

Résumé du cours : CIRCUIT RLC EN RÉGIME SINUSOÏDAL FORCÉ

1- Courant alternatif sinusoïdal

- Définition : c'est un courant dont l'intensité est une fonction sinusoïdale du temps. Il change deux fois de signe pendant une période.
- Expression du courant et de la tension :

- Intensité du courant alternatif : $i(t) = I_m \cos(\omega t + \varphi_i)$

- Tension alternative sinusoïdale : $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_u)$

- φ : la phase de la tension par rapport à l'intensité du courant est définis par $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$

En considérant $\varphi_i = 0$ comme origine des phases on obtient dans un même repère :

$i(t) = I_m \cos(\omega t)$ et $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$

$\varphi < 0$, u est en retard sur i

$\varphi > 0$, u est en avance sur i

$\varphi = 0$, u et i sont en phase.

$$|\varphi| = \omega\tau = 2\pi N\tau = \frac{2\pi\tau}{T}$$

2- Étude expérimentale d'un circuit RLC série

Expression de l'impédance d'un dipôle : A fréquence constante, le rapport $\frac{U}{I}$ est constant. Cette constante représente l'impédance du dipôle RLC à la fréquence considérée. Elle se note Z et s'exprime en ohm (Ω).

$$Z = \frac{U}{I}$$

Pour un circuit RLC : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$ ou si la résistance interne r de la bobine n'est pas négligeable

$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

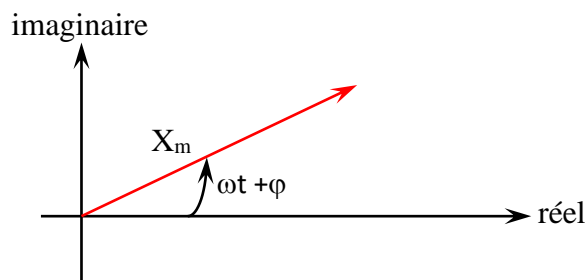
$L\omega - \frac{1}{C\omega}$ est appelé réactance du circuit et s'exprime en ohm (Ω).

$L\omega$: réactance d'induction et $\frac{1}{C\omega}$, la réactance de capacité.

3- Représentation de Fresnel

Il s'agit d'une représentation vectorielle qui permet une visualisation géométrique de la grandeur sinusoïdale.

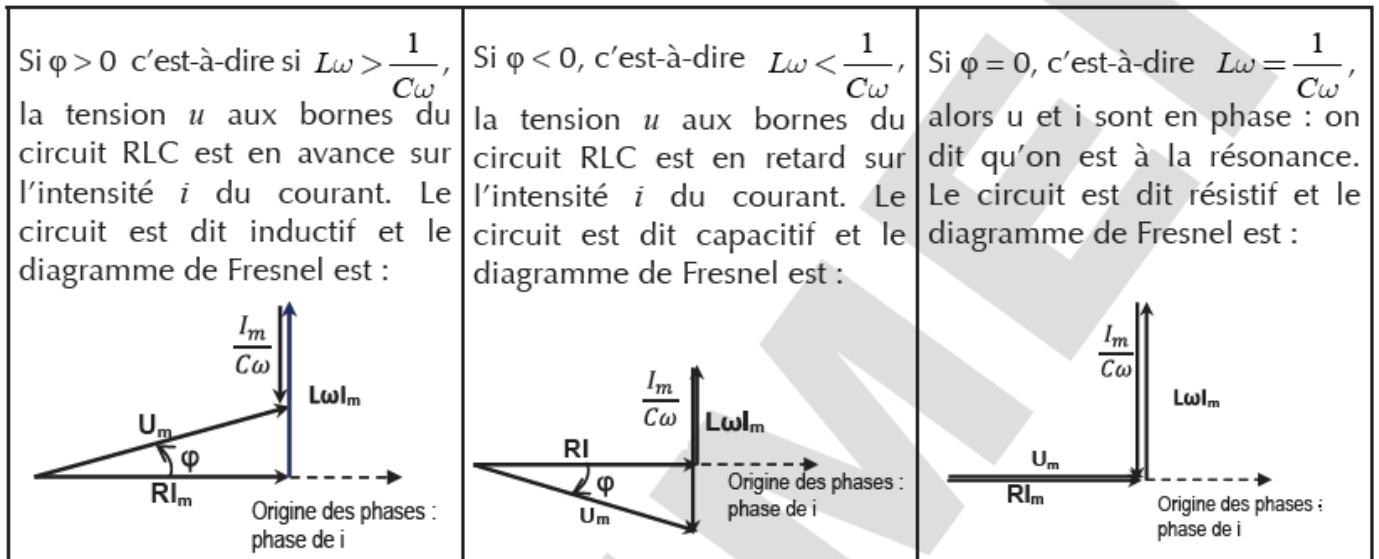
A la grandeur $x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi)$, on associe dans le plan complexe un vecteur de longueur X_m et dont l'angle avec l'axe horizontal est $\omega t + \varphi$.



- Phase $\varphi_{u/i}$:

$$\tan \varphi_{u/i} = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}; \quad \cos \varphi_{u/i} = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}; \quad \sin \varphi_{u/i} = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{Z} = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}};$$

- nature du circuit selon le signe de φ :



RÉSONANCE D'INTENSITÉ

Il y a résonance d'intensité d'un circuit RLC série lorsque la fréquence (ou la pulsation) imposée par le générateur est égale à la fréquence (ou à la pulsation) propre du circuit RLC. Dans ce cas, l'intensité du courant est maximale.

A la résonance on a :

$Z = R$; $L\omega = \frac{1}{C\omega}$; $I_{0max} = \frac{U_{max}}{R}$; La fréquence N_0 à la résonance représente la fréquence propre du dipôle RLC et ne dépend pas de la résistance du dipôle : $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

$\varphi_{u/i} = 0$: l'intensité du courant électrique est en phase avec la tension électrique.

- **Bande passante à 3 décibels.**

C'est la bande de fréquence ΔN comprise entre N_1 et N_2 tel que $I(N_1) = I(N_2) = \frac{I(N_0)}{\sqrt{2}}$

Largeur de la bande passante

La largeur de la bande passante est une grandeur positive notée ΔN ou $\Delta\omega$, telle que :

$$\Delta N = N_2 - N_1 = \frac{\sum R}{2\pi L} \text{ ou } \Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{\sum R}{L}.$$

- **Facteur de qualité.**

Le facteur de qualité d'un circuit RLC série est une grandeur positive notée Q . Il n'a pas d'unité.

$$Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Le facteur de qualité diminue lorsque la résistance augmente.

Lorsque Q est élevé, la résonance est dite aiguë et la bande passante est étroite : le circuit est sélectif.

Lorsque Q est faible, la résonance est floue et la bande passante est large.

- **Phénomène de surtension à la résonance.**

A la résonance d'intensité :

La tension aux bornes du circuit est $U = R \cdot I_0$

La tension aux bornes du condensateur est $U_C = Q \cdot U$;

La tension aux bornes de la bobine est $U_L = Q \cdot U$; donc $U_C = U_L$.

Q étant grand alors $U_C \gg U$ ou $U_L \gg U$: il y a surtension aux bornes du condensateur et de la bobine.

Cette surtension peut endommager ces composants.