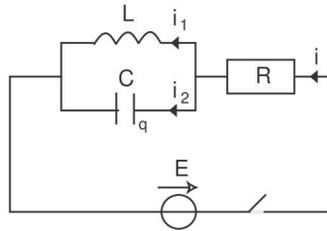


## TD n°0 : Rappels d'électricité de PCSI

### Exercice 1 : Étude d'un régime transitoire

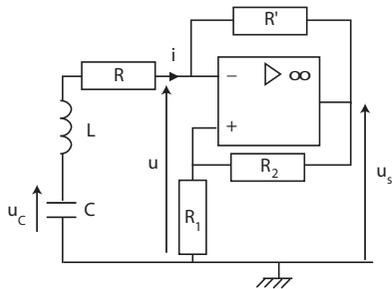
On considère le montage suivant où  $\tau = RC = L/R$ .



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  $\tau$ ).  
La mettre sous forme canonique et en déduire les expressions de  $\omega_0$  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 :

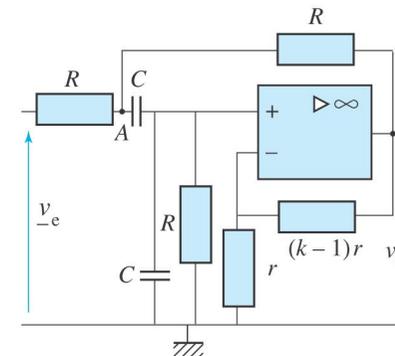
$$u_e(t) = \frac{8E}{\pi^2} \left[ \cos(\omega t) + \frac{1}{9} \cos(3\omega t) + \dots + \frac{1}{(2n+1)^2} \cos((2n+1)\omega t) + \dots \right]$$

On le fait passer dans un passe-bande d'ordre 2, de pulsation propre  $\omega_0$  et de facteur de qualité  $Q$ .

- 1) La pulsation  $\omega$  du triangle est supposée grande devant  $\omega_0$ .  
Comment se comporte le filtre vis à vis du triangle?. Qu'obtient-on en sortie du filtre?
- 2) La pulsation  $\omega$  du triangle est supposée petite devant  $\omega_0$ .  
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

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

et déterminer  $A_0$ ,  $Q$  et  $\omega_0$ .

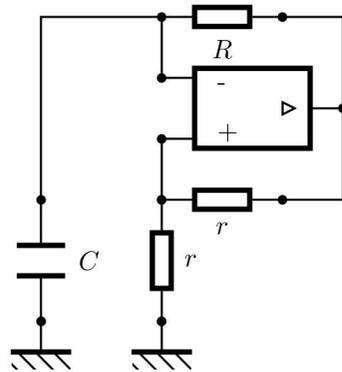
3) Tracer l'allure du diagramme de BODE.

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

$$1) \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{\tau} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{\tau^2} q = 0$$

$$2) q(t=0) = 0 \text{ et } \frac{dq}{dt}(t=0) = \frac{E}{R} \text{ donc } q = \frac{2CE}{\sqrt{3}} \exp\left(-\frac{t}{2RC}\right) \sin\left(\frac{\sqrt{3}t}{2RC}\right).$$

$$3) i_2 = \frac{dq}{dt}, i = \frac{1}{R} \left(E - \frac{q}{C}\right), i_1 = i - i_2.$$

### Exercice 2 : Résistance négative

$$1) u = -ri \text{ avec } r = \frac{R_1 R'}{R_2}.$$

$$2) \text{ a) } \frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R-r}{L} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0.$$

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.

$$2) A_0 = \frac{k}{5-k}, Q = \frac{\sqrt{2}}{5-k} \text{ et } \omega_0 = \frac{\sqrt{2}}{RC}$$

$$4) \frac{d^2 v_s}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{dv_s}{dt} + \omega_0^2 v_s = \frac{A_0 \omega_0}{Q} \frac{dv_e}{dt}$$

5) Il faut  $k < 5$ .

### Exercice 5 : Générateur de créneaux

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