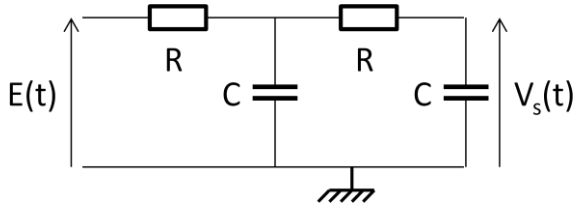
Exercice 1 : CCP

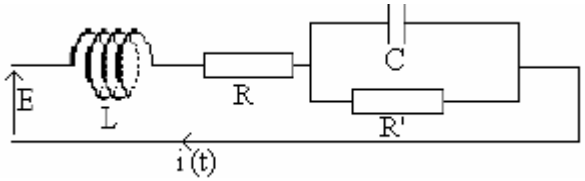
On considère le circuit ci-dessous :



Les deux condensateurs étant initialement déchargés, déterminer $V_s(t)$ par deux méthodes.

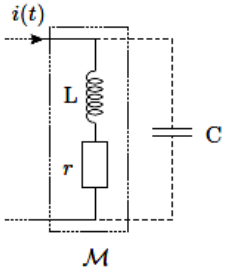
Exercice 2 : Réponse à un échelon de tension

On donne le circuit ci-contre auquel on applique la tension constante E à partir de l'instant t = 0.
a) Etablir l'équation différentielle en i (t) pour t > 0.
b) Donner l'expression de i (t) dans le cas d'un régime pseudopériodique en fonction de E, R, R', L, $\lambda = \frac{1}{2}\left(\frac{R}{L} + \frac{1}{R'C}\right)$ et ω (a exprimer).



Exercice 3 : Relèvement d'un facteur de puissance

Un moteur M est modélise par une bobine réelle d'inductance L et de résistance r. Il est alimente en courant alternatif de fréquence f = 50Hz et de tension efficace U_e = 220V. La puissance moyenne consommée par le moteur est P = 4,4kW et son facteur de puissance est égal a 0,6.
a) Calculer l'intensité efficace I_e du courant qui circule dans le moteur.
b) Exprimer puis calculer r. En déduire L.
c) Justifier le fait que le facteur de puissance peut augmenter grâce à l'ajout d'un condensateur en parallèle avec le moteur. Cet ajout engendre-t- il un surcout de consommation ?
On suppose que le facteur de puissance est relevé à la valeur 1.
d) Calculer la nouvelle valeur I_e' de l'intensité efficace du courant qui alimente l'association. Quel est l'intérêt du relèvement du facteur de puissance ?
e) Calculer la valeur de la capacité C du condensateur à ajouter.



Exercice 4 : Etude d'un filtre de téléphone fixe

On considère le filtre dont le schéma est représenté ci-dessous. On suppose que l'amplificateur fonctionne en régime linéaire.

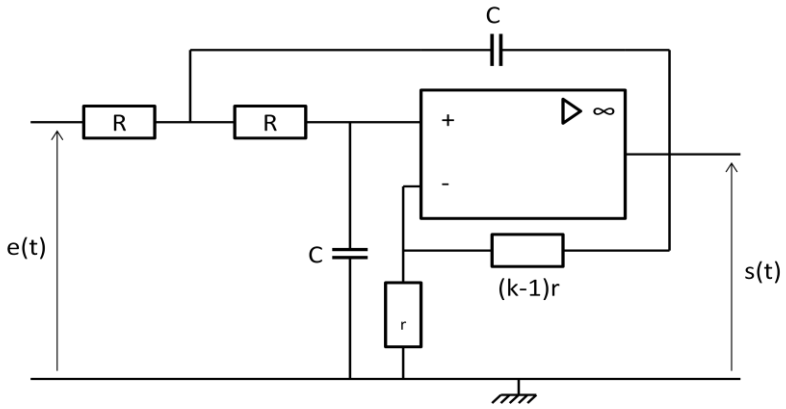
a) Déterminer la fonction de transfert et l'écrire sous la forme canonique :

$$\underline{H} = \frac{H_0}{1 + 2j\sigma\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

b) Que représente H_0 ?

c) On adopte la valeur C = 10 nF, déterminer k et R afin d'obtenir un coefficient d'amortissement $\sigma = \sqrt{2}/2$ et une bande passante à -3 dB égale à 3400 Hz (valeur usuelle en téléphonie).

d) Préciser le comportement asymptotique du diagramme de Bode relatif au module.

