ouvrir une parenthèse avec les gyrateurs (N.I.C.), et les multiplicateurs de Q (Q-multiplier).*

#### Résistance négative

Tout le monde OM connaît la loi d'Ohm :  $U = R \times I$ . Cette loi montre que si l'on augmente la tension aux bornes d'une résistance, le courant qui la traverse va augmenter aussi. Cela reste vrai si l'on remplace la résistance par une boîte noire (dipôle) qui a un comportement résistif (antenne à la résonance par exemple).

Maintenant, supposons que lorsqu'on augmente la tension aux bornes d'un dipôle (boîte noire), le courant qui le traverse diminue. On dit alors que le dipôle a le comportement d'une résistance négative. Ceci n'est pas une vue de l'esprit. En effet, il existe un dipôle particulier : la "diode tunnel" qui a partiellement un tel comportement. Voir sa caractéristique  $U/I$  sur la figure 1.

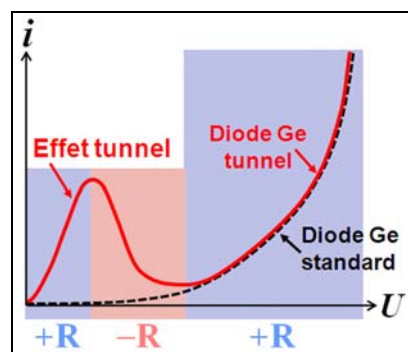


Figure 1

#### Impédance négative

Nous avons vu que l'impédance était composée d'une résistance et d'une réactance. Nous supposons que nous avons affaire à un composant réactif de très bonne qualité et nous négligerons la résistance. Le problème se ramène alors à la négation d'une réactance. Nous abandonnerons le comportement du dipôle en courant continu pour celui en courant alternatif. La figure 2 va nous permettre d'analyser le phénomène.

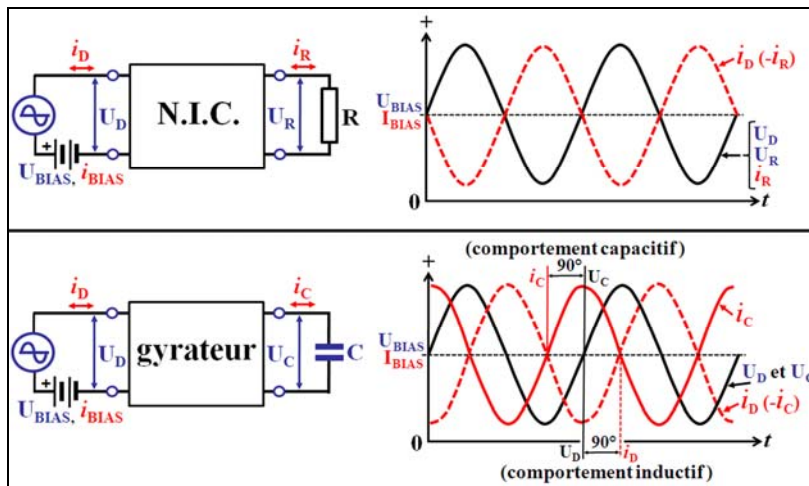


Figure 2

"N.I.C." veut dire "Negative Impedance Converter". Nous voyons qu'en prenant la sinusoïde de la tension en référence, le N.I.C. a pour effet d'inverser la sinusoïde du courant, soit un déphasage de  $180^\circ$ . Le gyrateur est une variante de N.I.C. Utilisé avec un composant réactif, l'action du gyrateur a pour effet de changer le signe du déphasage entre tension et courant, donc de changer le type de la réactance.

Le gyrateur est surtout employé en basse fréquence pour synthétiser une bobine à partir d'un condensateur <sup>(1)</sup>. Voir sur la figure 3 un schéma d'application.

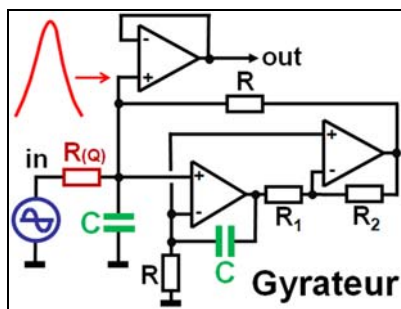


Figure 3

A part  $R_{(Q)}$  qui fixe la bande passante du circuit, toutes les autres résistances sont égales et de très faible valeur devant  $R_{(Q)}$ . On peut ajuster la fréquence en déséquilibrant le rapport  $R_1$ - $R_2$ . Avec des condensateurs et des amplis opérationnels de très bonne qualité, on obtient à 10 kHz un Q supérieur à 500.

