Université de Boumerdès

Faculté de Technologie

Département Ingénierie des systèmes électroniques

Filière: Electronique

Module: Electronique fondamentale 2

Chapitre5: Oscillateurs sinusoïdaux

Dr S. Belkacem

2019/2020

Plan

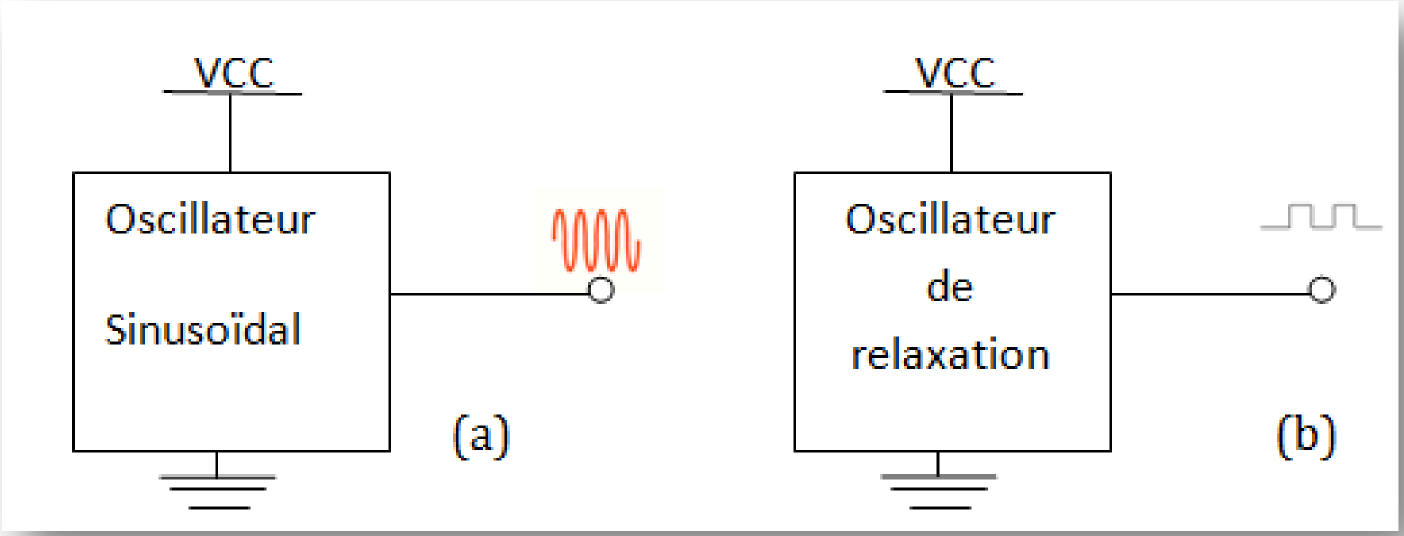
1. Généralités sur les oscillateurs

- **Un oscillateur électronique sinusoïdal est un circuit électronique permettant d'obtenir un signal de sortie sinusoïdal de fréquence F0 =1/T0.**
- **Le circuit ne reçoit en entrée que des tensions continues servant à l'alimentation du circuit (polarisation des différents composants actifs).**

1. Généralités sur les oscillateurs

- **Le principe de fonctionnement d'un oscillateur repose sur la réinjection en phase d'une partie du signal amplifié sur l'entrée du circuit.**
- **Les oscillateurs peuvent être classés en deux grandes famille selon la forme d'onde qu'ils génèrent :**
  - **Oscillateur sinusoïdal (a)**
  - **Oscillateur de relaxation (b)**

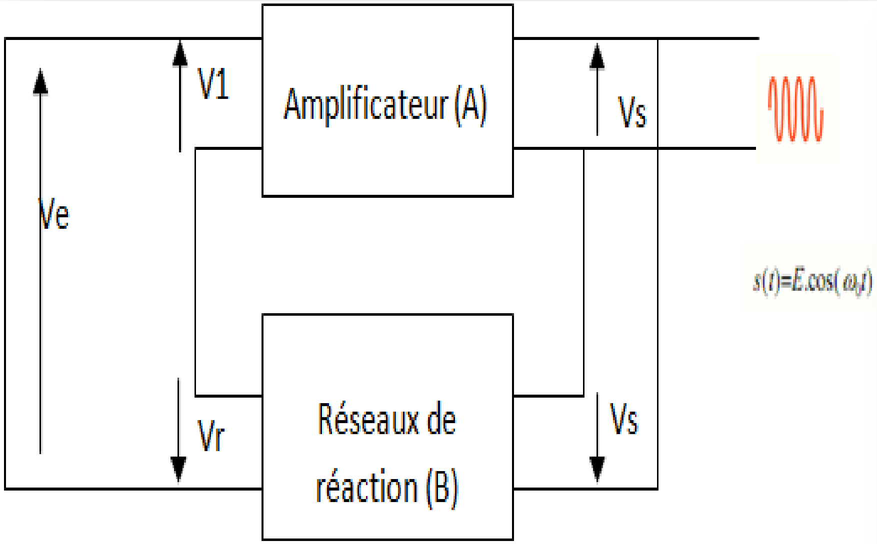
1. Généralités sur les oscillateurs



1. Généralités sur les oscillateurs

Principe général d'un oscillateur sinusoïdal

- La chaîne directe est constituée par un amplificateur (A),
- La chaîne de retour est un filtre obtenu avec un quadripôle passif (β).



