

Comment ça marche ?

Les circuits réactifs

2 - La résonance

Par le radio-club F6KRK

Cet article est la suite de celui intitulé "La réactance", publié dans le précédent "Comment ça marche ?".

Expressions des réactances.

Nous avons vu qu'une réactance capacitive est égale à $1/2\pi FC$, et qu'une réactance inductive est égale à $2\pi FL$. Ce sont des résistances apparentes. Aussi pour les différencier des "vraies" résistances, on les nomme "X", avec par convention le signe "+" pour la réactance inductive et le signe "-" pour la réactance capacitive. Cette notation va permettre d'effectuer des opérations sur les réactances.

Combinaisons de réactances.

a) réactances de mêmes signes.

Les combinaisons sont résumées sur la figure 1.

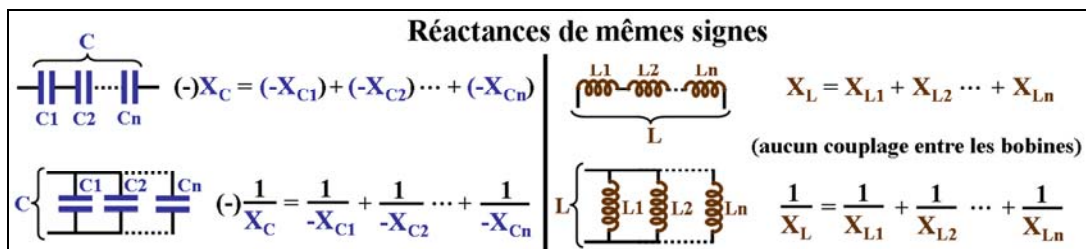


Figure 1

Nous retrouvons les mêmes genres de relations mathématiques qu'avec des résistances.

b) réactances de signes contraires

Exemple de combinaisons sur la figure 2. Les relations mathématiques découlent directement de celles de la figure 1.

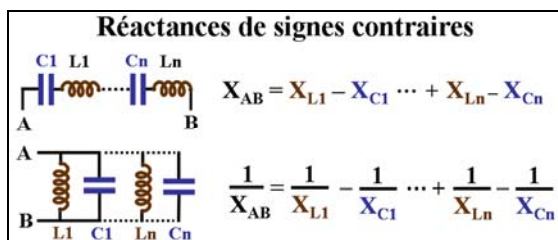


Figure 2

Selon que le résultat des opérations sera positif ou négatif, nous aurons une réactance inductive ou capacitive. C'est-à-dire que l'ensemble se comportera comme si nous n'avions qu'un seul composant, bobine ou condensateur, ayant une réactance X_{AB} .

La résonance.

Revenons à la figure 2 et appliquons les règles de regroupement de réactances de la figure 1. Nous nous retrouvons avec une seule réactance inductive et une seule réactance capacitive. Intéressons nous alors aux cas particuliers où les deux réactances sont égales. Ceci ne peut se produire que pour une fréquence bien déterminée. Les principales caractéristiques des systèmes obtenus sont montrées sur la figure 3.

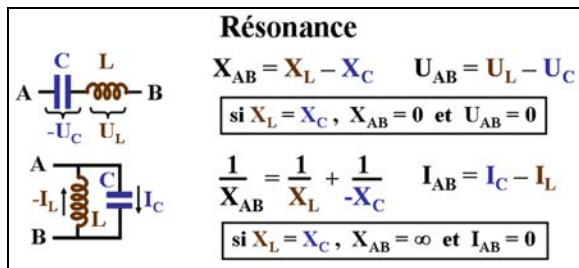


Figure 3

Maintenant, construisons sur la figure 4 les graphes des énergies présentes dans les deux systèmes.

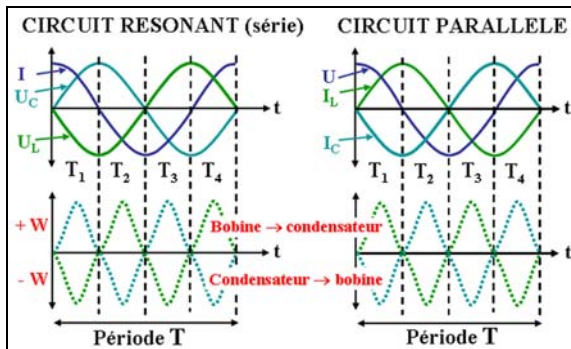


Figure 4

Nous remarquons qu'elles sont complémentaires, c'est-à-dire qu'après la phase initiale de chargement, l'énergie est échangée entre le condensateur et la bobine, alternativement tous les quarts de périodes, sans échange avec la source. Physiquement, c'est un système oscillant à la résonance. Par convention, on dit que le circuit série est à la résonance ($X=0$) et le circuit parallèle à l'anti-résonance ($X=1/0$). Nous avons sur la figure 5 une représentation graphique des réactances du système en fonction de la fréquence.

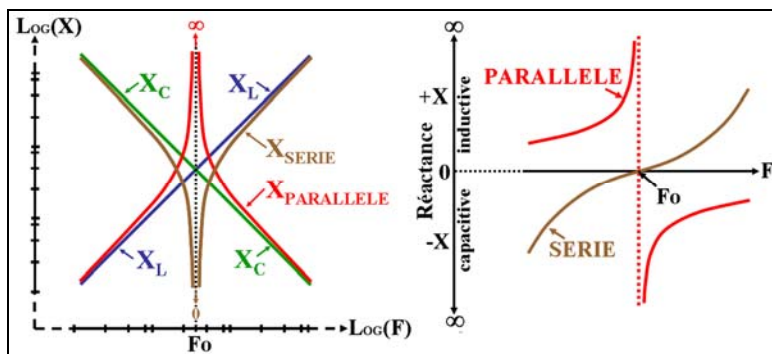


Figure 5.

On remarquera qu'avec un circuit résonnant, quand la fréquence augmente, X augmente et devient inductive, alors qu'avec un circuit anti-résonnant, X diminue et devient capacitive. Quand la fréquence diminue, mêmes variations pour les valeurs de X , mais avec une inversion des signes. Par ailleurs, nous avons une discontinuité dans la réactance pour le circuit parallèle. Nous verrons qu'elle disparaît quand le circuit a des pertes.

Si nous connectons un circuit résonnant (série) aux bornes d'un générateur de tension, le courant croîtra infiniment avec le temps (en réalité jusqu'à la saturation de la source). Si nous le connectons à un générateur de courant, les tensions aux bornes du condensateur et de la bobine croîtront vers l'infini (en réalité, jusqu'au claquage des composants).

Si nous connectons un circuit anti-résonnant (parallèle) aux bornes d'un générateur de tension, il ne débitera aucune énergie, sauf pour le premier chargement du condensateur. Si nous le connectons à un générateur de courant, la tension aux bornes du circuit (et du générateur) croîtra vers l'infini avec le temps (en réalité, jusqu'à la saturation de la source).

Ces situations ne se retrouvent jamais en pratique, car les circuits ont toujours des pertes, et les sources ne sont jamais parfaites.

L'association des pertes (résistances) avec les réactances fera l'objet du prochain "Comment ça marche ?" où l'on y discutera de l'impédance.

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".