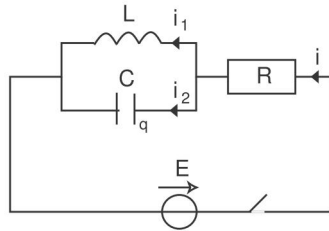


TD n°0: Rappels d'électricité de PCSI

Exercice 1 : Étude d'un régime transitoire

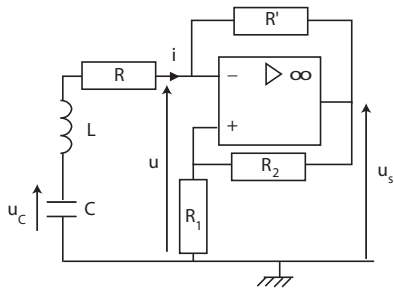
On considère le montage suivant où $\tau = RC = L/R$.



À $t = 0$ le condensateur est déchargé, on ferme l'interrupteur.

- 1) Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ (les coefficients de cette équation seront exprimés en fonction de τ).
La mettre sous forme canonique et en déduire les expressions de ω_0 et Q .
- 2) Exprimer les conditions initiales en q et dq/dt ; résoudre en $q(t)$.
- 3) Donner les relations permettant d'en déduire i_2 , i_1 et i .

Exercice 2 : Résistance négative



- 1) a) En admettant le fonctionnement linéaire de l'AO idéal, écrire la relation entre u , i , R_1 , R_2 et R' .
b) Montrer que le dipôle constitué par l'AO et les 3 résistances précédentes se comporte comme une résistance négative $-r$ à préciser.

- 2) a) Écrire l'équation différentielle vérifiée par u_c .
b) Montrer que le système se met spontanément à osciller si r est convenablement choisi.

Exercice 3 : Filtrage d'un triangle

Soit un signal triangle $u_e(t)$ pair de période T et d'amplitude E . Sa décomposition en série de Fourier est:

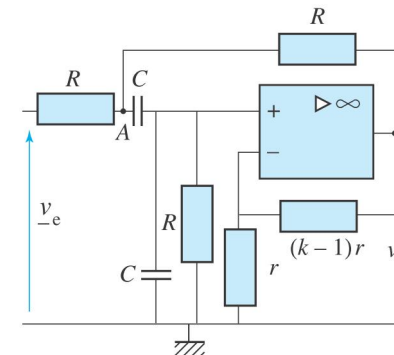
$$u_e(t) = \frac{8E}{\pi^2} \left[\cos(\omega t) + \frac{1}{9} \cos(3\omega t) + \dots + \frac{1}{(2n+1)^2} \cos((2n+1)\omega t) + \dots \right]$$

On le fait passer dans un passe-bande d'ordre 2, de pulsation propre ω_0 et de facteur de qualité Q .

- 1) La pulsation ω du triangle est supposée grande devant ω_0 .
Comment se comporte le filtre vis à vis du triangle?. Qu'obtient-on en sortie du filtre?
- 2) La pulsation ω du triangle est supposée petite devant ω_0 .
Comment se comporte le filtre vis à vis du triangle?. Qu'obtient-on en sortie du filtre?
- 3) Qu'aurait-on en sortie si $\omega = \frac{\omega_0}{3}$?
- 4) Comment seraient modifiés les résultats si l'on ajoutait une tension continue à l'entrée?

Exercice 4 : Filtre de Sallen Key

On considère le montage suivant où l'on supposera l'ALI idéal et en régime linéaire.



- 1) Déterminer sans calcul à quel type de filtre on a affaire.
- 2) Montrer que la fonction de transfert se met sous la forme

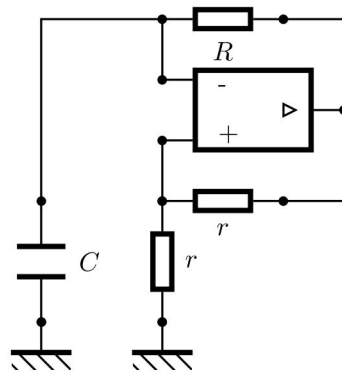
$$\underline{H}(j\omega) = \frac{A_0 \frac{j\omega}{Q\omega_0}}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + \frac{j\omega}{Q\omega_0}}$$

et déterminer A_0 , Q et ω_0 .

- 3) Tracer l'allure du diagramme de BODE.
- 4) En déduire l'équation différentielle liant $v_s(t)$ à $v_e(t)$.
- 5) À quelle condition le régime libre de l'ALI reste-t-il linéaire? Que se passe-t-il sinon?

Exercice 5 : Générateur de créneaux

L'ALI est supposé idéal et en régime de saturation dans le montage ci-dessous. Le condensateur est initialement déchargé.



Déterminer les évolutions au cours du temps des tensions v_- et v_+ des bornes d'entrée de l'ALI et calculer la période de ces tensions.

Réponses

Exercice 1 : Étude d'un régime transitoire

- 1) $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{\tau} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{\tau^2} q = 0$
- 2) $q(t=0) = 0$ et $\frac{dq}{dt}(t=0) = \frac{E}{R}$ donc $q = \frac{2CE}{\sqrt{3}} \exp\left(-\frac{t}{2RC}\right) \sin\left(\frac{\sqrt{3}t}{2RC}\right)$.
- 3) $i_2 = \frac{dq}{dt}$, $i = \frac{1}{R} \left(E - \frac{q}{C}\right)$, $i_1 = i - i_2$.

Exercice 2 : Résistance négative

- 1) $u = -ri$ avec $r = \frac{R_1 R'}{R_2}$.
- 2) a) $\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{R-r}{L} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0$.
b) Si $r = R$, on élimine le terme de pertes, on obtient alors l'équation d'un oscillateur harmonique.

Exercice 3 : Filtrage d'un triangle

- 1) Le filtre intègre le signal donc branche de paraboles en sortie.
- 2) Le filtre dérive, donc créneau en sortie.
- 3) On observe en sortie un cosinus de fréquence triple de celle du triangle et d'amplitude $8E/9\pi^2$.
- 4) Aucun changement, car la valeur moyenne est coupée dans tous les cas.

Exercice 4 : Filtre de Sallen Key

- 1) Déterminer les circuits équivalents en BF et HF pour trouver un passe-bande.
- 2) $A_0 = \frac{k}{5-k}$, $Q = \frac{\sqrt{2}}{5-k}$ et $\omega_0 = \frac{\sqrt{2}}{RC}$
- 4) $\frac{d^2v_s}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{dv_s}{dt} + \omega_0^2 v_s = \frac{A_0 \omega_0}{Q} \frac{dv_e}{dt}$
- 5) Il faut $k < 5$.

Exercice 5 : Générateur de créneaux

v_+ est un créneau, v_- est quasi-triangulaire et la période vaut $T = 2RC \ln 3$.