Filtre passe-bande

1. Définition

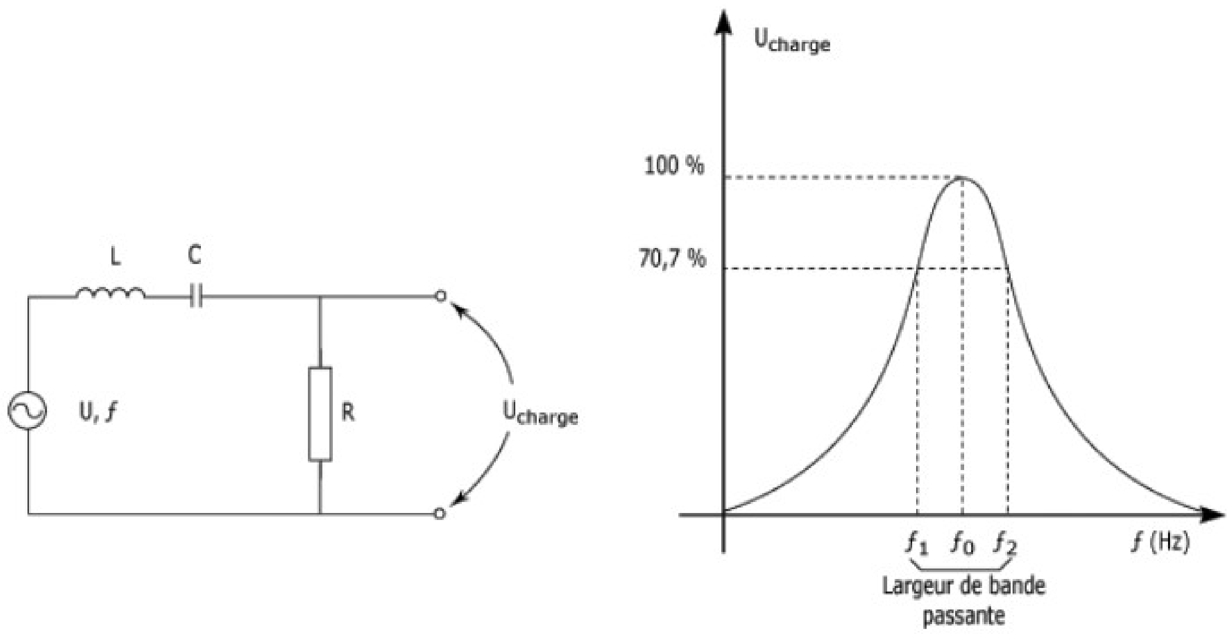
Dans beaucoup de circuits électroniques , il est parfois nécessaire d'éliminer des courants de certaines fréquences et de laisser passer des courants d'autres fréquences.

De là découle une des applications du circuit RLC en série qui est en résonance à savoir son utilisation comme filtre passe-bande.

Lors de la résonance d'un circuit RLC en série : le courant du circuit, la chute de tension aux bornes de chacun des composants U_R, U_L et U_C , sont à leur maximum.

Cependant, ils diminueront au fur et à mesure que la fréquence du circuit s'éloignera de sa valeur de résonance.

La figure suivante représente la tension aux bornes de la résistance en fonction de la fréquence



Ce circuit peut être utilisé comme un filtre passe-bande dans lequel la bande passante est limitée par les fréquences où la tension tombe à 70,7% de sa valeur maximale.

La largeur de cette bande passante peut être calculée par l'un ou l'autre des formules suivantes:

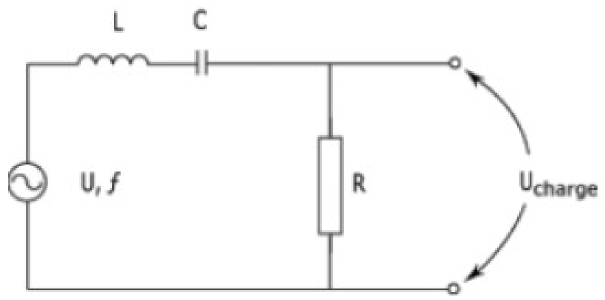
$$BP = f_2 - f_1 \qquad \text{ou} \qquad BP = \frac{f_0}{Q_0}$$

