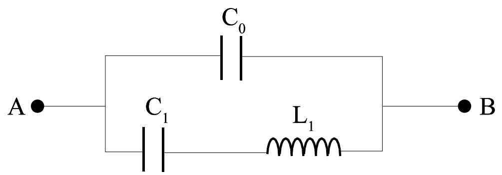
Exercices
ÉLECTRICITÉ (II)

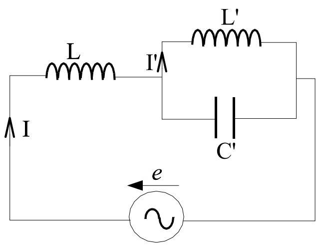
Exercice ÉLEC 4 – 1

On considère un diélectrique imparfait de permittivité complexe $\epsilon = \epsilon_0\left(x' - jx''\right)$ avec x' et x'' réels positifs. Il est l'isolant d'un condensateur de capacité $C = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}C_0$. Ce condensateur est soumis à une tension sinusoïdale $u = U\cos\omega t$. Calculer l'impédance complexe du condensateur. En déduire qu'on peut le considérer comme l'association parallèle d'un condensateur parfait de capacité C_1 et d'une résitance R_1 qu'on calculera. [1]

Exercice ÉLEC 4 – 2

On alimente le dipôle AB ci–dessous avec une tension sinusoïdale de pulsation ω. Déterminer l'impédance de AB. Tracer $f(\omega) = \left|\underline{Z}\right|$. Montrer que cette courbe admet deux singularités pour les pulsations ω_1 et ω_2 que l'on précisera. [2]



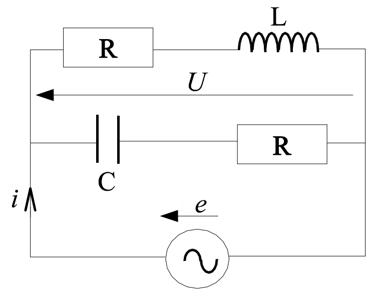


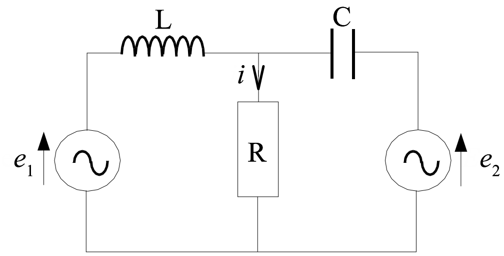
Exercice ÉLEC 4 – 3

Calculer $\left|\underline{I}\right|$ et $\left|\underline{I'}\right|$ dans le circuit ci–dessus sachant que $e = E\cos\omega t$. Que se passe–t–il si L' et C sont en résonance $\left(\omega^2 = \frac{1}{L'C}\right)$? [3]

Exercice ÉLEC 4 – 4

Sachant que $e = E\cos\omega t$, trouver la condition pour que i et U soient en phase quel que soit ω dans le circuit ci–dessous. [4]



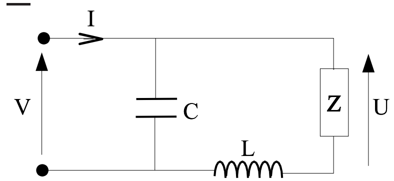


Exercice ÉLEC 4 – 5

Dans le circuit ci–dessus calculer $\underline{I}$ en fonction de R, L, C, ω, $\underline{E_1}$ et $\underline{E_2}$. [5]

Exercice ÉLEC 4 – 6

A quelle condition sur L, C et ω, $\left|\frac{\underline{U}}{\underline{I}}\right|$ et le déphasage entre U et I ne dépendent–ils pas de $\underline{Z}$? [6]



---

[1] Exercice ÉLEC 4 – 1 : $R_1 = \frac{1}{C_0\omega x''}$

[2] Exercice ÉLEC 4 – 2 : $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1C_1}}$ et $\omega_2 = \omega_1\sqrt{1+\frac{C_1}{C_0}}$