Vr : tension de la sortie vers l'entrée pour pouvoir entretenir les oscillations

Vs : tension de sortie appliquée à la charge

V1 : tension d'entrée appliquée à l'amplificateur

Ve : tension d'entrée du circuit oscillateur

A : est le gain de l'amplificateur

β : est le facteur de transfert de circuit de réaction

1. Généralités sur les oscillateurs

Principe général d'un oscillateur sinusoïdal

- Le réseau de réaction est un circuit passif oscillant ayant pour rôle de fixer la fréquence d'oscillation.
- Le rôle du circuit amplificateur est l'entretien des oscillations.
- La fonction de transfert en boucle fermée s'écrit comme suit :

$$\frac{Vs}{Ve} = \frac{A}{1 - A\beta}$$

1. Généralités sur les oscillateurs

Condition d'entretien des oscillations

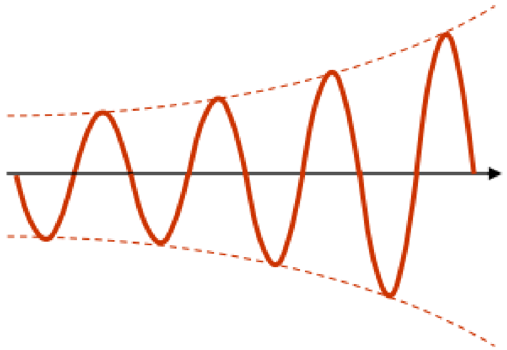
Condition de BARKHAUSEN

- La condition sur l'amplitude permet de déterminer la condition d'entretien : $|A(jw0)\beta(jw0)| = 1$
- La condition sur l'argument $Arg(A.B) = 0$ permet de déterminer la fréquence d'oscillation du circuit :$\arg A(jw0) + \arg\beta(jw0) = 0$

