



Royaume du Maroc

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

OFFICE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE ET DE LA PROMOTION DU TRAVAIL

MODULE 03

Circuits Électriques

Résumé de théorie

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com
Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique : [MODULES ISTA](#)

Première Année

*Programme de Formation des Techniciens Spécialisés
en Électronique*

DIRECTION DE LA RECHERCHE ET INGENIERIE DE LA FORMATION

Septembre 1995

TABLE DES MATIÈRES

4. ÉTUDIER DES CIRCUITS RLC EN COURANT ALTERNATIF	4-1
4.1 Introduction	4-1
4.2 La puissance et les réseaux en courant alternatif	4-2
4.3 Filtres résonants série	4-3
4.3.1 Passe bande (série)	4-3
4.3.2 Coupe-bande (série)	4-5
4.4 Filtres résonants parallèles	4-6
4.4.1 Passe-bande (parallèle)	4-6
4.4.2 Coupe-bande (parallèle)	4-7
4.5 Exercices	4-8

4. Étudier des circuits RLC en courant alternatif

4.1 Introduction

On se rappelle les caractéristiques propres aux condensateurs et aux bobines dans des circuits c.a., vues aux modules 2 et 3 pour les réseaux RC et RL. Ces caractéristiques restent les mêmes pour un circuit RLC. On peut toutefois les résumer :

• **le condensateur s'oppose aux variations de tension:**

i_C est donc en avance de 90° sur u_C ;

$$X_C = (1 / 2\pi fC) \angle -90^\circ ;$$

• **la bobine s'oppose aux variations de courant:**

i_L est donc en retard de 90° sur u_L ;

$$X_L = 2\pi fL \angle +90^\circ .$$

exemple : examinons le circuit suivant :

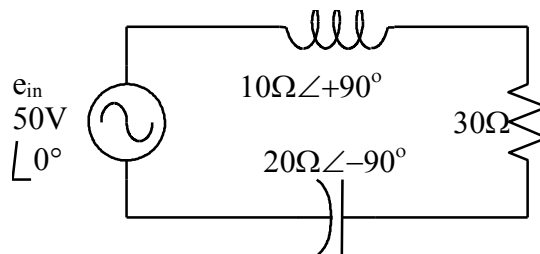


Figure 4-1 Réseau RLC en c.a.

Questions:

- Z_t , I_t
- u_R , u_L et u_C = ?
- vérifiez la boucle de Kirchhoff en tension.

Solution:

- $$Z_t = 30\Omega + j10\Omega - j20\Omega = 30\Omega - j10\Omega$$

$$= 31.6\Omega \angle -18.4^\circ \text{ sous forme polaire}$$

$$I_t = 50V \angle 0^\circ / 31.6\Omega \angle -18.4^\circ = 1.58A \angle 18.4^\circ$$
- $$u_R = 1.58A \angle 18.4^\circ \times 30\Omega \angle 0^\circ = 47.5V \angle 18.4^\circ$$

$$u_C = 1.58A \angle 18.4^\circ \times 20\Omega \angle -90^\circ = 31.6V \angle -71.6^\circ$$

$$u_L = 1.58A \angle 18.4^\circ \times 10\Omega \angle 90^\circ = 15.8V \angle 108.4^\circ$$
- Boucle de Kirchhoff

