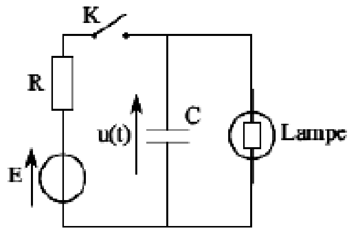
1 Circuit RC

1.1 Centrale TSI 2013 (Antoine Rebours) avec Maple

Une lampe au néon est un dipôle de résistance infinie quand la lampe est éteinte et de résistance r = 1Ω quand elle est allumée. La lampe s'allume quand la tension à ses bornes devient supérieure à la valeur $E_a > 0$ dite tension d'allumage. Elle s'éteint quand la tension à ses bornes devient inférieure à la tension E_e, dite tension d'extinction. Celle-ci est inférieur à la tension d'allumage : $0<E_e<E_a$. On place la lampe dans le circuit ci-contre :



1) A t = 0s, le condensateur est déchargée et on ferme K.

a) Donner l'équation différentielle vérifiée par la tension u(t) aux bornes de la lampe. On posera τ = RC.

b) Donner l'expression de l'instant t_1 où la lampe s'allume (grâce à Maple). Faire l'application numérique avec E = 50V, R = 2Ω, C = 1µF, E_a = 30V, E_e = 22V.

2) La lampe s'est allumée.

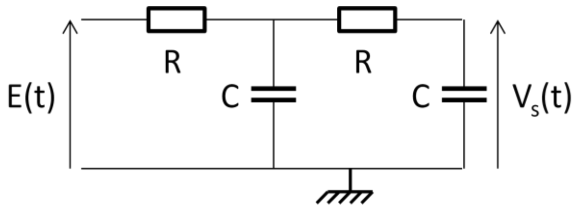
a) Donner la nouvelle équation différentielle vérifiée par u(t). Montrer qu'elle peut se mettre sous la même forme que précédemment à condition de poser E' et τ' que l'on exprimera en fonction de E, R, C, r.

b) Tracer u(t) en fonction du temps (grâce à Maple).

c) Calculer la fréquence f_0 du signal en régime permanent.

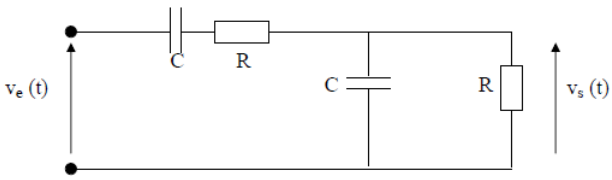
1.2 CCP

On considère le circuit ci-contre.
Les deux condensateurs étant initialement déchargés, déterminer $V_s(t)$ par deux méthodes.



1.3 Filtre de Wien

On alimente le circuit de Wien, représente ci-dessous, par une tension alternative v_e (t) d'amplitude constante et de pulsation w variable. On introduira le paramètre fréquentiel x = RCω (paramètre sans dimension). On donne R = 10 kΩ et C = 25 nF.



1) Exprimer la fonction de transfert complexe $\underline{H}(jx)=\frac{\underline{v_s}}{\underline{v_e}}$ de ce circuit et la mettre sous la forme

$\underline{H}(jx)=G(x)e^{j\varphi(x)}$

2) Calculer le gain maximum (en décibels) de ce montage et le déphasage correspondant entre v_s et v_e.

3) Déterminer les pulsations de coupure de ce circuit, à -3 dB. En déduire la bande passante de fréquence de ce filtre.

4) Déterminer le gain (en décibels) et le déphasage pour $\omega \to 0$ et $\omega \to \infty$.

5) Tracer son diagramme de Bode.

6) Mettre la fonction de transfert sous la forme : $\underline{H} = \dfrac{j\dfrac{\omega}{\omega_0}}{\left(1+j\dfrac{\omega}{\omega_1}\right)\left(1+j\dfrac{\omega}{\omega_2}\right)}$. On calculera les coefficients ω_0, ω_1, et ω_2 et on vérifiera que $\omega_0^2 = \omega_1\omega_2$. Conclusion ?

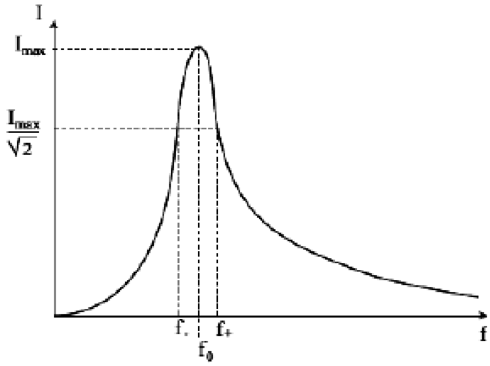
7) Calculer le gain (en décibels) et le déphasage pour les pulsations particulières ω_0, ω_1, et ω_2 de la tension d'entrée.