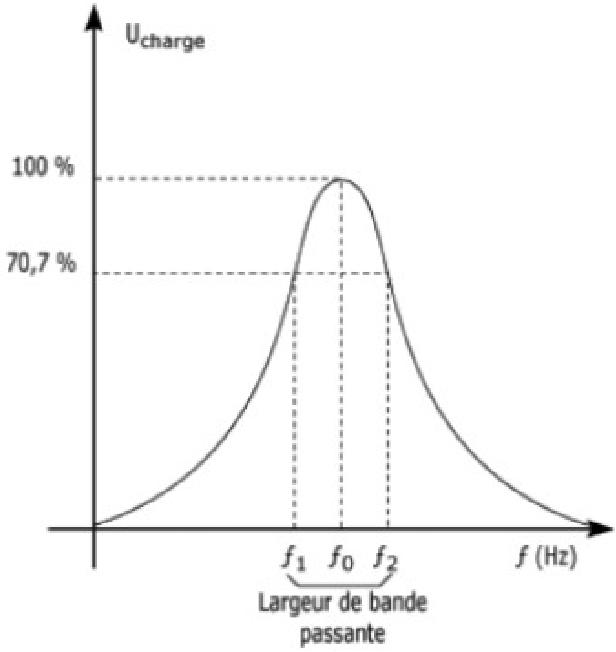
- BP : largeur de la bande passante en hertz [Hz]
- f_2 : fréquence de coupure supérieure en hertz [Hz]
- f_1 : fréquence de coupure inférieure en hertz [Hz]
- f_0 : fréquence de résonance en hertz [Hz]
- Q_0 : facteur de qualité du circuit sans unité

2. Calculs concernant le filtre passe bande

Problème

Le circuit de la figure suivante présente les données suivantes :





R = 4Ω ; L = 120mH ; C = 1µF

1. Calculer la fréquence de résonance de ce circuit
2. Calculer la largeur de la bande passante de ce filtre
3. Calculer pour ce filtre : a- le fréquence du coupure inférieur

   b- la fréquence du coupure supérieur

Solution

1. Calcul de la fréquence de résonance

formule : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ où L = 0,12H ; C = 10^{-6}F $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{0{,}12.10^{-3} x\, 10^{-6}}} = 14536\,Hz$

la fréquence de résonance du circuit est égale à **14536Hz**

2. Calcul de la largeur de la bande passante

1ère étape : calcul du facteur de qualité du filtre

formule : $Q_0 = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi f_0 L}{R}$ AN : $Q_0 = \frac{2\pi\, x\, 14536\, x\, 0{,}12.10^{-3}}{4} = 2{,}74$

2è étape : calcul de la largeur de la bande passante du filtre

Formule : $BP = \frac{f_0}{Q_0}$ AN : $BP = \frac{14536}{2{,}74} = 5305\,Hz$

La bande passante du fltre est égale à **5305Hz**

3. a- Calcul de la fréquence de coupure inférieur

formule: $f_1 = f_0 - \frac{BP}{2}$ AN: $f_1 = 14536 - \frac{5305}{2} = 11833\ Hz$

La fréquence de coupure inférieur est égale à **11833Hz**

b- Calcul de la fréquence de coupure supérieur

formule: $f_2 = f_0 + \frac{BP}{2}$ AN: $f_2 = 14536 + \frac{5305}{2} = 17188\ Hz$

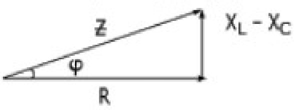
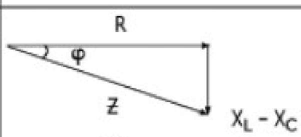
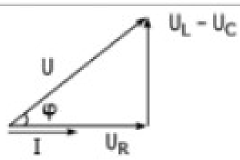
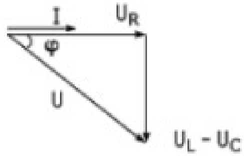
La fréquence de coupure supérieur est égale à **17188Hz**

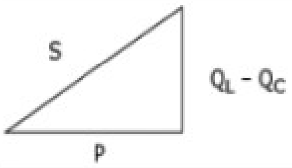
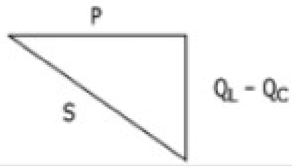
3. Synthèse

Une des applications du circuit RLC en résonance est le **filtre passe -bande .** La caractéristique principale du filtre passe-bande est de laisser passer les courants de fréquence de résonance du circuit et de rejeter tous ceux des autres fréquence.

Tableau récapitulatif du circuit RLC en série : $X_L = 2\pi f_0 L$ réactance inductive

$X_C = \frac{1}{2\pi f_0 C}$ réactance capacitive

	$X_L > X_C$	$X_L < X_C$	$X_L = X_C$
Nature du circuit	partiellement inductif	partiellement capacitif	en résonance
L'impédance	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ 	 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	$Z = R$
Tensions	$U_L > U_C$ $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$	$U_L < U_C$ $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$	$U_L = U_C = Q_0 \times U$ $U = U_R$
Courant	$I = \frac{U}{Z}$	$I = \frac{U}{Z}$	$I = \frac{U}{Z}$
Diagramme de Fresnel des tensions et du courant			$U = U_R$ I où $U_L - U_C = 0$

Angle de déphasage	$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{U_L - U_C}{U_R}\right)$ ou $\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)$	$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{U_C - U_L}{U_R}\right)$ ou $\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)$	$\varphi = 0°$
Puissances & facteur de puissance	$Q_L > Q_C$ $S = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$ $\cos\varphi < 1$ (inductif)	$Q_L < Q_C$ $S = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$ $\cos\varphi < 1$ (capacitif)	$Q_L = Q_C$ $S = P$ $\cos\varphi = 1$ (résistif)
Triangle des puissances			$S = P$