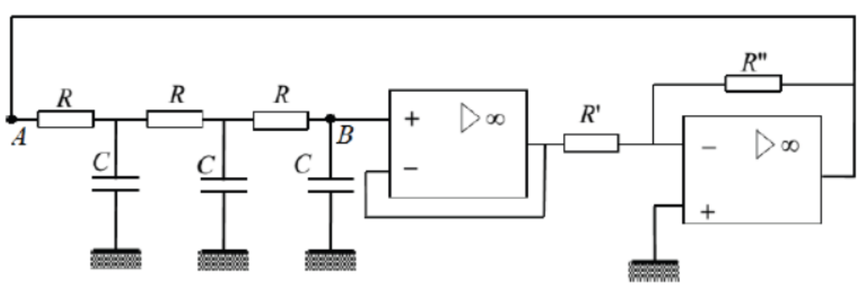
TD n°3 Oscillateurs

ENCPB - Pierre-Gilles de Gennes

Résumé
⋆ Exercice de niveau CCP.
• Exercice de niveau Centrale/Mines
⋄ Exercice nécessitant un sens physique particulier.

1. Oscillateur déphaseur⋆



On donne la transmittance du réseau à 3 cellules :

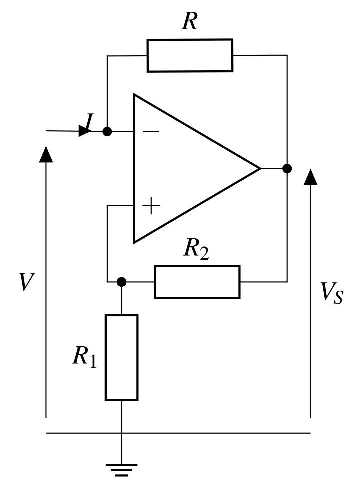
$$H(p) = \frac{V_B}{V_A} = \frac{1}{1+6p\tau+5p^2\tau^2+p^3\tau^3}$$

avec $\tau = RC$.

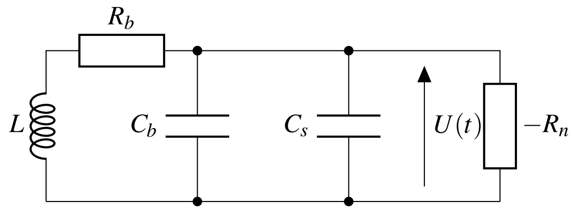
A quelles conditions sur la valeur des composants le système est-il un oscillateur sinusoïdal ? Quelle est la pulsation des oscillations ?

2. Oscillateur à résistance négative⋆⋄

On étudie tout d'abord le dipôle ci-dessous, constitué d'un A.O et de trois résistances.



1. Dans le cas où l'A.O fonctionne en régime linéaire, déterminer les relations donnant V en fonction de I, puis V_s en fonction de I.
2. Dans le cas où l'amplificateur fonctionne en régime saturé avec $V_s = +V_{\text{sat}}$, déterminer la relation donnant V en fonction de I. Faire de même si $V_S = -V_{\text{sat}}$.
3. Tracer la caractéristique statique V en fonction de I du dipôle étudié. Montrer que dans un intervalle donné de V, $V \in [-V_0, V_0]$, ce circuit se comporte come une réistance négative de valeur $-R_n$ ($R_n > 0$). Exprimer R_n et V_0 en fonction de R_1, R_2, R et V_{sat}.
4. On réalise un oscillateur par la mise en parallèle d'une boucle inductive (constituée de L, R_b et C_b), d'un condensateur de capacité C_s et du dipôle précédent. On se place en régime linéaire où ce dipôle est équivalent à une résistance négative $-R_n$. Le schéma du montage est représenté ci-dessous :



Justifier qu'on puisse remplisser les deux condensateur par un condensateur équivalent C_{eq} dont on exprimera la valeur en fonction de C_b et de C_s.

5. Montrer que la tension $U(t)$ aux bornes de la boucle vérifie une équation différentielle de la forme :

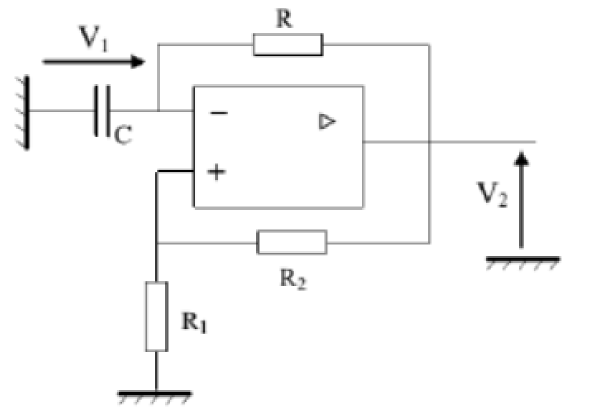
$$a\ddot{U}(t) + b\dot{U}(t) + (1-c)U(t) = 0$$

Donner les expressions de a, b et c en fonction des données du problème.