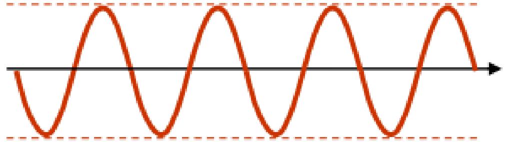
1. Généralités sur les oscillateurs

Type des oscillations sinusoïdales

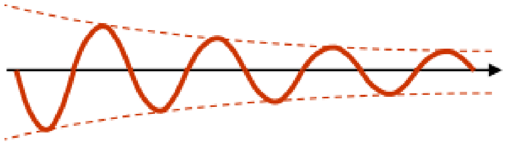
- $|A.B| > 1$, oscillations divergentes



- $|A.B| = 1$, oscillations entretenues

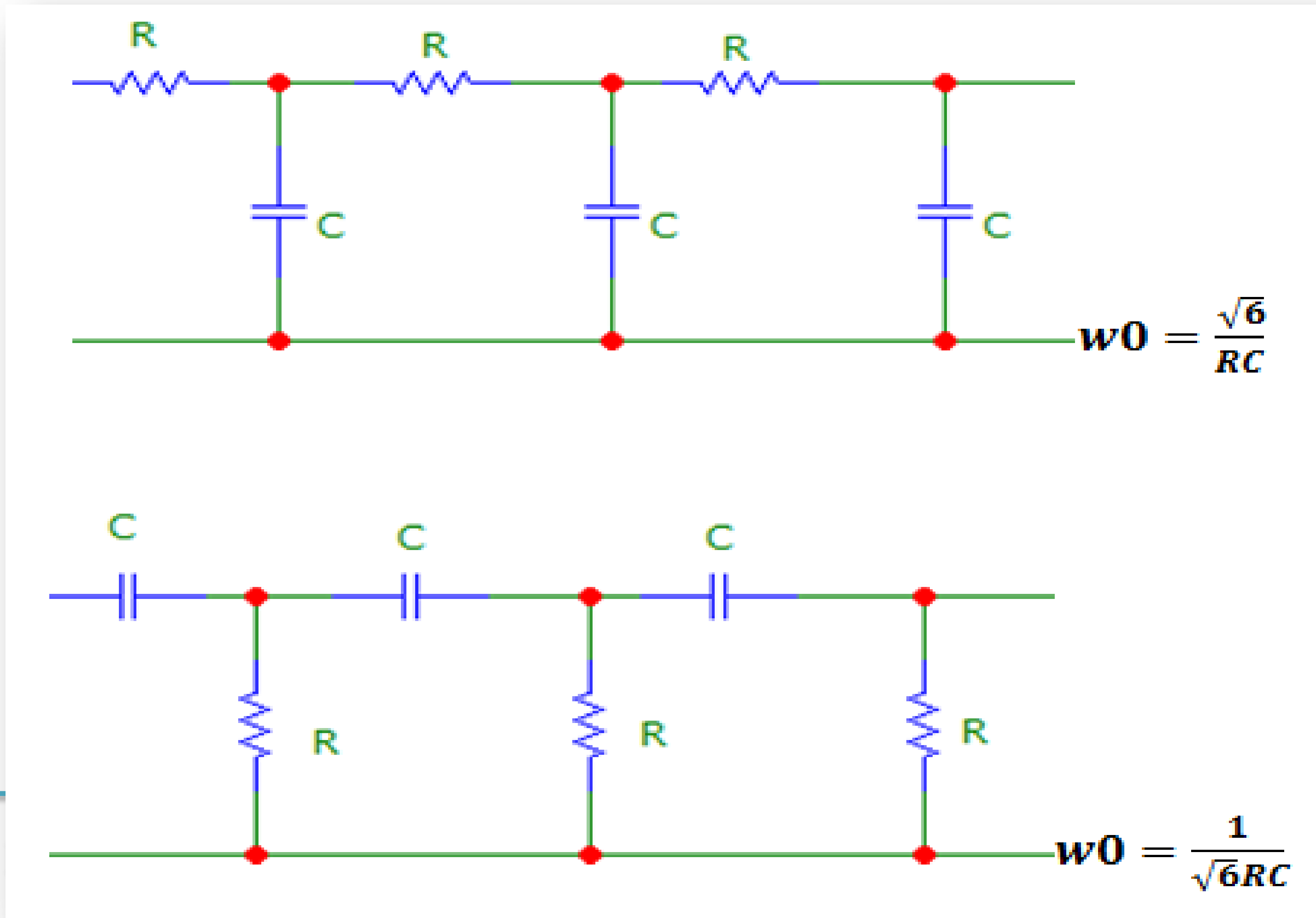


- $|A.B| < 1$, oscillations amorties



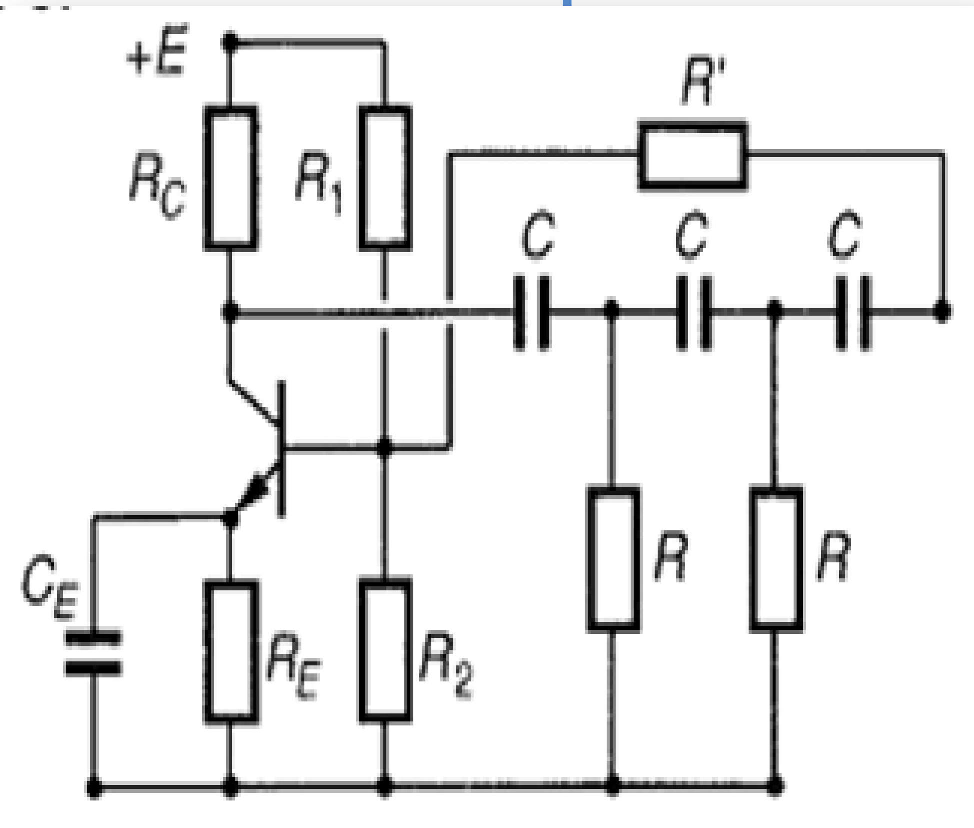
2. Les oscillateurs RC

Le réseau déphaseur



2. Les oscillateurs RC

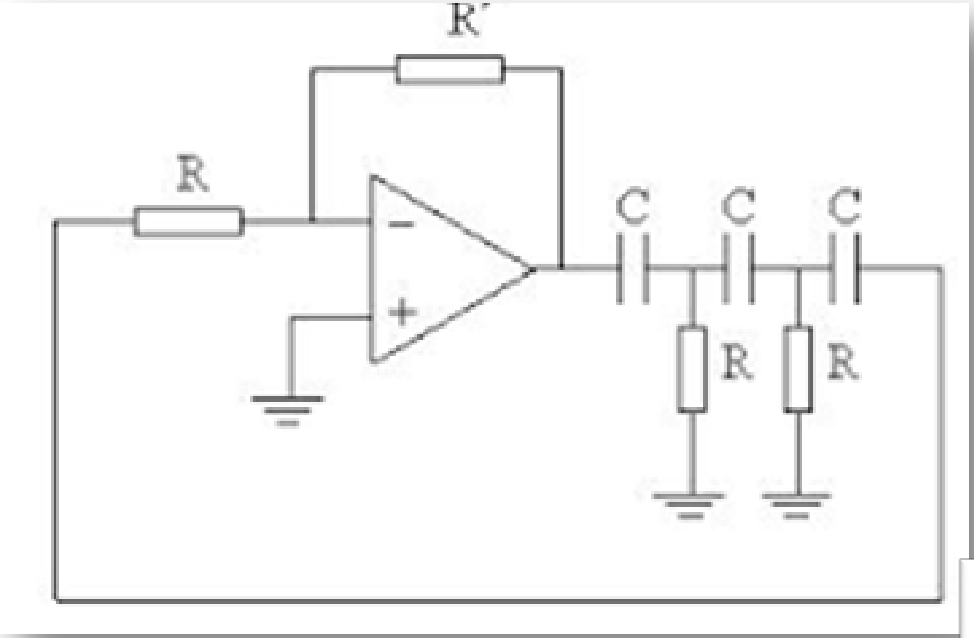
Oscillateur à déphasage à base de transistor bipolaire monté en émetteur commun



$$f_0 = \frac{1}{2\pi\ RC\ \sqrt{6}}$$

2. Les oscillateurs RC

Oscillateur à déphasage à base d'amplificateur opérationnel

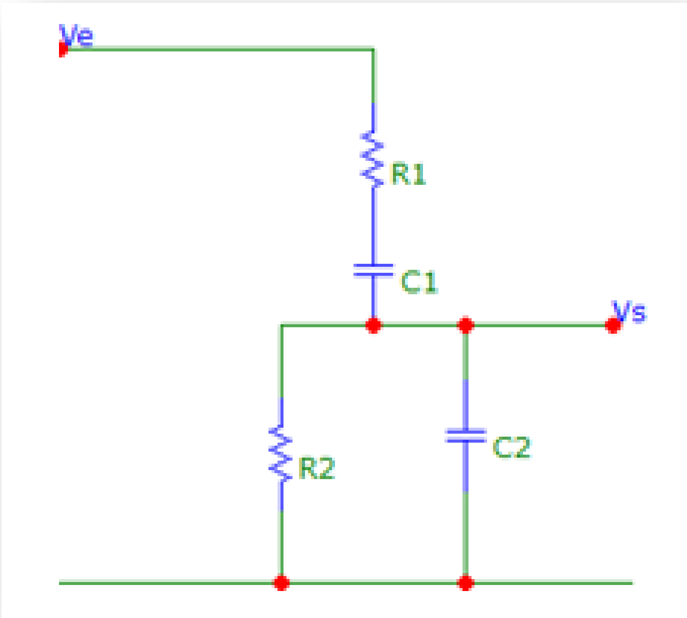


Montrer

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{6}RC} \Rightarrow b(j\omega_0) = -\frac{1}{29}$$