[3] Exercice ÉLEC 4 – 3 : $\left|\underline{I}\right| = \frac{E}{\omega}\left|\frac{1-L'C\omega^2}{L+L'-LL'C\omega^2}\right|$ et $\left|\underline{I'}\right| = \frac{E}{\omega}\left|\frac{1}{L+L'-LL'C\omega^2}\right|$

[4] Exercice ÉLEC 4 – 4 : $R = \sqrt{\frac{L}{C}}$

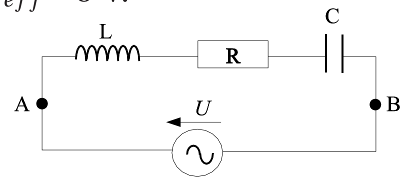
[5] Exercice ÉLEC 4 – 5 : $\underline{I} = \frac{\underline{E_1}-LC\omega^2\underline{E_2}}{R\left(1-LC\omega^2\right)+jL\omega}$

[6] Exercice ÉLEC 7 – 6 : $LC\omega^2 = 1$

Exercice ÉLEC 5 – 1

On considère un dipôle AB constitué d'une résistance R, d'un condensateur C et d'une bobine L branchés en série. Ce dipôle AB est alimenté par un générateur produisant une tension sinusoïdale de valeur efficace U_{eff} et de pulsation ω. Déterminer l'impédance complexe de AB, le facteur de puissance et la puissance moyenne dissipée.

Faire l'application numérique avec $R = 10\ \Omega$, $L = 100\ \mu$H, $C = 200\ \mu$F, $\omega = 5.10^6$ rad.s^{-1} et $U_{eff} = 5$ V. [7]



Exercice ÉLEC 5 – 2

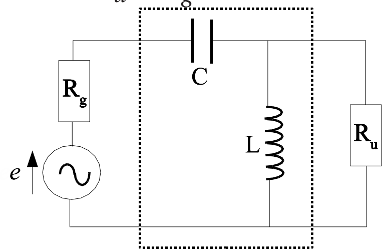
Une installation électrique est alimentée sous une tension efficace $U_{eff} = 200$ V. Elle consomme une puissance $\mathscr{P} = 12$ kW. La fréquence vaut $f = 50$ Hz et l'intensité efficace 80 A.

1. Sachant que cette installation est du type inductif, calculer la résistance R et l'inductance L qui, placées en série et avec la même alimentation, seraient équivalentes à l'installation.
2. Calculer la capacité C à placer en parallèle sur l'installation pour relever le facteur de puissance à la valeur $0,9$.[8]

Exercice ÉLEC 5 – 3

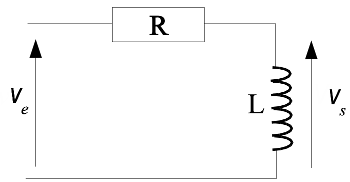
On considère un générateur de f.e.m. $e = E\cos\omega t$ et d'impédance interne $\underline{Z_g} = X_g + jY_g$ branché aux bornes d'un dipôle d'impédance $\underline{Z_u} = X_u + j\,Y_u$.

1. La f.e.m. et l'impédance du générateur $\underline{Z_g}$ étant fixées, montrer que la puissance fournie au dipôle est maximum lorsque $\underline{Z_u}$ est le complexe conjugué de $\underline{Z_g}$. On dit qu'il y a alors *adaptation d'impédance*.
2. Dans le cas où $\underline{Z_g} = R_g$ et $\underline{Z_u} = R_u$ avec $R_u > R_g$, il n'est pas possible de réaliser la condition précédente. On intercale alors entre le générateur et l'utilisateur le quadripôle ci–dessous réalisé avec une inductance L et une capacité C. Calculer L et C pour avoir le transfert maximum d'énergie.[9]
3. Comment procéder si $R_u < R_g$?