$$u_R = 45 + j15$$

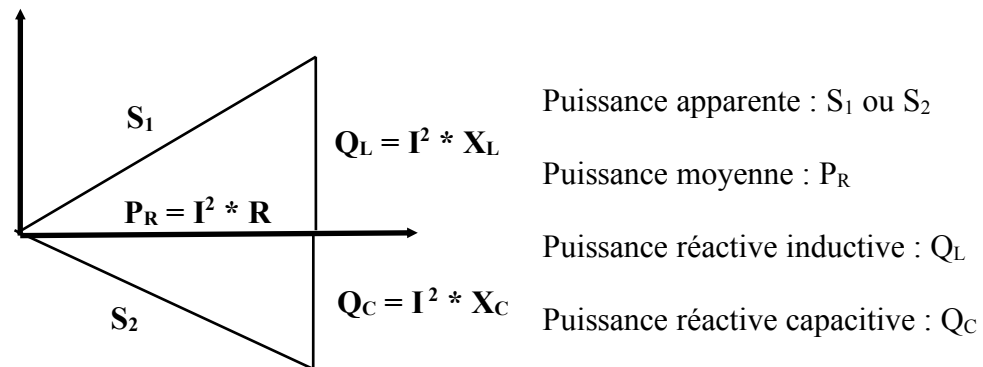
$$u_C = 10 - j30$$

$$u_L = -5 - j15$$

$$e_{in} = 50 + j0 = 50V \angle 0^\circ \text{ (OK!)}$$

4.2 La puissance et les réseaux en courant alternatif

La puissance, dans un circuit en courant alternatif, est composée de trois grandeurs: puissance moyenne, puissance apparente et puissance réactive (inductive et/ou capacitive). Elles peuvent être représentées graphiquement sur un triangle des puissances.



La relation d'angle (θ) entre le courant et la tension fournis par la source alternative permettra de quantifier le rapport entre la puissance moyenne et cette tension courante.

Facteur de puissance : $F_P = \cos \theta = P_R / (e_s * i_s)$

4.3 Filtres résonants série

4.3.1 Passe bande (série)

Un réseau résonant contient un condensateur et une bobine. Leur comportement opposé en impédance est l'élément clef des circuits résonants qui composent les circuits filtres passe-bande et coupe-bande.

Un réseau résonant série est composé de deux éléments réactifs: la bobine et le condensateur. À la fréquence qu'on dit être de résonance, les valeurs respectives de X_L et X_C sont identiques; et, dans un réseau série, elles s'annulent pour provoquer un court-circuit.

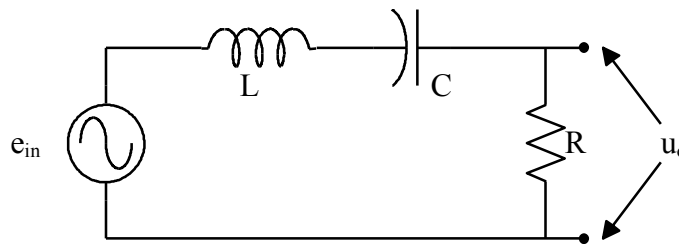


Figure 4-2 Filtre résonant série

$$Z_t = R_L + jX_L - jX_C = R_L$$

À la fréquence de résonance, la réactance du condensateur et de la bobine est telle que leur addition vectorielle donne 0Ω .

$$\begin{aligned} X_L &= X_C \\ 2\pi f r L &= \frac{1}{2\pi f r C} \\ f r^2 &= \frac{1}{4\pi^2 LC} \\ f r &= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \end{aligned}$$

À basse fréquence, X_L est petite et X_C , grande. À haute fréquence, X_L est grande et X_C , petite. Dans les deux cas, l'impédance totale du circuit est grande et un courant faible parcourt le circuit. La tension aux bornes de la résistance de charge est donc faible. À la fréquence de résonance où $X_L = X_C$, l'impédance totale du circuit est la valeur de la résistance de charge R_L . Toute la tension de la source se retrouve alors aux bornes de cette charge, le condensateur et la bobine se comportant ensemble comme un court-circuit.

Un circuit passe-bande, comme son nom l'indique, ne laisse passer qu'une bande de fréquence dont la fréquence centrale est de résonance.