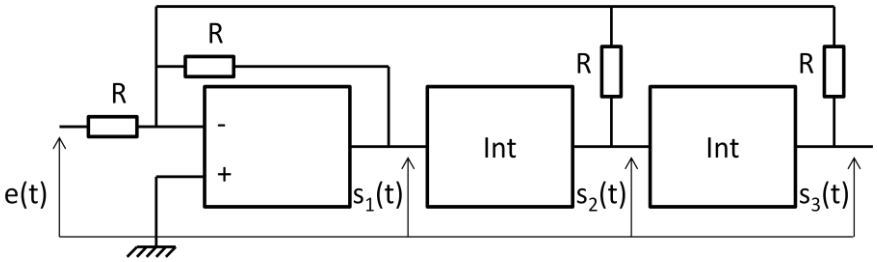


Exercice 5 : Filtre universel

On considère le dispositif de la figure suivante dans lequel les intégrateurs sont supposés idéaux réalisant x(t)=τdy/dt.

a) Si l'on applique le signal d'entrée e(t), on peut récupérer le signal de sortie sur l'une ou l'autre des sorties s_i, i valant 1, 2 ou 3. Quel type de filtre obtient-on dans chaque cas ? Justifier le nom de filtre universel.

b) Déterminer le coefficient d'amortissement et la pulsation de coupure asymptotique pour chaque filtre.



Exercice 6 : Filtre d'antenne d'un récepteur

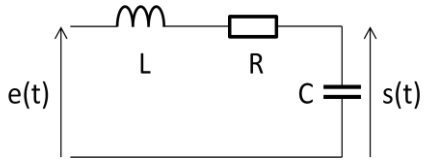
Dans le domaine des grandes ondes (quelques centaines de kHz), une antenne est réalisée à partir d'un barreau de ferrite sur lequel est bobiné du fil de cuivre isolé. On admet que le schéma équivalent électrique est celui de la figure ci-joint avec les valeurs numériques L = 5 mH et r = 40 Ω. La source de tension a une force électromotrice e(t) proportionnelle au signal reçu ; on la suppose ici dépendant sinusoïdalement du temps : $e(t) = E_m \cos(\omega t)$ avec E_m = 100 µV

a) On place un condensateur et une résistance série avec la bobine et on prélève le signal s(t) aux bornes du condensateur. Pour un canal d'émission donné, on doit ajuster la valeur de C pour obtenir une résonance aigüe autour de la fréquence centrale du canal. Quelle plage de variation de la valeur de C faut-il prévoir si l'ensemble des canaux occupe un intervalle de fréquence compris entre 150 kHz et 300 kHz ?

b) Dans la suite, on raisonne pour un canal de fréquence centrale 162 kHz. Montrer qu'il existe un compromis sur le choix de la valeur de R.

c) La bande passante à -3 dB désirée a pour largeur 10kHz, déterminer les valeurs de R et C qui conviennent.

d) Quelle est l'amplitude S_m du signal reçu ?



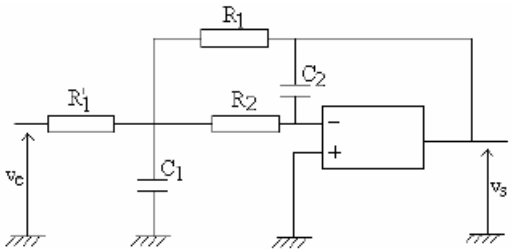
Exercice 7 : Filtre passe-bas

Pour le montage représenté ci-contre, déterminer :

a) Les comportements basse fréquence (BF) et haute fréquence (HF).

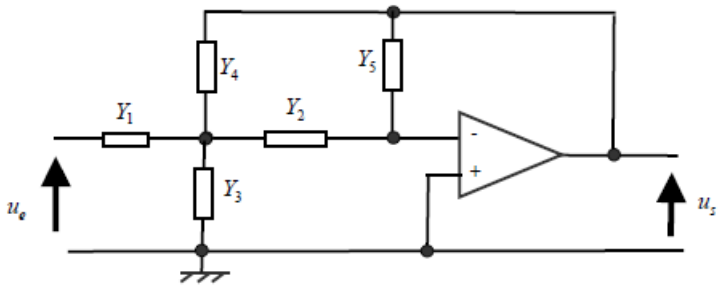
b) Tracer le diagramme de Bode donnant $G_{dB} = 20\log\left|\underline{\frac{v_s}{v_e}}\right|$ en fonction de $\log\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)$ avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}}$ et pour des valeurs de R_1, R'_1, C_1, C_2, R_2 telles que : $G_{dB}(\omega_0) = G_{dB}(0) - 3$ dB.