2. Les oscillateurs RC

Oscillateur à pont de Wien

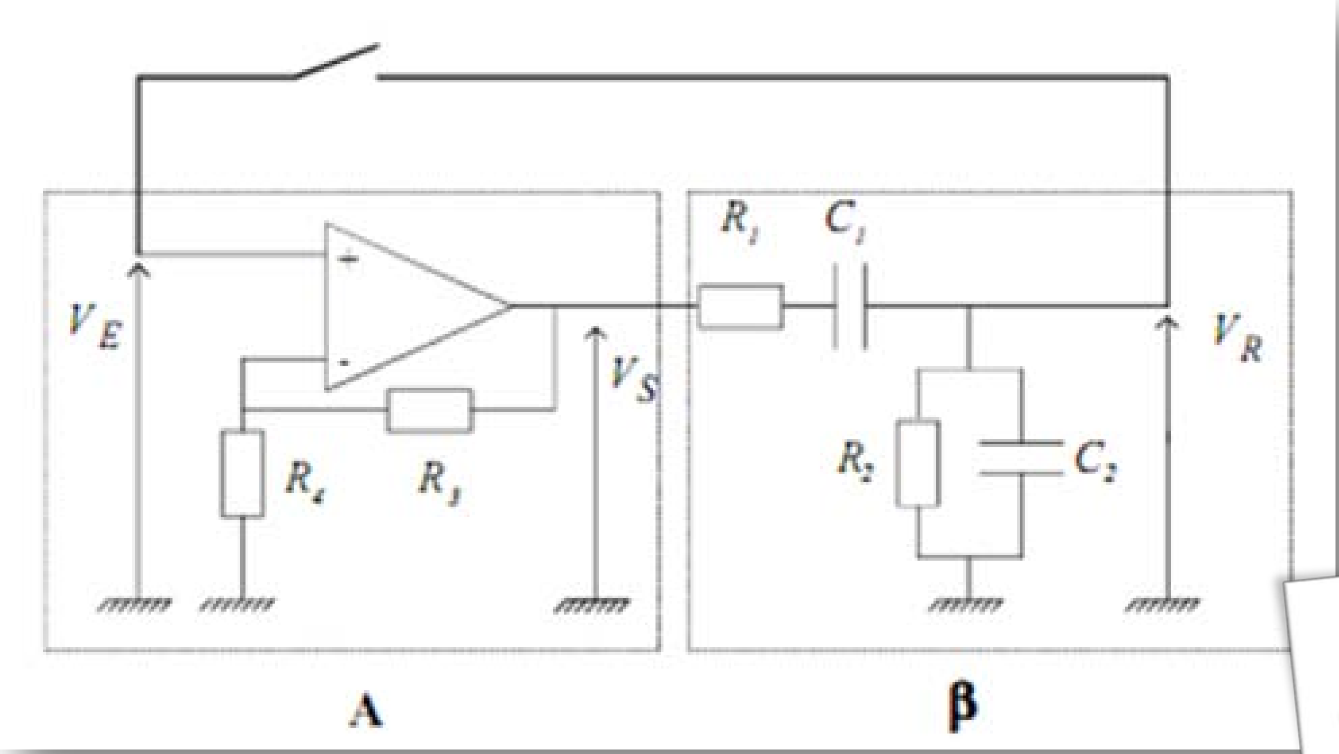


Montrer

$$B(j\omega) = \frac{1}{3 + j\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

2. Les oscillateurs RC

Oscillateur de Wien à amplificateur opérationnel



Montrer

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1C_1R_2C_2}}$$

2. Les oscillateurs RC

Oscillateur à pont de Wien

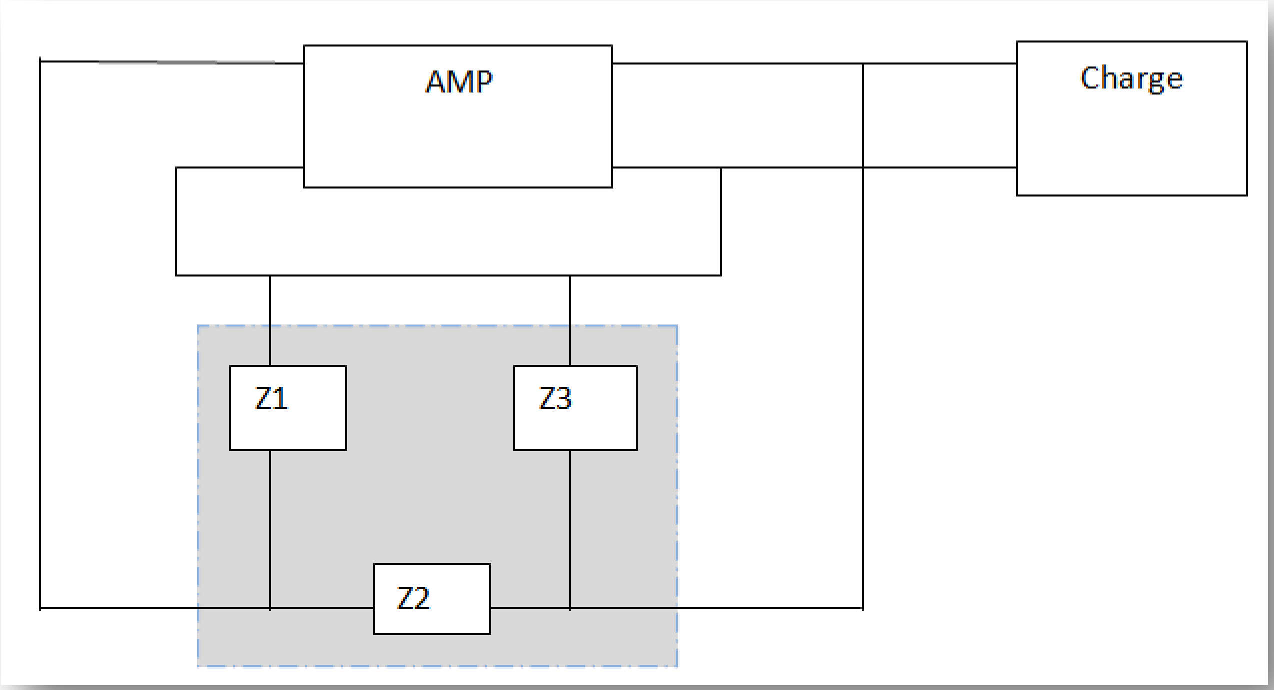
Montrer que la fonction de transfert du quadripôle sélectif est de la forme :

$$B(j\omega) = \frac{1}{3 + j\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

On precisera l' expression de w0.