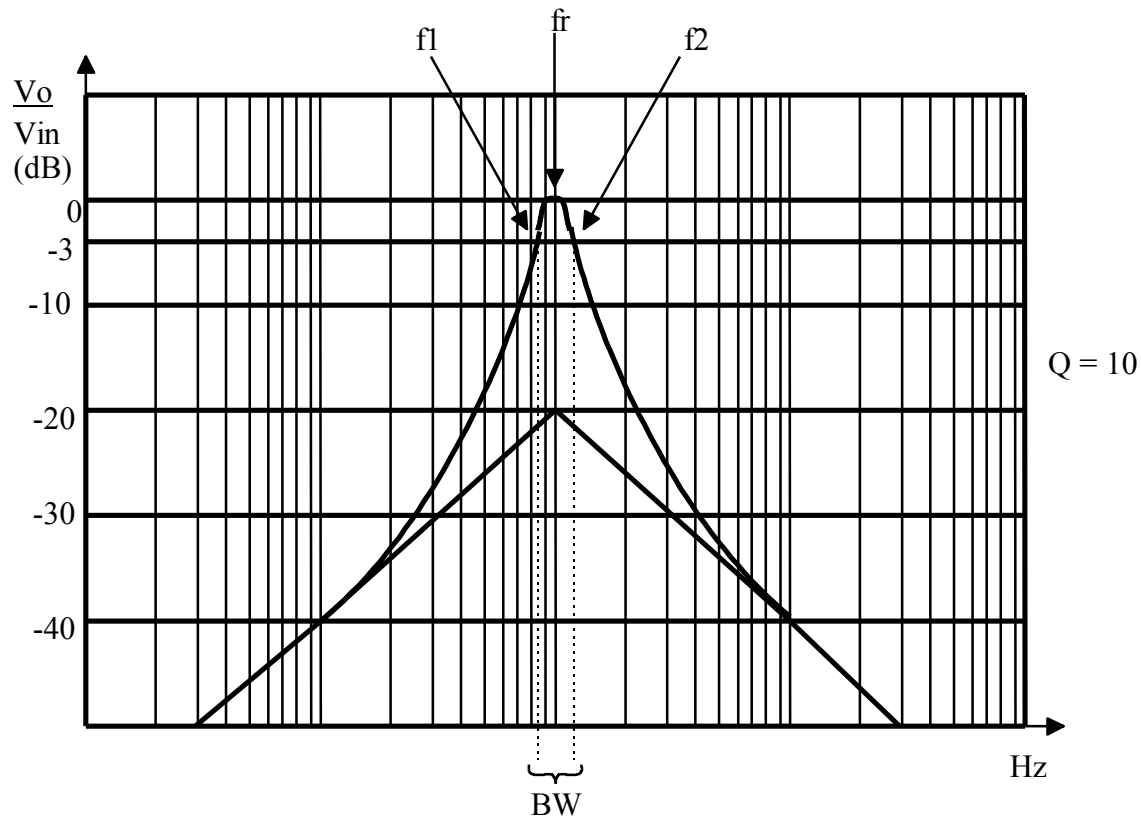


Figure 4-3 Diagramme de Bode d'un filtre passe-bande

Les limites de la bande sont déterminées par les fréquences f_1 et f_2 (Figure 4-3) où l'atténuation atteint -3 dB de chaque côté de la cloche.

$$BW = f_2 - f_1$$

$$f_1 = fr - \frac{BW}{2}$$

$$f_2 = fr + \frac{BW}{2}$$

La largeur de bande est déterminée par le facteur de qualité série Q_s du circuit. Il est aussi appelé le facteur de surtension. Le facteur de qualité est le rapport entre X_L et R_L à la fréquence de résonance:

$$Q_s = \frac{X_L}{R}$$

$$\text{et } BW = \frac{fr}{Q_s}$$

$$\text{où } (Q_s \geq 10)$$

4.3.2 Coupe-bande (série)

Le coupe-bande fait le travail inverse du passe-bande: il enlève une plage de fréquence.