L'amplificateur opérationnel est parfait.



Exercice 8 : ENSSAT 2012

Soit le montage (les AOP sont considérés comme idéaux) :

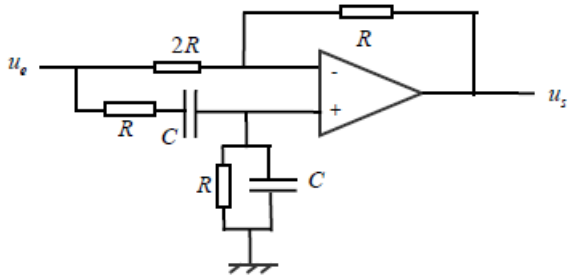


a) Déterminer la fonction de transfert en régime sinusoïdal en fonction des admittances complexes Y_n.

b) On dispose de résistances R et de capacités C ; comment choisir les composants discrets du circuit afin d'obtenir un filtre passe-bande ? un filtre passe-bas ? un filtre passe-haut ?

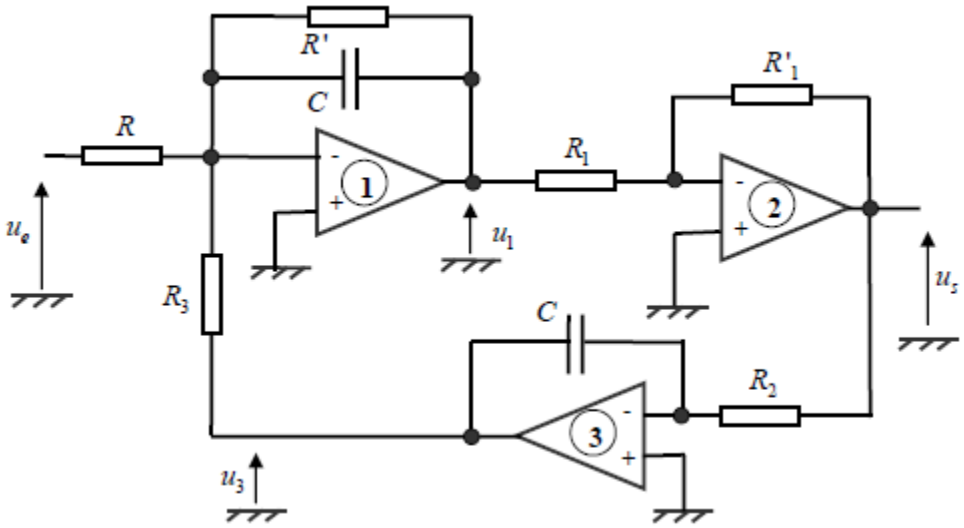
c) Comment s'exprime la fonction de transfert dans chacun des cas ?

d) Déterminer la fonction de transfert du circuit ci-après et en déduire l'allure de sa courbe de gain en dB.



Exercice 9 : Filtre de Tow-Thomas (ENSSAT 2011)

Les amplificateurs opérationnels sont supposés idéaux et alimentés entre $+V_{CC}$ et $-V_{CC}$:



a) Exprimer, en régime sinusoïdal, $\underline{U_1}$ en fonction $\underline{U_e}$ et $\underline{U_3}$, ainsi que $\underline{U_3}$ en fonction de $\underline{U_s}$, puis $\underline{U_s}$ en fonction de $\underline{U_1}$.

b) En déduire que la fonction de transfert $H(j\omega)=\dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}}$ s'écrit

$$H(j\omega)=\frac{R_1'R'}{RR_1}\,\frac{jR_1R_2R_3C\omega}{R_1'R'+jR_1R_2R_3C\omega+R_1R_2R_3R'C^2(j\omega)^2}$$

c) Montrer qu'elle peut prendre la forme

$$H(j\omega)=\frac{H_0}{1+jQ\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

Quelle est la nature du filtre ainsi réalisé et déterminer l'expression des paramètres H_0, Q et ω_0 en fonction des composants discrets du circuit.

