

RLC 2
CIRCUIT RLC SERIE EN SINUSOIDAL
WOBULATEUR
Etude théorique

1 Etude de la tension aux bornes du condensateur en fonction de f :

On rappelle les principaux résultats concernant l'étude de la tension $u = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \phi)$ aux bornes du condensateur d'un circuit RLC série, alimenté par une source de tension de f.e.m. $e = E\sqrt{2} \cos \omega t$.

1.1 Amplitude :

$$U = \frac{E}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\omega_0 Q}\right)^2}} \quad \text{avec } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{et } Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Il y a résonance si le facteur de qualité est supérieur à $\frac{1}{\sqrt{2}}$ et dans ce cas la pulsation de résonance

$$\text{est : } \omega_r = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}} \quad \text{et l'amplitude maximale est } U_{\max} = \frac{QE}{\sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}}.$$

1.2 Déphasage :

$$\phi \in [-\pi, 0] \quad \text{et } \tan \phi = \frac{1}{\omega^2 - \omega_0^2} \frac{\omega}{\omega_0 Q}. \quad \text{Le déphasage à la résonance est } -\frac{\pi}{2}.$$

2 Wobulateur. Tracé à l'oscilloscope d'une courbe de résonance.

2.1 Principe d'un wobulateur :

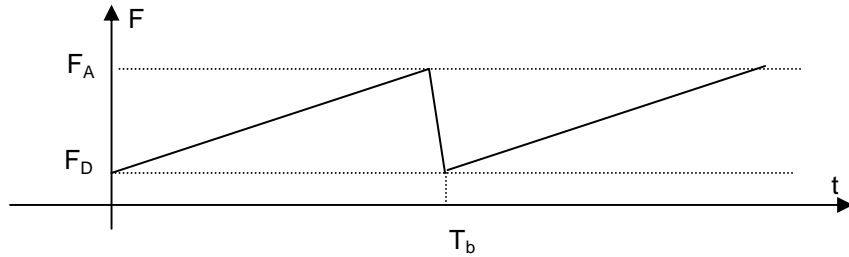
Un wobulateur est un **modulateur de fréquence**. Si l'on a choisi de générer un signal sinusoïdal, il sera de la forme :

$u(t) = A \cos(2\pi f(t)t + \Phi)$. La fréquence f , qui dépend du temps, peut être pilotée de façon externe au générateur ou de façon interne, mais dans tous les **cas elle est commandée par une tension. (V.C.O. Voltage Controlled Oscillator). La fréquence $f(t)$ est une fonction affine de la tension V_i qui la commande, cette dernière est appelée tension image de la fréquence : $f(t) = a \cdot V_i + b$.**

La tension $u(t)$ est délivrée par la sortie 50 Ω du générateur.

2.2 Formes de la tension image pour wobulation interne et du signal généré.

Si la modulation est interne la tension image V_i est en général en dent de scie et donc la fréquence aussi. L'évolution temporelle de la fréquence est représentée sur la courbe suivante :

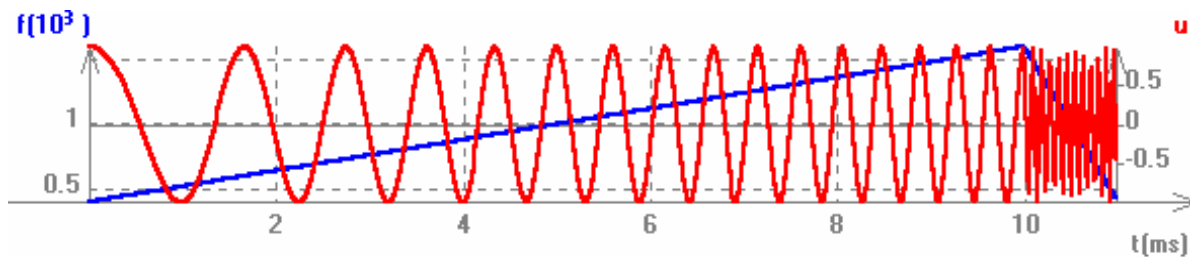


Sur les appareils dont on dispose, les différents paramètres se règlent avec les potentiomètres décrits dans le tableau :

grandeur	bouton
F_A	MAIN
Vitesse de balayage (ou période du balayage T_b)	SWEEP RATE
F_D	SWEEP WIDTH (tirer le bouton pour balayage log)

Attention sur certains wobulateurs c'est la fréquence F_D qui se règle avec le potentiomètre de fréquence.