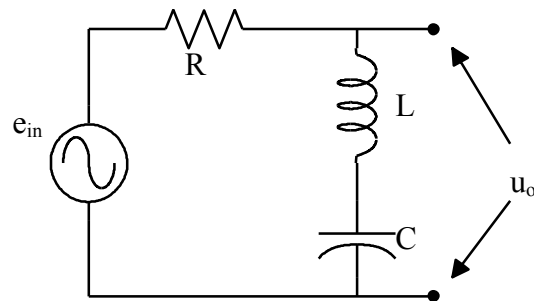


Figure 4-4 Filtre coupe-bande série

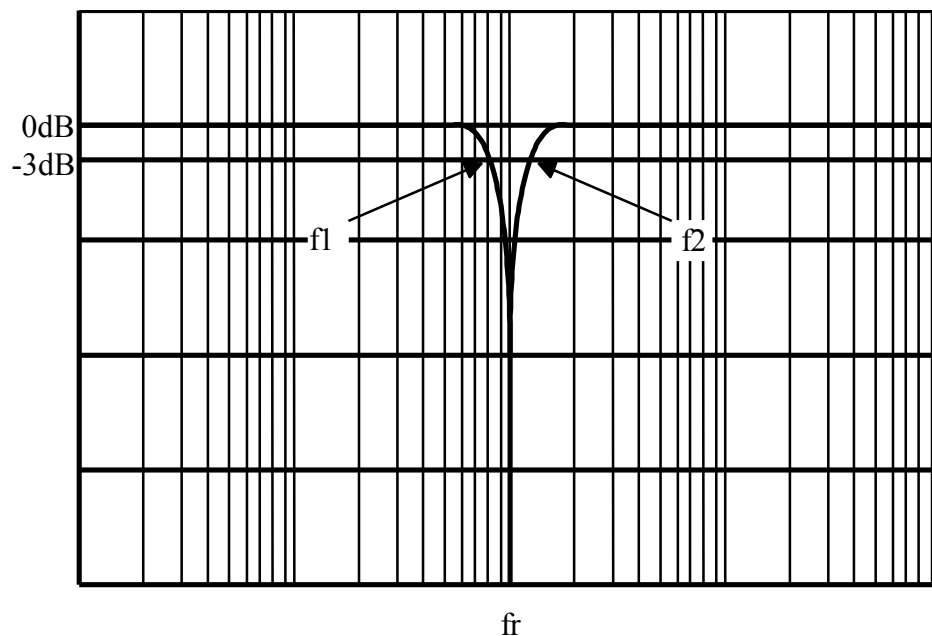


Figure 4-5 Diagramme de Bode d'un filtre coupe-bande

Les équations à utiliser sont les mêmes que pour le passe-bande série.

4.4 Filtres résonants parallèles

4.4.1 Passe-bande (parallèle)

Un réseau résonant parallèle est composé aussi de deux éléments réactifs: la bobine et le condensateur. À la fréquence de résonance, comme dans le cas du réseau série, $X_L = X_C$.

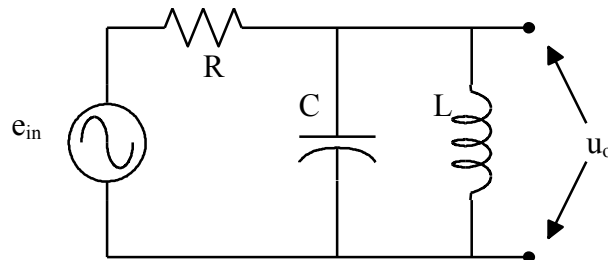


Figure 4-6 Filtre passe-bande parallèle

Comme dans le réseau série:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

mais

$$Q_p = \frac{R}{X_L}^2 \quad \text{où } (Q_p \geq 10)$$

$$\text{et } BW = \frac{f_r}{Q_p}$$

4.4.2 Coupe-bande (parallèle)

Le réseau de la Figure 4-7 montre le branchement d'un réseau filtre coupe-bande grâce à un réseau résonant parallèle:

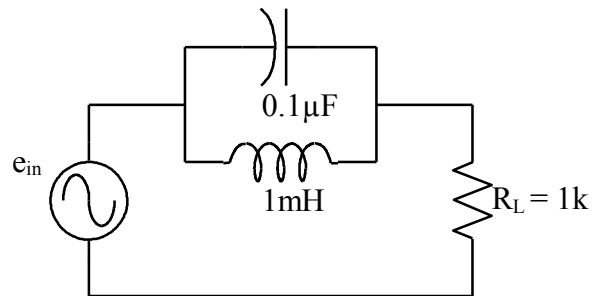


Figure 4-7 Filtre coupe-bande parallèle

Questions:

- a) Quelle est la valeur de f_r ? _____
- b) Quelle est la valeur de Q_p ? _____
- c) Quelle est la valeur de BW ? _____
- d) Quelle est la valeur de f_1 et f_2 ? _____

Solution:

$$a) f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{1\text{mH} \times 0.1\mu\text{F}}} = 15,9\text{kHz}$$

$$b) Q_p = \frac{R_L}{X_L} = \frac{1\text{k}}{2\pi \times 15,9\text{ kHz} \times 1\text{mH}} = 10$$

$$c) BW = \frac{15,9\text{kHz}}{10} = 1,59\text{kHz}$$

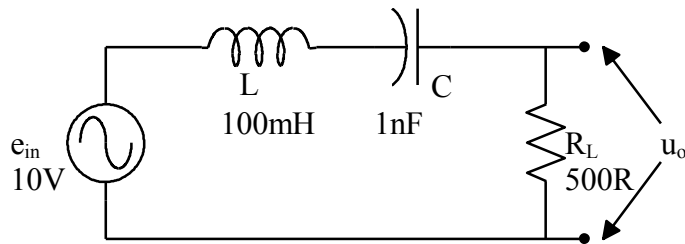
$$d) f_1 = f_r - \frac{BW}{2} = 15,9\text{ kHz} - \frac{1,59\text{ kHz}}{2} = 15,1\text{ kHz}$$

$$f_2 = f_r + \frac{BW}{2} = 15,9\text{ kHz} + \frac{1,59\text{ kHz}}{2} = 16,7\text{ kHz}$$

Vous pouvez maintenant tracer, sur papier semi-logarithmique, l'allure de ce coupe-bande parallèle.

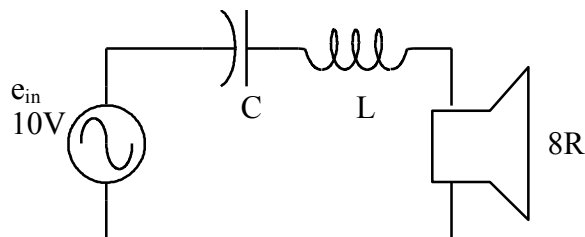
4.5 Exercices

1 - Soit le circuit suivant :



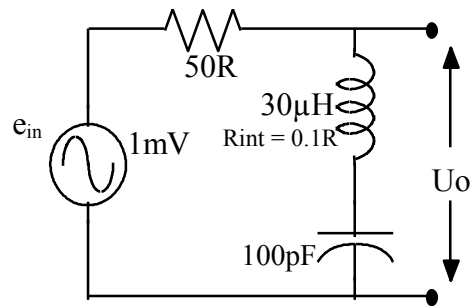
- Quelle est la fréquence de résonance de ce circuit?
- Que valent X_L et X_C à la fréquence de résonance (f_r)?
- Quel est le facteur de qualité du réseau (Q_s)?
- Quelle est la bande passante de ce réseau (BW)?
- Que valent f_1 et f_2 ?
- Que vaut U_{out} à f_1 , f_2 et f_r ?

2 - Soit le circuit suivant :



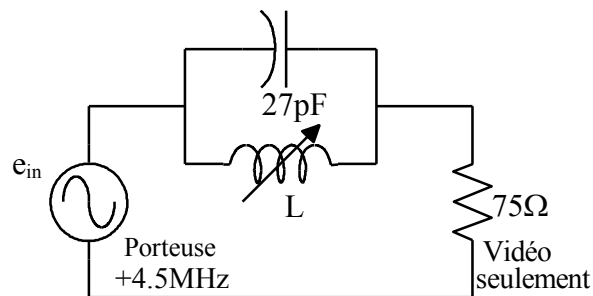
- Que vaut X_L si $Q_s = 1$?
- Que vaut L si $f_r = 3\text{kHz}$?
- Que vaut alors C ?