2 Circuit RLC

2.1 Identification des paramètres d'un circuit RLC série à partir d'une courbe de résonance

L'étude expérimentale de la résonance en intensité d'un circuit RLC série en régime forcé avec un GBF délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude E = 10V et de fréquence variable f a permis d'obtenir la courbe ci-contre. Déterminer les paramètres R, L et C à partir de l'étude de cette courbe.

On donne : I_{max} = 100 mA, f_0 = 500 Hz, $\Delta f = f_+ - f_-$ = 200 Hz



2.2 Etude d'une fonction de transfert

Soit la fonction de transfert suivante (où $x = \dfrac{\omega}{\omega_0}$) : $\underline{H} = \dfrac{j\dfrac{x}{Q}}{1+j\dfrac{x}{Q}-x^2}$

1) Donner la nature du filtre et le diagramme de Bode asymptotique.

2) Donner un exemple de circuit permettant d'obtenir un tel filtre.

3) Donner la sortie pour le signal d'entrée suivant : $E = E_0\cos^2\left(\dfrac{\omega_0}{2}t\right)$

4) Donner la sortie pour un signal d'entrée créneau tel que : ω < ω0 et ω = ω0 + Q >> 1.

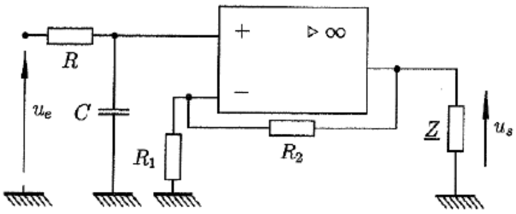
3 Filtre actif

3.1 Filtre actif

Soit le filtre actif représenté ci-dessous et pour lequel R = 100Ω, C = 10 µF, R_1 = 1kΩ, R_2 = 9kΩ. L'amplificateur opérationnel est parfait.

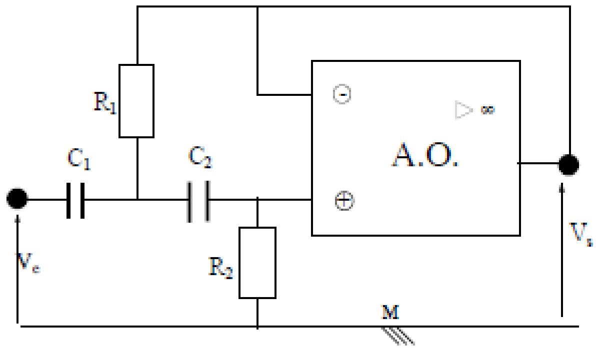
1) Indiquer si l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire et justifier pourquoi.

2) Quelle est la nature du filtre ?
3) Déterminer la fonction de transfert $\underline{H}$ de ce filtre.
4) Quelle est l'influence de $\underline{Z}$? Quel est l'utilité d'un tel montage ?
5) Quelle est la fréquence de coupure du filtre ?
6) Tracer le diagramme de Bode du filtre.
7) Soit $u_e(t) = 0{,}5 + 3\cos(6\pi f_0 t) - 0{,}5\sin(14\pi f_0 t)$.
Dessiner le spectre de $u_e(t)$.
8) Déterminer $u_s(t)$ et dessiner son spectre.



3.2 Filtre actif à structure de Sallen-Key

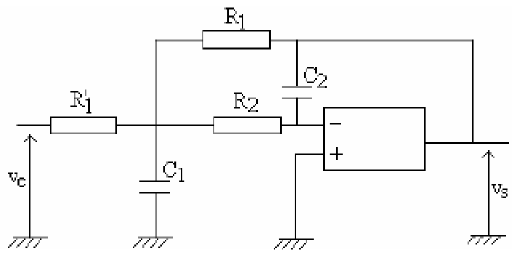
On considère le montage ci-contre dans lequel l'amplificateur opérationnel est supposé idéal et fonctionnant en régime linéaire.
1) Déterminer sans calcul la nature du filtre.
2) Déterminer la fonction de transfert $\underline{T} = \dfrac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}}$ du filtre. L'écrire sous sa forme canonique en faisant apparaître une pulsation caractéristique ω_0, un facteur de qualité Q et une amplification maximale A_0.



3) Comment choisir les valeurs de composants pour obtenir une courbe de réponse en fréquence la plus plate possible (sans effet de surtension) ?
4) Déterminer le gain maximal et la pulsation correspondante.

3.3 Filtre passe-bas

Pour le montage représenté ci-contre, déterminer :
1) Les comportements basse fréquence (BF) et haute fréquence (HF).
2) Tracer le diagramme de Bode donnant $G_{dB} = 20\log\left|\dfrac{v_s}{v_e}\right|$ en fonction de $\log\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)$ avec $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}}$ 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.



4 Intégrateur

4.1 Autour du montage intégrateur

Soit le circuit représenté ci-contre, l'amplificateur opérationnel est idéal et fonctionne en régime linéaire.
1) Calculer sa fonction de transfert. Quel type de filtre est-ce ?
2) Donner l'équation différentielle vérifiée par v_s.
3) Si $v_e(t) = v_1\cos(\omega t)$ que vaut le signal de sortie ? Commenter.