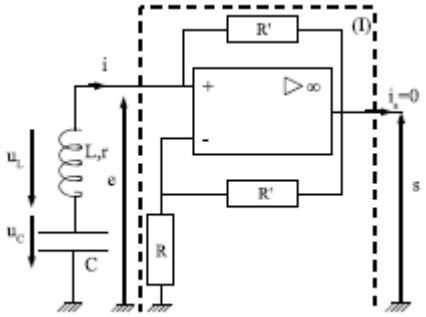
d) Calculer ces paramètres caractéristiques en prenant : C = 680 nF, $R_2 = R_3$ = 47 Ω, R = R' = 6,8 kΩ et $R_1 = R'_1$ = 10kΩ.

e) Tracer l'allure de la courbe de gain.

f) Quelle est l'allure de la réponse de ce circuit à un signal carré de valeur moyenne nulle, d'amplitude E = 10 V et de fréquence 1,66 kHz ?

Exercice 10 : Oscillateur à résistance négative (ENSSAT 2012)

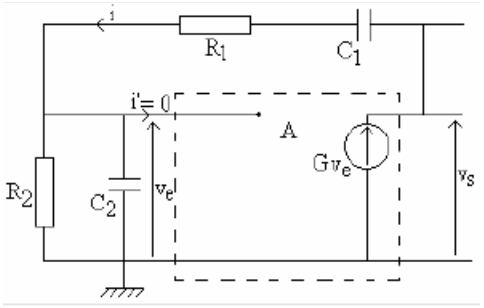
On considère le montage suivant, dans lequel l'amplificateur opérationnel est supposé idéal et en régime linéaire :



a) Montrer que la partie (I) du circuit se comporte comme une résistance négative dont on déterminera la valeur.
b) Montrer que pour une certaine valeur de R à déterminer, des oscillations entretenues naissent au sein du circuit. Déterminer alors la fréquence de ces oscillations.
c) Quel défaut de l'amplificateur opérationnel peut-il être à l'origine des oscillations ?

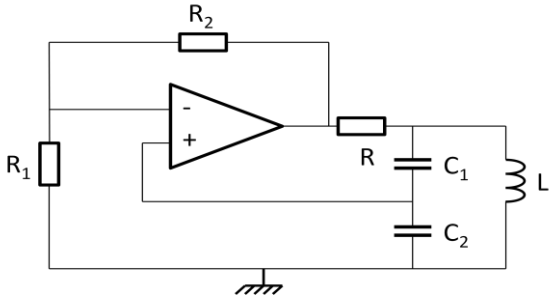
Exercice 11 : Oscillateur

L'opérateur A est du type « multiplicateur » par une constante G positive (cela peut être par exemple un amplificateur opérationnel monté en amplificateur non inverseur).
a) Trouver l'équation différentielle vérifiée par le courant i(t).
b) Donner la condition sur le coefficient G pour que le montage soit le siège d'oscillations sinusoïdales permanentes. Donner leur pulsation ω_0.



Exercice 12: Oscillateurs à réaction

Déterminer pour le montage ci-dessous, la condition et la pulsation d'oscillation.



Exercices avec utilisation d'un logiciel informatique

Exercice A : Centrale 2011

Les amplificateurs opérationnels seront considérés comme parfaits et fonctionnant en régime linéaire.

a) On rappelle que tout signal périodique peut se décomposer en une série infinie de termes suivant l'expression :

$$V_e(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} \left(a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t) \right)$$

Les expressions des a_n et b_n pour n > 1 sont données par :

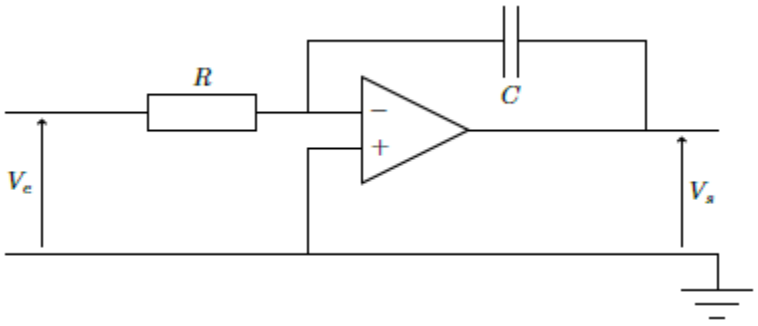
$$a_n = \frac{2}{T} \int_{(T)} V_e(t) \cos(n\omega t)\, dt \quad b_n = \frac{2}{T} \int_{(T)} V_e(t) sin(k\omega t)\, dt$$

où T est la période de $V_e(t)$.

Donner les expressions de a_n et b_n dans le cas où $V_e(t)$ est un signal créneau symétrique :

$$\begin{cases} V_e(t) = E & pour\ 0 \le t \le T/2 \\ V_e(t) = -E & pour\ T/2 \le t \le T \end{cases}$$

b) On se donne le circuit ci-dessous dans lequel $V_e(t)$ est le signal créneau symétrique du 1.