### Q-multiplier

Pour des raisons d'encombrement et de coût, il n'est pas toujours possible d'obtenir d'une bobine le Q minimum nécessaire. On a alors recours au Q-multiplier. Son principe est bien connu des OM, puisque c'est le même qui est utilisé dans les récepteurs à réaction <sup>(2)</sup>. Nous avons déjà vu un système bouclé à réaction : l'oscillateur à pont de Wien. On peut dire que c'est déjà un Q-multiplier et qu'avec un taux de réaction de  $1+\epsilon$  le Q et le gain de boucle tendent vers l'infini. Alors seule la composante du bruit thermique à la fréquence  $F_0$  (sinusoïdale car Q infini) est amplifiée. C'est le principe des oscillateurs. Ici il ne s'agit que d'augmenter **raisonnablement** le Q avec un taux de réaction strictement inférieur à 1. Voir sur la figure 4 un schéma d'application.

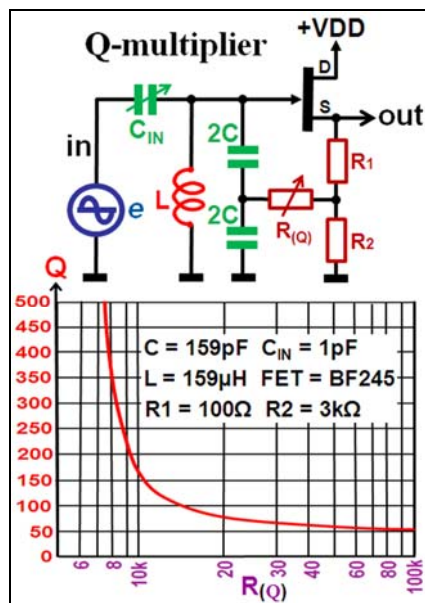


Figure 4

Dans cet exemple, on désire un coefficient de surtension supérieur au coefficient de qualité des composants ( $Q=50$ ).  $R_{(Q)}$  ajuste le facteur de multiplication du  $Q$ . Sa valeur est par ailleurs dépendante du  $Q$  naturel du circuit oscillant.  $C_{IN}$  ajuste l'amplitude de sortie. Ce schéma est destiné à un appareil de mesure et il n'est pas prévu pour de faibles niveaux car son facteur de bruit est médiocre. Plus généralement, le  $Q$ -multiplier est employé pour augmenter le  $Q$  en charge du circuit oscillant. En effet le  $Q$  diminue à cause des résistances internes de la source et de la charge ( $Z_e$  d'un bipolaire par ex.). Mais l'opération se paie par une détérioration du facteur de bruit. Quel que soit le  $Fb$  du transistor, avec une réaction par résistance, on a au mieux un  $f_b$  de 3 dB. Pour conserver le  $f_b$  du transistor, il faudrait que la réaction se fasse à l'aide d'un transformateur sans perte.

Dans le prochain "Comment ça marche" nous continuerons le filtrage avec les filtres à circuits décalés et les filtres à circuits en cascade.

**La Rubrique "Comment ça marche ?" est une activité collective du radio-club F6KRK (<http://www.f6krk.org>). Pour une correspondance technique concernant cette rubrique : "f5nb@ref-union.org".**

#### Notes.

- 1) *En basse fréquence, les bobines deviennent vite encombrantes avec un mauvais coefficient de qualité.*
- 2) *A l'origine le récepteur à réaction a été employé pour améliorer la sensibilité et la sélectivité en simplifiant les récepteurs à amplification directe. Mais les résultats dépendaient beaucoup du "doigté" de l'opérateur pour avoir un taux de réaction très proche de 1. Aussi dès que la technologie a permis la réception hétérodyne, la réaction a été abandonnée. En supprimant l'ajustage manuel grâce à la technique de la "super-réaction", le procédé a perduré quelques décennies pour des liaisons à courte portée à bon marché (jouets, surveillance bébés, etc.). Actuellement, quelques nostalgiques essaient encore d'améliorer le système "pour la beauté du sport".*