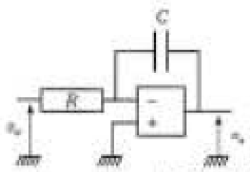


Figure 72

4) On rajoute une résistance R’ >> R en parallèle du condensateur. Montrer que le circuit est un pseudo-intégrateur dans un domaine de pulsations qu’on précisera. On donne : R = 10kΩ, R’ = 100kΩ et C = 0,1 µF.

5) Que vaut le signal de sortie pour $v_e(t) = v_0 + v_1 \cos(\omega t)$ vérifiant la condition $R'C\omega \geq 1$.

6) Que vaut le signal de sortie pour un signal d’entrée créneau d’amplitude +/- 20 V et de période T? On supposera T << R’C.

5 Oscillateur

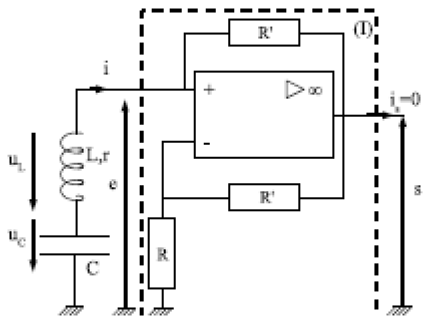
5.1 Oscillateur à résistance négative (ENSSAT 2012)

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

1) Montrer que la partie (I) du circuit se comporte comme une résistance négative dont on déterminera la valeur.

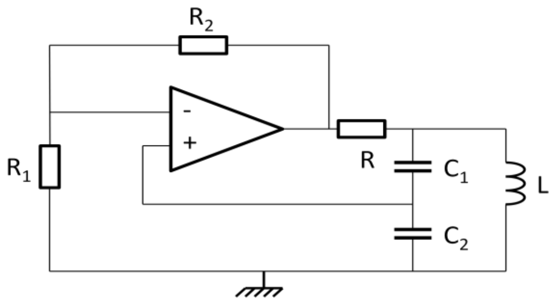
2) Montrer que pour une certaine valeur de R à déterminer, des oscillations entretenues naissent au sein du circuit. Déterminer alors la fréquence de ces oscillations.

3) Quel défaut de l'amplificateur opérationnel peut-il être à l'origine des oscillations ?



5.2 Oscillateurs à réaction

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



6 Puissance

6.1 Centrale MP 2012

On considère un dipôle d’impédance complexe $\underline{Z} = 5 + 10j$ (en Ω) alimenté par une tension sinusoïdale $v(t) = V\sqrt{2}\cos(\omega t)$. On exprime le courant i(t) de la façon suivante : $i(t) = I\sqrt{2}\cos(\omega t - \varphi)$.

On prendra : V = 230 V et f= 50 Hz.

1) Calculer I et φ ainsi que la puissance moyenne P_{moy} reçue par le dipôle.

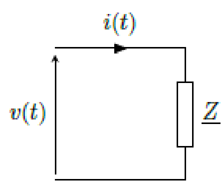


Figure 1 Dipôle

2) Dans le circuit ci-dessous, l’amplificateur opérationnel est idéal et en régime linéaire. Donner la nature du filtre et préciser ses caractéristiques.

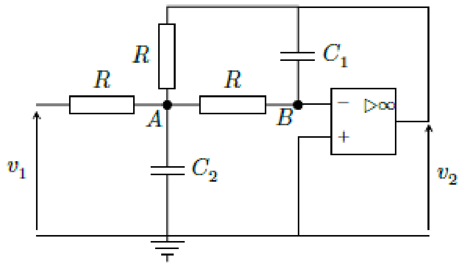


Figure 2 Filtre

3) Un wattmètre électronique est réalisé selon le schéma fonctionnel suivant. Le capteur de tension fournit une tension image de v(t) : $v_a(t) = k_a v(t)$. Le capteur de courant fournit une tension image de i(t) : $v_b(t) = k_b i(t)$. Le multiplieur produit la tension $v_1(t) = k v_a(t) v_b(t)$. Proposer une valeur de la fréquence propre et du facteur de qualité du filtre étudié précédemment permettant d'obtenir une tension proportionnelle à la puissance moyenne.

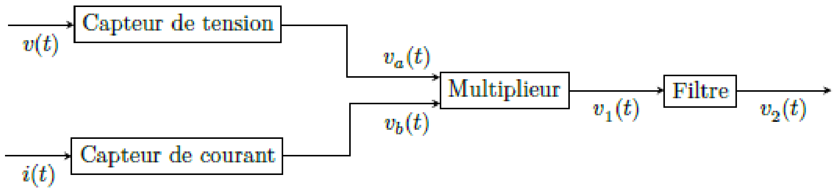


Figure 3