6. Quelle est la condition nécessaire sur b pour que les solutions de l'équation différentielle soient sinusoïdales ? En déduire la valeur à fixer à R_n en fonction de R_b et Q, avec $Q = \frac{1}{R_b}\sqrt{\frac{L}{C_{\text{eq}}}}$.
7. La valeur de R_n est-elle suffisante pour faire démarrer les oscillations ?

3. Multivibrateur astable◇•

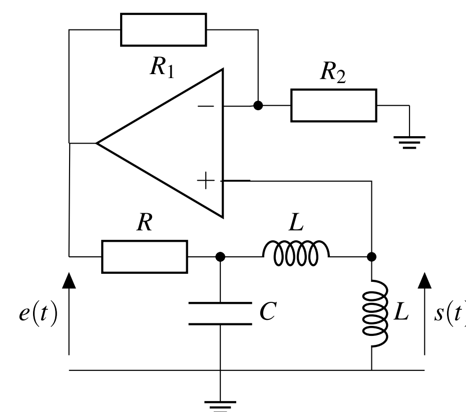
Seule la 4^e question est technique.



1. Identifier dans le montage ci-dessus le bloc intégrateur et le bloc comparateur à hystérésis.
2. Déterminer l'équation différentielle liant $V_1(t)$ à $V_2(t)$ (on ne passera pas par les complexes).
3. Décrire qualitativement l'évolution des tensions $V_1(t)$ et $V_2(t)$.
4. Déterminer la période des oscillations.

4. Oscillateur Hartley•

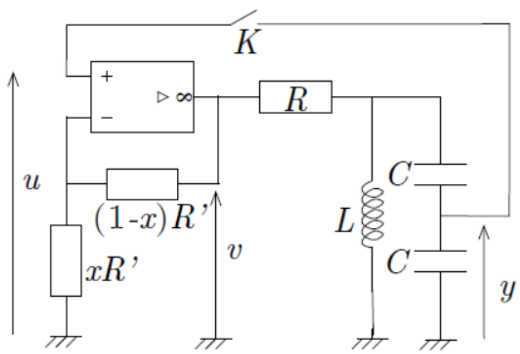
On considère le montage de la figure ci-dessous :



1. Repérer les blocs fonctionnels : où se trouve l'amplificateur ? le filtre ? Quelle est la nature de ce dernier ?
2. Déterminer la fonction de transfert du filtre $\underline{H}(j\omega)$.
3. A quelle condition sur R_1 et R_2 le montage oscille-t-il ? Quelle est la pulsation des oscillations ?
4. Proposer une expression mathématique pour $e(t)$ et $s(t)$. Que valent leur amplitude respective ?

5. Oscillateur Colpitts•

On considère le montage ci-dessous avec $0 \leq x \leq 1$. L'A.O est supposé idéal et fonctionne en régime linéaire.



1. Lorsque l'interrupteur est ouvert, calculer en régime sinusoïdal de pulsation ω la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{\underline{y}}{\underline{u}}$. Montrer en particulier que $\underline{H}$ peut s'écrire sous la forme :

$$\underline{H} = \frac{H_0}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\Omega} - \frac{\Omega}{\omega}\right)}$$

avec $H_0 = \frac{1}{2x}$, $Q = R\sqrt{\frac{C}{2L}}$ et $\Omega = \sqrt{\frac{2}{LC}}$.

2. En déduire l'équation différentielle liant $u(t)$ et $y(t)$ sous la forme : $\ddot{y} + a\dot{y} + by = c\dot{u}$ où on exprimera les coefficients a, b et c en fonction de Ω, H_0 et Q.
3. On ferme l'interrupteur afin de boucler le système. Montrer que le circuit peut-être le siège d'une tension y sinusoïdale pour une valeur particulière x_0 de x. Exprimer la pulsation ω_0 des oscillations en fonction de L et de C.
4. En pratique, il est impossible de réaliser exactement la condition $x = x_0$. Observe-t-on des oscillations pour x légèrement inférieur ou supérieur à x_0 ? Quel phénomène limite l'amplitude des oscillations ?