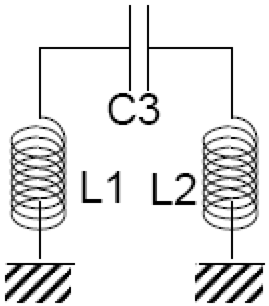
3. Les oscillateurs LC (haut frequence)

Oscillateur à réseau LC sans mutuelle inductance



3. Les oscillateurs LC

- Hartley



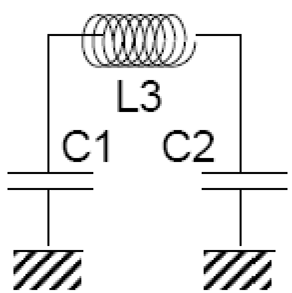
Z1=j.L1.ω

Z2=j.L2.ω

Z3=(j.C3.ω)$^{-1}$

$$\omega_{osc} = \frac{1}{\sqrt{C3.(L1+L2)}}$$

Colpitts



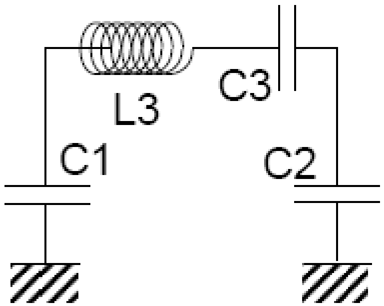
Z1=(j.C1.ω)$^{-1}$

Z2=(j.C2.ω)$^{-1}$

Z3=j.L3.ω

$$\omega_{osc} = \sqrt{\frac{C1+C2}{L3.C1.C2}}$$

Clapp



Z1=(j.C1.ω)$^{-1}$

Z2=(j.C2.ω)$^{-1}$

Z3=j.L3.ω+(j.C3. ω)$^{-1}$

$$\omega_{osc} = \sqrt{\frac{1}{L3}.\left(\frac{1}{C1}+\frac{1}{C2}+\frac{1}{C3}\right)}$$

21

3. Les oscillateurs LC

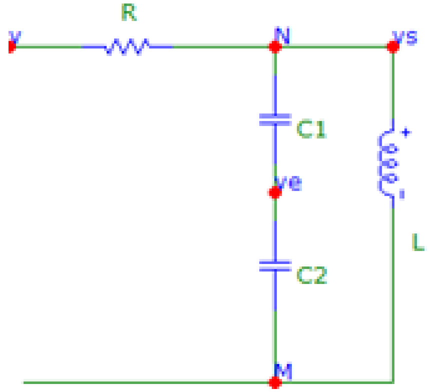
Réseau de Colpitts

Exercice

Le montage de Colpitts, représentée ci-dessous, est constitué :

D'un réseau (ou filtre) de Colpitts (R,C_1,C_2,L) :

On posera $C_e = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}$

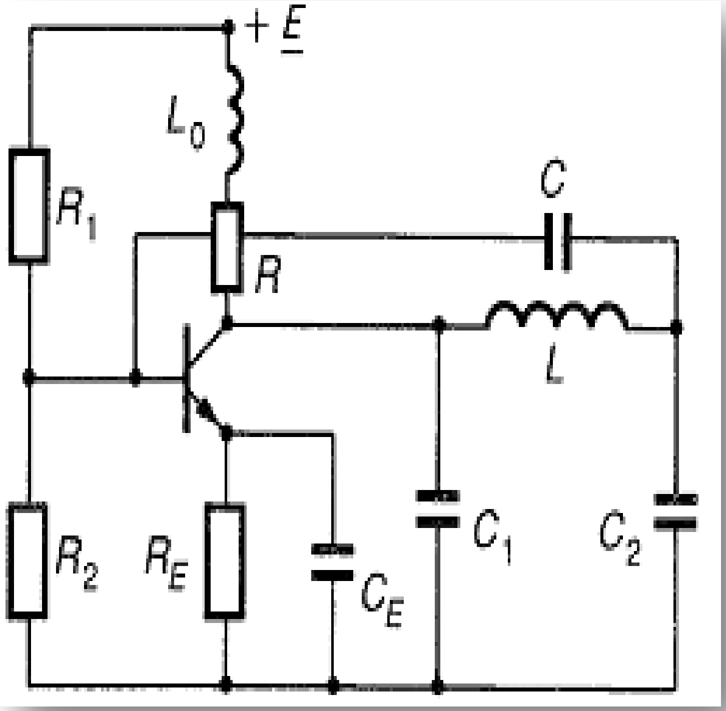


- Exprimer la transmittance complexe $\overline{H_0}(j\omega) = v_s / v_e$ du filtre de Colpitts en fonction des éléments R, L et $C_e$de ce filtre.
- En déduire la pulsation centrale ω_0.