3 - Soit le circuit suivant :



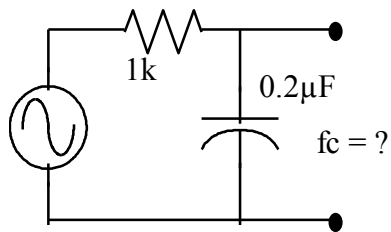
- Quelle est la fréquence de résonance de ce circuit?
- Que valent X_L et X_C à la fréquence de résonance?
- Quel est le facteur de qualité du réseau?
- Quelle est la bande passante de ce réseau?
- Que valent f_1 et f_2 ?
- Que vaut V_o et A_v (dB) à f_1 , f_2 , et f_r ?

4 - Dans le circuit électronique d'un téléviseur, on retrouve le réseau de la figure ci-contre. Le signal vidéo a un spectre en fréquence s'étendant de 30 Hz à 3,2 MHz. Cependant, un signal supplémentaire est mélangé à ce signal: la «porteuse» du son. La fréquence de cette porteuse est de 4.5 MHz. À quelle valeur doit-on ajuster L de sorte qu'il n'y ait pas de «son dans l'image», c'est-à-dire que le signal à 4.5 MHz soit éliminé?

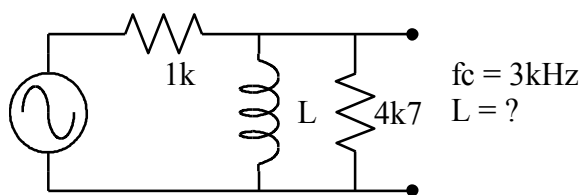


5 - Dites si les réseaux suivants sont un passe-bas, un passe-haut, un passe-bande ou un coupe-bande et calculez les valeurs inconnues.

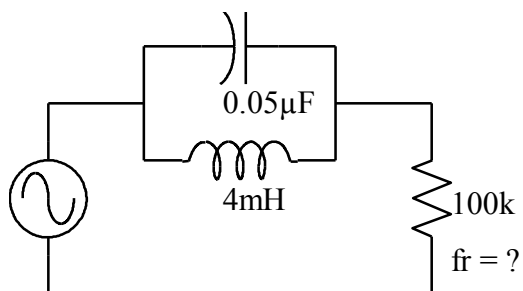
a)



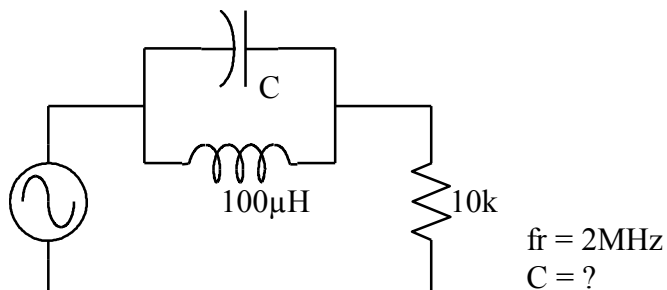
b)



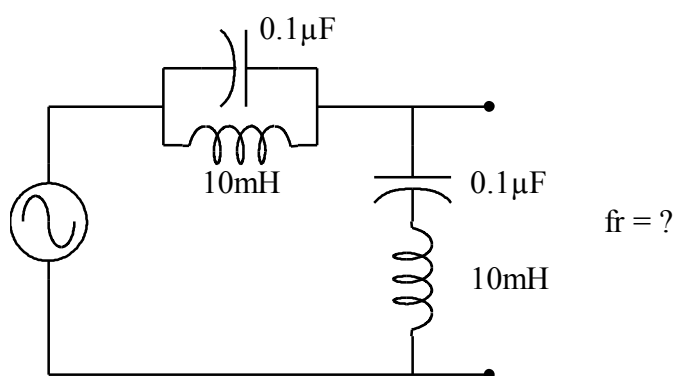
c)



d)



e)



f)