Donner la fonction de transfert du montage.

En déduire l'équation différentielle qui relie l'entrée et la sortie ainsi que l'allure de Vs(t). Les coefficients de la fonction de transfert sont entrés dans le logiciel fourni avec R = 1 kΩ et C = 1 µF.

Quel problème pose ce type de montage ? Malgré ce problème tracer la réponse du montage à un créneau symétrique à l'aide du logiciel AnHarm (fichier i31019a.fct, Menu Oscilloscope) en conservant les valeurs (fréquence, amplitude,. . .) fixées par défaut par le logiciel. Retrouve-t-on l'allure de Vs(t) prévue ? Comment pourrait-on pratiquement remédier au problème précédent ?

Donner les expressions des coefficients de la décomposition en série de Fourier de Vs(t). Montrer grâce au logiciel AnHarm (Menu Fourier) que le nombre d'harmoniques nécessaires à la reconstruction du signal de sortie est considérablement plus petit que le nombre d'harmoniques nécessaires à la reconstruction du signal d'entrée. Expliquer.

Exercice B : Qu'est-ce que c'est ? (Centrale 2011)

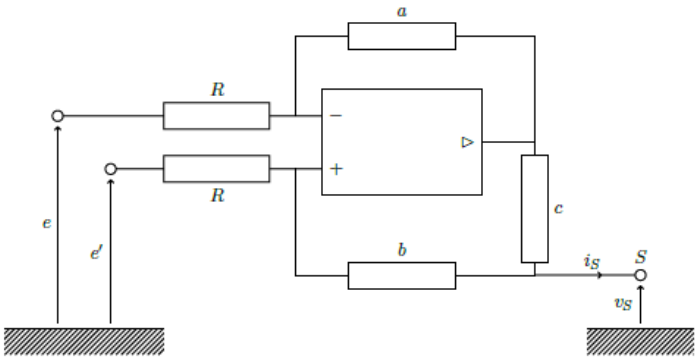
L'amplificateur opérationnel du montage ci-dessous est idéal ; on suppose qu'il fonctionne en régime linéaire. Deux générateurs idéaux de tension imposent e et e'. Un dipôle quelconque (non nécessairement linéaire) est branché entre S et la masse.

a) Le courant de sortie i_S n'est fonction que de e, e' et v_S et des résistances du montage a, b, c et R. Préciser la forme générale de cette fonction. On ne fera pas nécessairement le calcul de i_S pour répondre à cette question.

Pour la suite, on aura avantage à utiliser un logiciel de calcul formel.

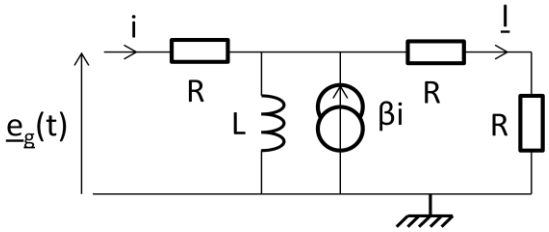
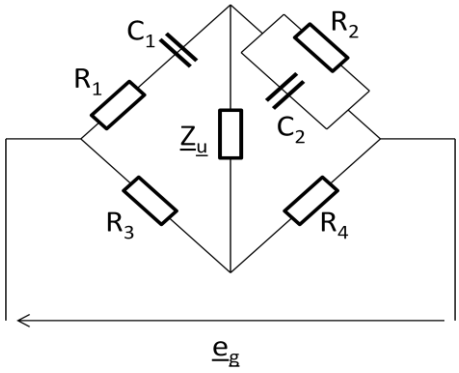
b) Comment faire de ce montage un générateur idéal de courant (générateur de Norton) entre S et la masse ? Quelle est l'expression de son courant de court-circuit en fonction de e, e', a, b, c et R ?

c) On prend b = c = R = 1 kΩ, e' = 0 et e = 1 V. Le dipôle branché entre S et la masse est résistif, de valeur R_c. Quelles sont les valeurs de R_c compatibles avec le fonctionnement linéaire du montage ? On proposera des ordres de grandeur.



Exercice 3 : Théorèmes de Norton et Thévenin

a) En utilisant le théorème de Thévenin, puis de Norton, déterminer l'intensité I dans le circuit ci-dessous :



b) Montrer que le pont de Wheatstone ci-dessous permet de déterminer la pulsation ω_0 du générateur.