3. Les oscillateurs LC

Oscillateur de Colpitts à émetteur commun

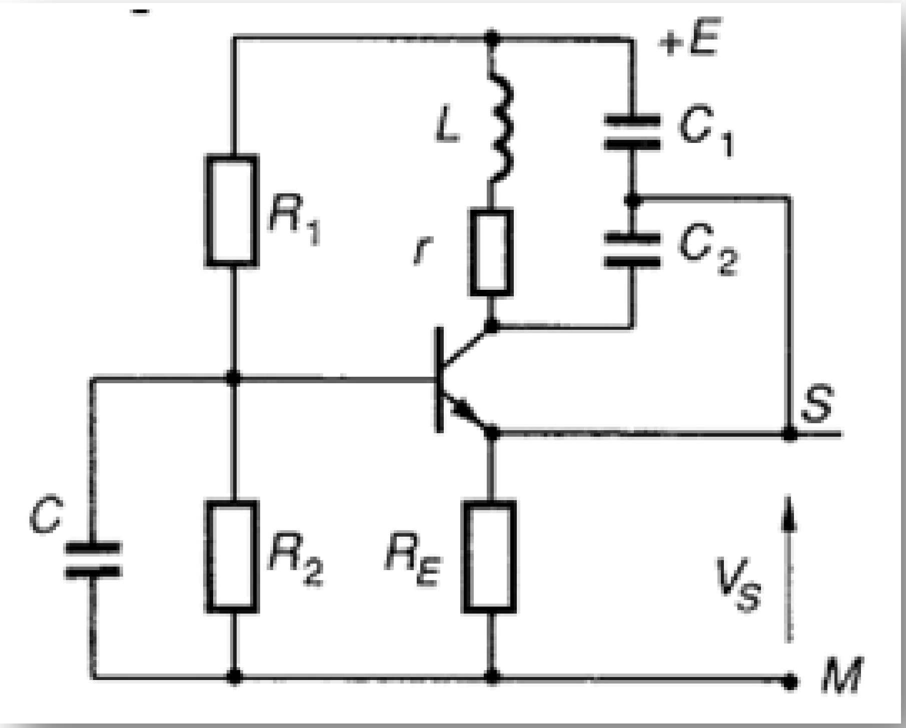
Z1 et Z2 des capacités et Z3 une inductance



$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L\left(\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}\right)}}$$

3. Les oscillateurs LC

Oscillateur de Colpitts à base commune



$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L\left(\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}\right)}}$$

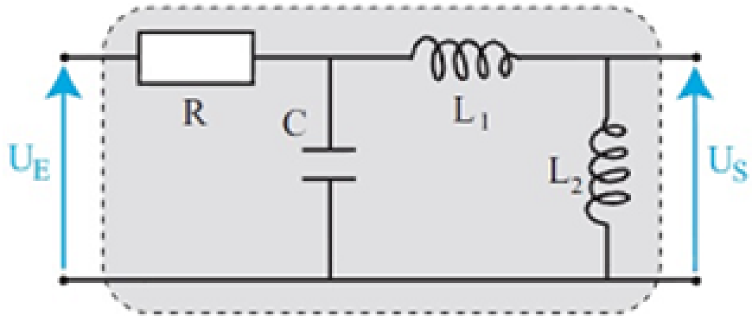
3. Les oscillateurs LC

Filtre de Hartley

Exercice

Déterminer la fonction du filtre de Hartley représenté par la figure ci-dessous, et la mettre sous la forme:

$$\underline{H}(\omega) = \frac{K}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

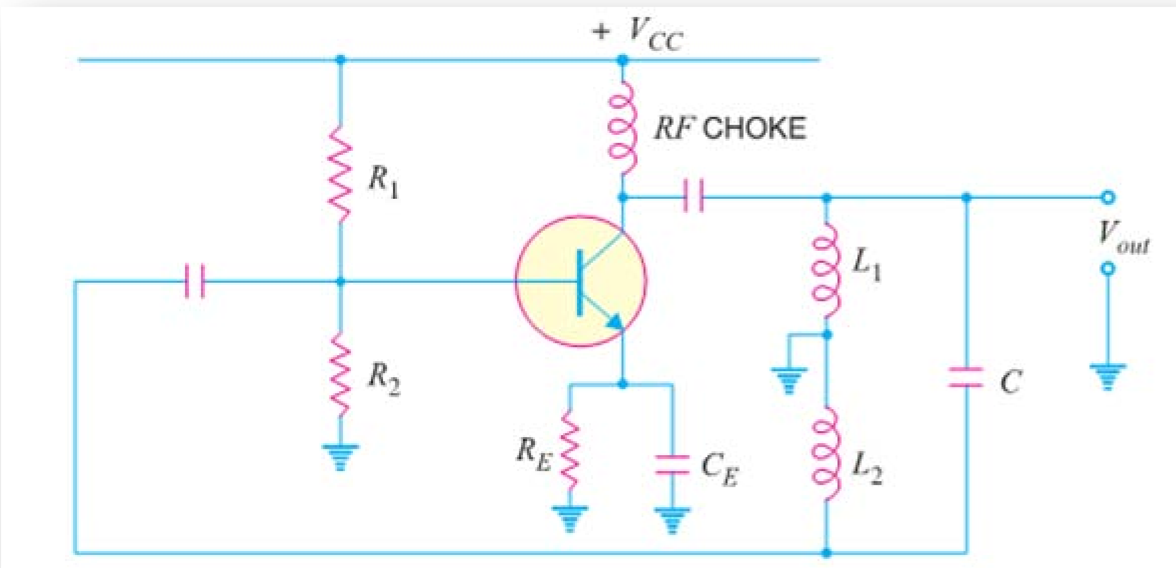


On précisera les expressions de K, w0 et Q.

3. Les oscillateurs LC

Oscillateur de Hartley

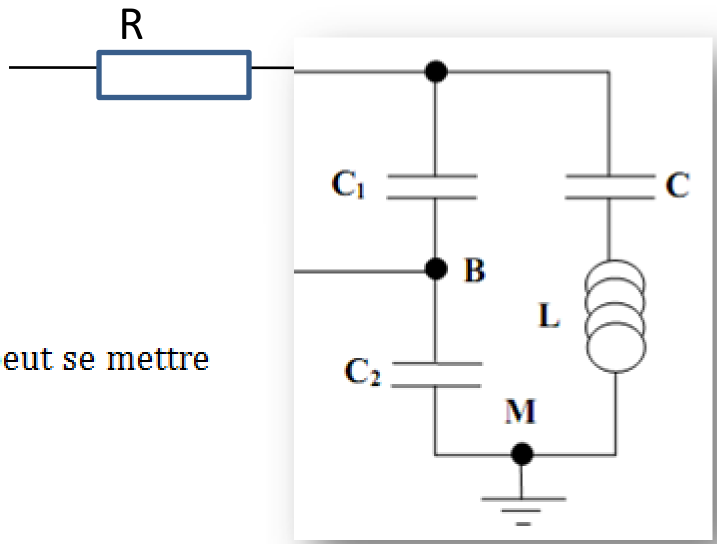
Z1 et Z2 des inductances et Z3 une capacité.