Exercice ÉLEC 6 – 1

Pour les deux circuits ci-dessous, on demande de trouver par un raisonnement simple le type de filtre dont–il s'agit, de calculer leur fonction de transfert et de tracer leur diagramme de BODE.



Exercice ÉLEC 6 – 2

Même question qu'à l'exercice précédent pour les deux filtres suivants. Pour ces deux filtres on définit non pas une fréquence de coupure mais une bande passante $\Delta\omega$ en introduisant deux pulsations ω_1 et ω_2 caractéristiquessur le même modèle que pour les filtres d'ordre 1. Calculer dans les deux cas $\Delta\omega$ en fonction de R, L et C.[10]

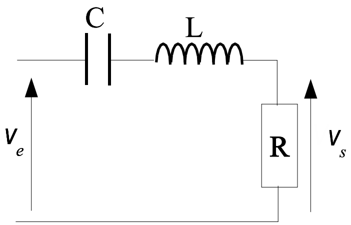
---

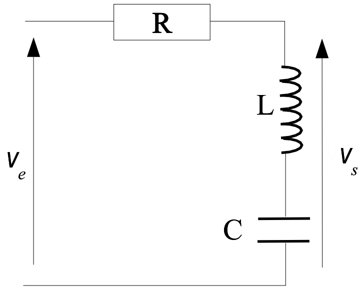
[7] Exercice ÉLEC 5 – 1 : $\cos\phi = 0,02$ et $\langle\mathscr{P}\rangle = 1$ mW

[8] Exercice ÉLEC 5 – 2 : **1.** $L = 5,3$ mH et $R = 1,9\ \Omega$; **2.** $C = 1300\ \mu$F

[9] Exercice ÉLEC 5 – 3 : **2.** $L = \frac{R_u}{\omega}\sqrt{\frac{R_g}{R_u - R_g}}$ et $C = \frac{1}{\omega\sqrt{R_g(R_u - R_g)}}$

[10] Exercice ÉLEC 6 – 2 $\Delta\omega = \frac{R}{L}$ avec $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$

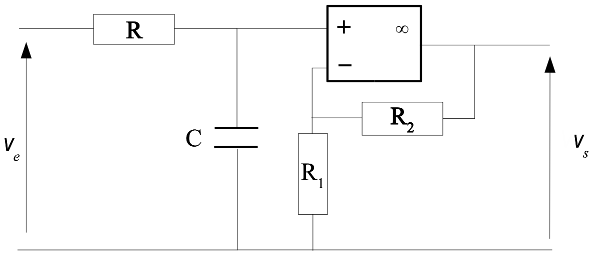




Exercice ÉLEC 7 – 1

On associe un filtre passe–bas et un AO monté en amplificateur non–inverseur (AO idéal).

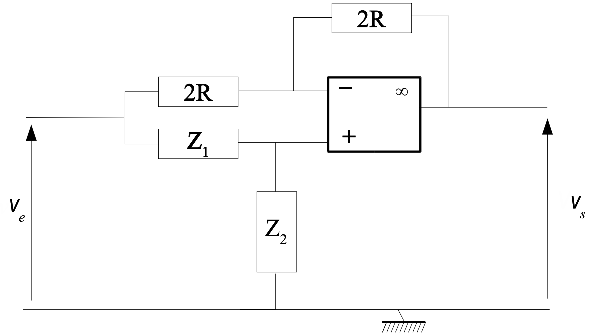
1. Déterminer la fonction de transfert du filtre. En déduire sa fréquence de coupure f_0 et son gain G_0 dans la bande passante.
2. Tracer son diagramme de BODE.
3. Calculer les valeurs de R, C, R_1 et R_2 pour que $f_0 = 1$ kHz et $G_0 = 3$ dB.[11]



Exercice ÉLEC 7 – 2

On considère le filtre suivant dans lequel l'AO est idéal :