On a représenté ci-dessous, le signal u généré par le wobulateur, en superposition sur la courbe $f(t)$, sur une période $T_b=11$ ms, avec une fréquence minimale $F_D=400$ Hz, une fréquence maximale $F_A=1600$ Hz, et une amplitude $A=1$ V.



2.3 Visualisation de courbes de résonances d'intensité du circuit RLC à l'oscilloscope :

2.3.1 Rappel des résultats pour la résonance d'intensité :

On rappelle les principaux résultats concernant l'étude de l'intensité $i = I\sqrt{2} \cos(\omega t + \phi)$ dans un circuit RLC série, alimenté par une source de tension de f.e.m. $e = E\sqrt{2} \cos \omega t$.

$$I = \frac{E/R_{tot}}{\sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)^2}} \quad \text{avec } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{et } Q = \frac{L\omega_0}{R_{tot}} = \frac{1}{R_{tot} C \omega_0} = \frac{1}{R_{tot}} \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad R_{tot} \text{ étant la}$$

résistance totale du circuit.

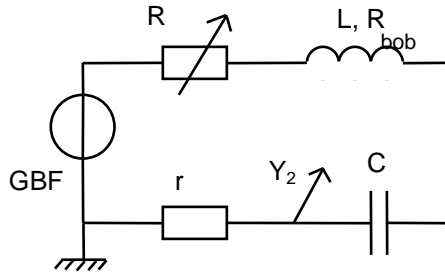
Il y a toujours résonance pour la pulsation: $\omega_r = \omega_0$ et l'amplitude maximale est $I_{max} = \frac{E}{R_{tot}}$.

2.3.2 Méthode de visualisation de I :

Pour visualiser l'intensité, on mesure à l'oscilloscope la tension aux bornes d'une résistance r , soit la tension $U=r \cdot i$. Cependant, c'est aussi la résistance (si L et C sont constants) qui permet de régler le facteur de qualité Q . Si on augmente r , I_{max} a tendance à diminuer mais le produit $r \cdot i$ a-t-il tendance à

augmenter ou à diminuer: quel est l'effet le plus important ? Il faut donc choisir deux résistances : l'une « r » aux bornes de laquelle on effectue la mesure et l'autre « R » qui permet de faire varier le facteur de qualité.

On réalise donc le circuit suivant :



Pour représenter l'amplitude en fonction de la fréquence il faut :
 en ordonnée : l'amplitude (ce que nous mesurons sur la voie Y_2)
 en abscisse : la fréquence, ou **une fonction linéaire de la fréquence**, ce que l'on obtient avec la tension image que l'on envoie sur la voie Y_1 .

L'observation se fait ensuite en mode XY.

3 Détermination rapide de la fréquence de résonance d'intensité :

Cette méthode appelée « méthode de Lissajous » s'applique à toute recherche de fréquence correspondant à un déphasage de 0 ou π entre deux tensions et est très précise

On s'intéresse à deux tensions sinusoïdales :

$$V_1 = A \cos \omega t$$

$$V_2 = B \cos(\omega t + \phi)$$

Si l'on observe simultanément ces tensions à l'oscilloscope en mode XY (c.a.d. V_2 en ordonnée et V_1 en abscisse), on obtient une ellipse, sauf pour $\phi=0$, où l'on observe une droite de pente positive et $\phi=\pi$, où l'on observe une droite de pente négative.

ϕ quelconque

$\phi=0$

$\phi=\pi$