$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{(L_1 + L_2)C}}$$

3. Les oscillateurs LC

Réseau de Clapp



Exercice

- Montrer que la fonction de transfert pour le réseau de Clapp peut se mettre sous la forme :

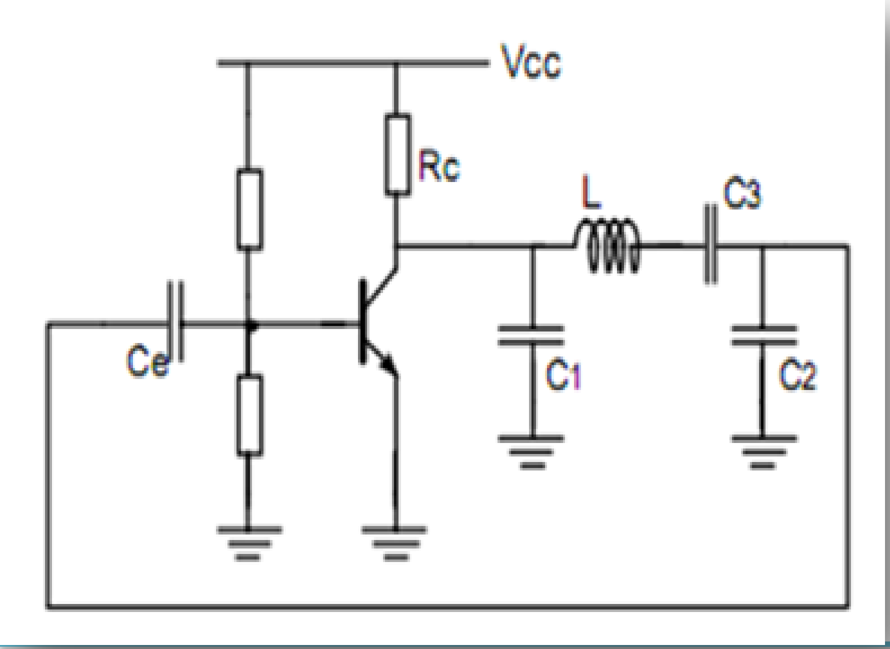
$$H_r(j\omega) = \frac{\dfrac{C_1}{C_1 + C_2}}{1 + j\omega R\left[\dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} - \dfrac{C}{(LC\omega^2 - 1)}\right]}$$

- Déterminer la fréquence d'oscillation f0.

3. Les oscillateurs LC

Oscillateur de Clapp

Le remplacement de l'inductance L par (L,C3)



$$\omega_{osc} = \sqrt{\frac{1}{L}\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}\right)}$$

4. Oscillateur à quartz

- La très grande stabilité des paramètres du quartz →la stabilité de la fréquence des oscillations.

- Le quartz doit avoir un comportement inductif pour que les conditions de mise en oscillation puissent être vérifiées.

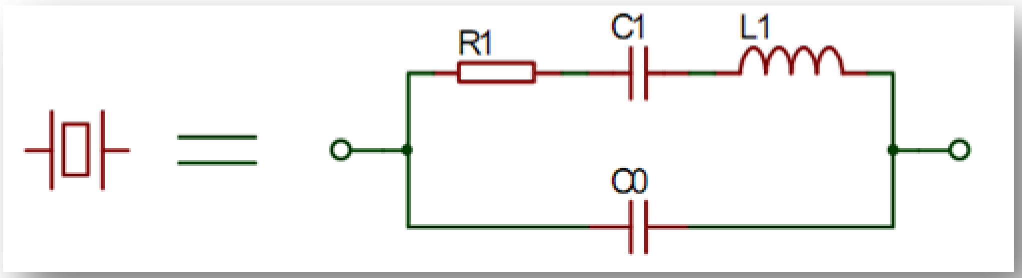
<u>Figure IV.19</u> Schéma électrique équivalent du quartz et allure de la réactance X (partie imaginaire de l'impédance, Z=jX) en négligeant les pertes. La résistance r représente les pertes mécaniques. Une réactance positive correspond à un comportement inductif, et une réactance négative à un comportement capacitif.

4. Oscillateur à quartz

- **L'impédance du quartz varie rapidement autour de 2 fréquences caractéristiques :**
  - **la fréquence de résonance série de la branche (R1, L1, C1), fs**
  - **la fréquence de résonance parallèle fp**