1. Déterminer sa fonction de transfert.
2. $\underline{Z_1}$ est une résistance R et $\underline{Z_2}$ un condensateur de capacité C. Tracer le diagramme de BODE.
3. Même question en échangeant $\underline{Z_1}$ et $\underline{Z_2}$.[12]



Exercice ÉLEC 7 – 3

On dispose d'un AO *réel* dont le gain μ n'est pas infini et prend l'amplitude complexe $\underline{\mu} = \frac{\mu_0}{1+j\frac{f}{f_0}}$ en régime sinusoïdal de fréquence f ($\mu_0 = 10^5$ et $f_0 = 10$ Hz).

1. Construire la courbe de gain μ_{dB} en décibels en fonction de f variant de 0 à 1 MHz.
2. Cet AO est utilisé dans un montage suiveur. Déterminer la fonction de transfert du filtre ainsi réalisé. Tracer son diagramme de BODE.[13]

Exercice ÉLEC 7 – 4

On réalise le dispositif ci–dessous à l'aide de deux générateurs qui délivrent les tensions v_1 et v_2 et d'un AO idéal.

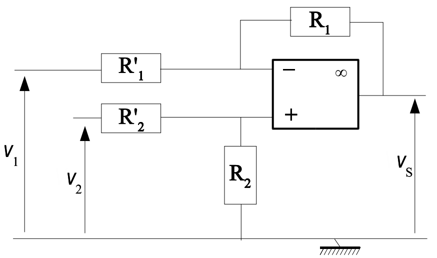
1. Calculer v_S en fonction de v_1, v_2 et des résistances.
2. Comment réaliser la soustraction $v_S = v_2 - v_1$ [14]

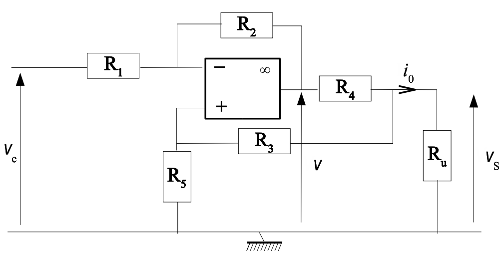
[11] Exercice ÉLEC 7 – 1 :**1.** $\underline{H} = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\frac{1}{1+j\frac{\omega}{\omega_0}}$ avec $\omega_0 = \frac{1}{RC}$

[12] Exercice ÉLEC 7 – 2 : **2.** $\underline{H} = \frac{1-jRC\omega}{1+jRC\omega}$

[13] Exercice ÉLEC 7 – 3 : **2.** $\underline{H} = \frac{1}{1+\frac{1}{\mu_0}+j\frac{f}{\mu_0 f_0}}$

[14] Exercice ÉLEC 7 – 4 : **2.** Prendre $R_1 = R'_1$ et $R_2 = R'_2$



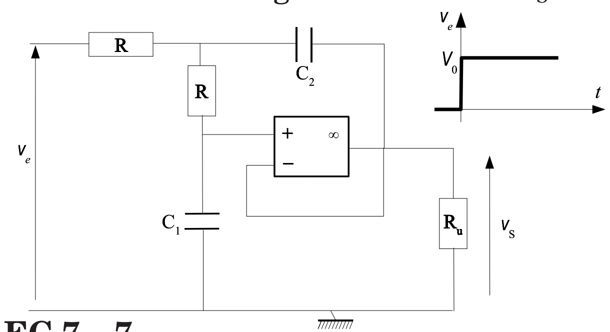


Exercice ÉLEC 7 – 5

1. L'AO est idéal. Calculer la tension v en fonction de v_e et v_s.
2. Calculer i_0 dans R_u en fonction de v_e et v_s.
3. Comment choisir R_5 et R_2 pour annuler le coefficient de v_s dans l'ex pression de i_0 ? [15]

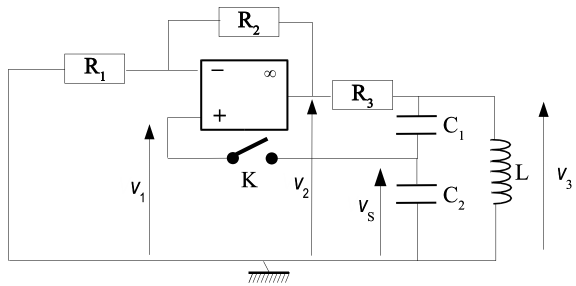
Exercice ÉLEC 7 – 6

1. L'AO est idéal. Trouver l'équation différentielle vérifiée par v_S.
2. On pose $C_2 = 2C_1$ et la tension $e(t)$ est un échelon. À $t = 0$ les deux condensateurs sont déchargés. Déterminer v_S. [16]



Exercice ÉLEC 7 – 7

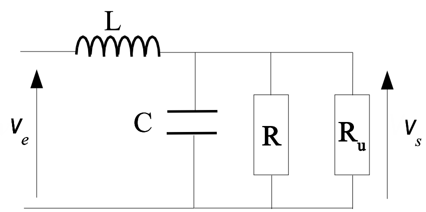
1. L'AO est idéal.L'interupteur K est ouvert. Calculer $\frac{\underline{V_2}}{\underline{V_1}}$, $\frac{\underline{V_3}}{\underline{V_2}}$ et $\frac{\underline{V_S}}{\underline{V_3}}$
2. L'interupteur K est fermé. À quelle condition le montage constitue–t–il un oscillateur ? À quelle pulsation oscille–t–il ? [17]

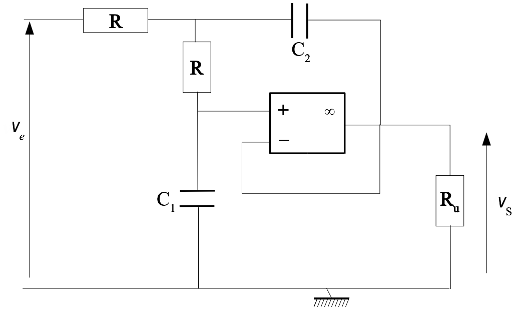


Exercice ÉLEC 7 – 8

On considère le filtre ci–dessous (à gauche) branché sur une résistance de charge R_u. On note R_1 la résistance équivalente à R et R_u en parallèle. Dans le montage de droite l'AO est idéal.

1. Calculer la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{\underline{V_S}}{\underline{V_e}}$.
2. On suppose R_u infinie. Comment faut–il choisir L et C en fonction de R et $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ pour que $|\underline{H}| = \left(1 + \frac{\omega^4}{\omega_0^4}\right)^{-1/2}$?
3. Calculer la fonction de transfert du filtre de droite. Comment choisir C_2 pour qu'elle soit de la forme $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ pour que $|\underline{H}| = \left(1 + \frac{\omega^4}{\omega_0^4}\right)^{-1/2}$? Que vaut ω_0 dans ce cas ?
4. Quel est l'avantage de ce montage sur le précédent ? [18]





---

[15] Exercice ÉLEC 7 – 5 :**3.** Prendre $R_1 = R_5$ et $R_2 = R_3 + R_4$

[16] Exercice ÉLEC 7 – 6 :**1.** $\frac{d^2v_S}{dt^2} + \frac{2}{RC_2}\frac{dv_S}{dt} + \frac{v_S}{RC_1RC_2} = \frac{e}{RC_1RC_2}$

[17] Exercice ÉLEC 7 – 7 :**2.** Oscillations pour $\frac{R_1+R_2}{R_1} = \frac{C_1+C_2}{C_1}$ à la pulsation $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC_0}}$ avec $\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

[18] Exercice ÉLEC 7 – 8 :**2.** $\frac{L}{R} = 2RC$; **3.** $C_2 = 2C_1$ et $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1CR_2C}}$