4. Oscillateur à quartz

Le Quartz



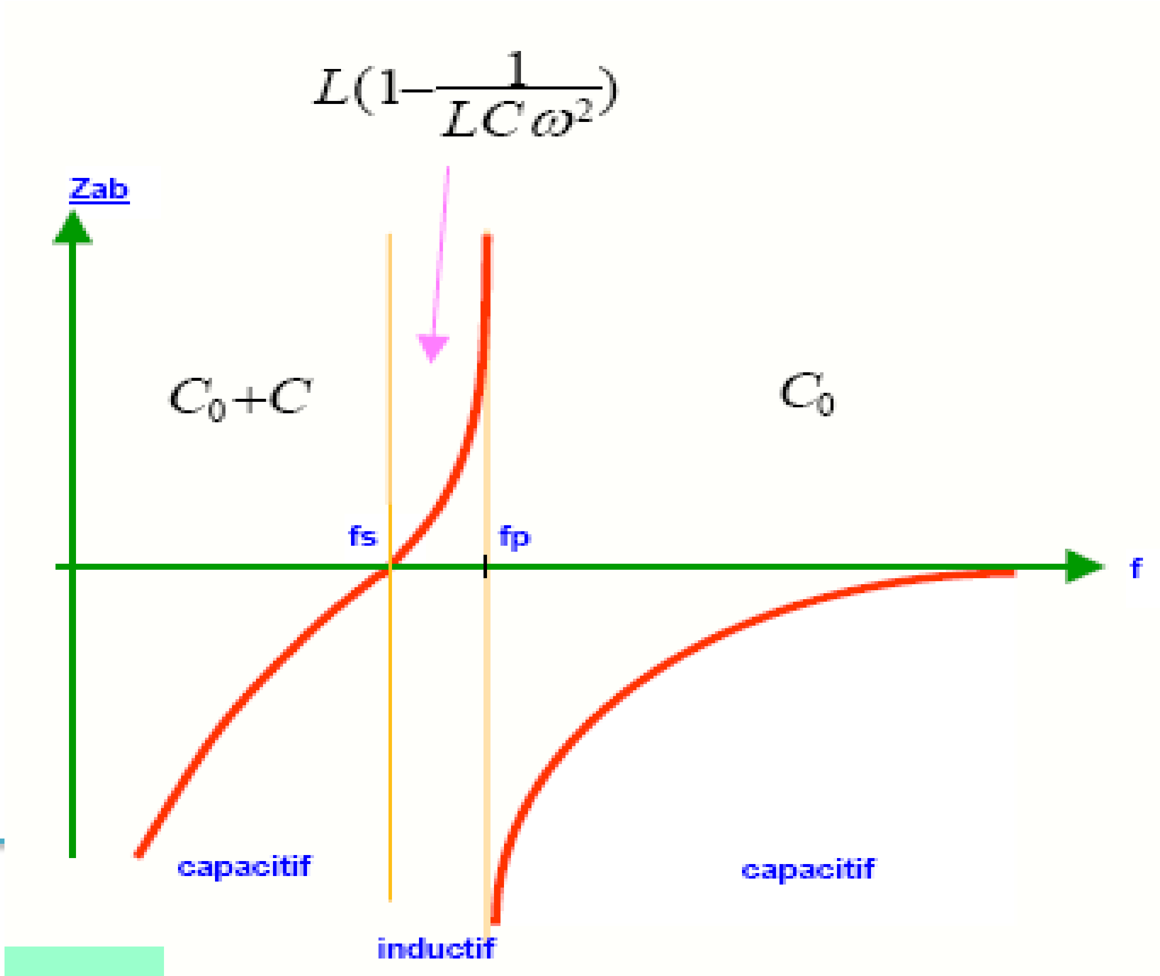
$$f_S = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}$$

$$f_P = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{C_0 C_1}{C_0 + C_1} L_1}}$$

AN: si on néglige l'influence de R avec L = 9,2 mH, C = 0,028 pF et C = 20 pF on a fs=9,916MHz et fp = 9,923 MHz

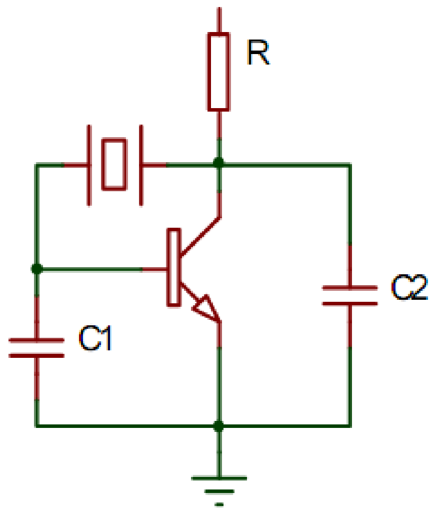
4. Oscillateur à quartz

- inductif: très étroite entre fs et fp.
- Ailleurs capacitif.



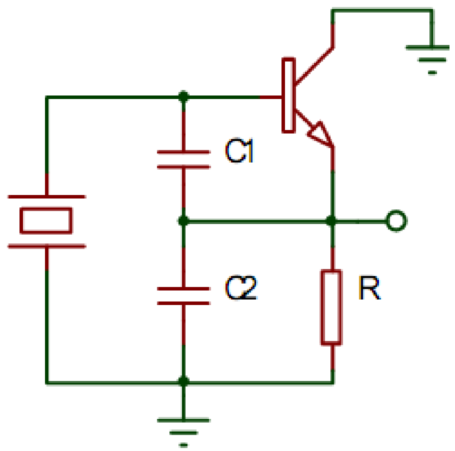
4. Oscillateur à quartz

Le Quartz



Oscillateur PIERCE

Résonance série



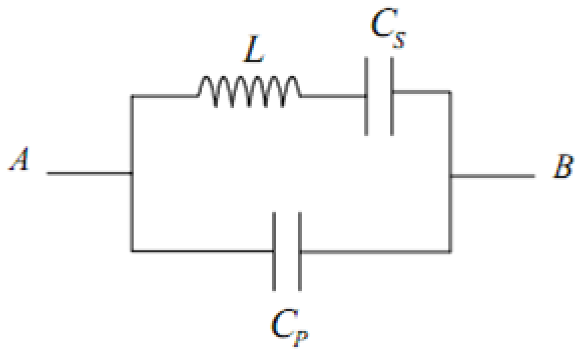
Oscillateur COLPITTS

Résonance parallèle

4. Oscillateur à quartz

Exercice …

Un quartz peut être modélisé par le modèle ci-contre.



1. calculez l'impédance Z présentée par le quartz entre ses bornes A et B ; montrez que l'on peut mettre cette impédance sous la forme :

$$\boxed{\underline{Z} = jX = -j\frac{\omega^2 - \omega_s^2}{C_p\omega(\omega^2 - \omega_p^2)}}$$

4. Oscillateur à quartz

Exercice

2. on pose $a = \frac{Cs}{Cp}$, exprimer wp en fonction de ws et a.
3. Donner les valeurs de ωp et ωs en fonction de L, Cs et Cp.
4. on pose L=20H ; Cs=0.05pF ; Cp=25pF ; calculer ws et $\frac{\Delta\omega}{\omega_s} = \frac{\omega_p - \omega_s}{\omega_s}$.
5. Représenter graphiquement Z en fonction de w ; indiquer le domaine de fréquence où le quartz présente un comportement inductif.