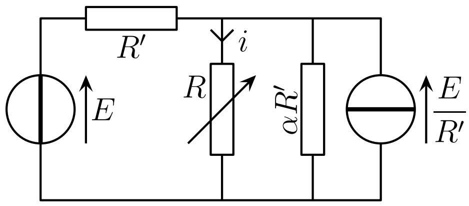
Une question de puissance

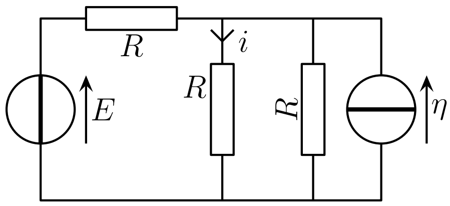
On considère le circuit ci-dessous.



1. Déterminer l'expression de i.
2. En déduire l'expression de la puissance $\mathscr{P}$ dissipée par effet Joule dans R.
3. Tracer l'allure de $\mathscr{P}(R)$ pour plusieurs valeurs de α.

Calcul d'une intensité

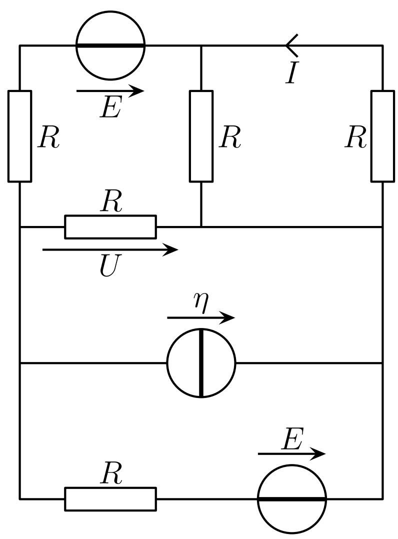
On considère le circuit ci-dessous.



1. Déterminer l'expression de i :
   (a) en utilisant les transformations de circuits.
   (b) en utilisant les lois de Kirchhoff ;
2. Faire l'application numérique pour $E = 12$ V, $\eta = 3{,}0$ A et $R = 12\ \Omega$.

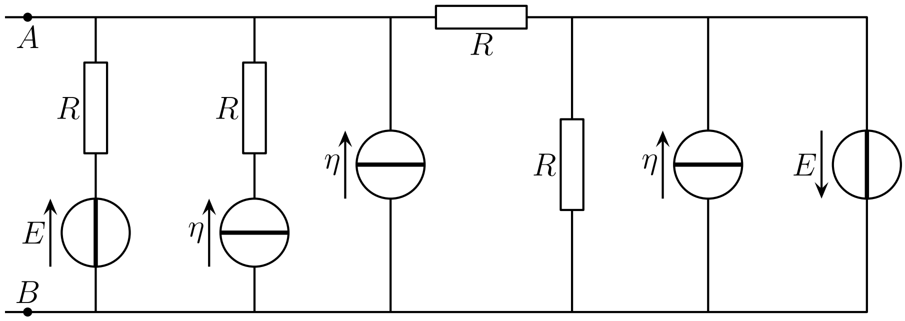
Calculs d'une intensité et d'une tension

On considère le circuit ci-dessous.



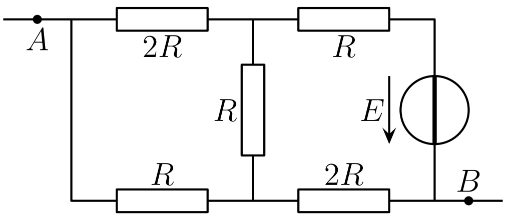
Déterminer les expressions de I et U dans n'importe quel ordre.

Modèle de Thévenin



Déterminer le modèle de Thévenin du dipôle AB ci-dessus.

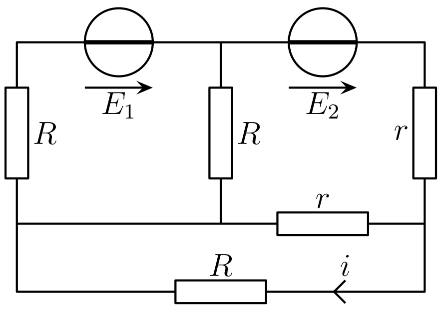
Modèle de Thévenin



Déterminer le modèle de Thévenin du dipôle AB ci-contre.

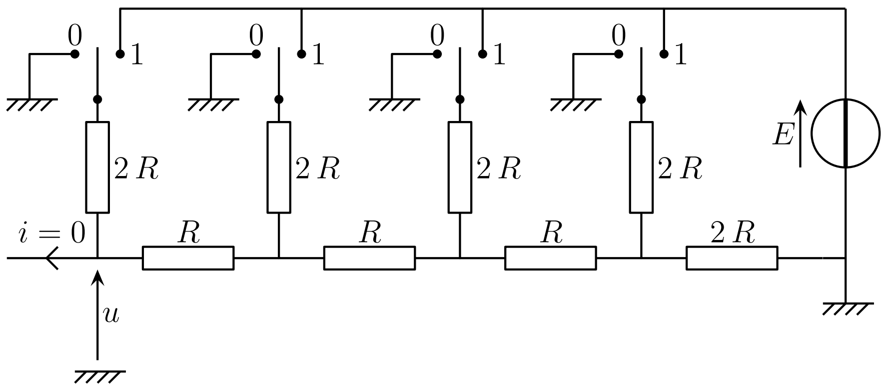
Calcul de courant

Déterminer l'expression de i dans le circuit ci-dessous.

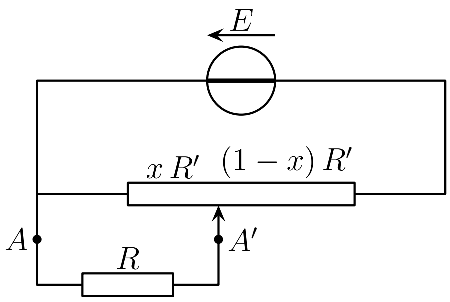


Convertisseur numérique – analogique

Pour le circuit ci-dessous, exprimer u en fonction de E selon l'état des interrupteurs (position 0 ou 1).

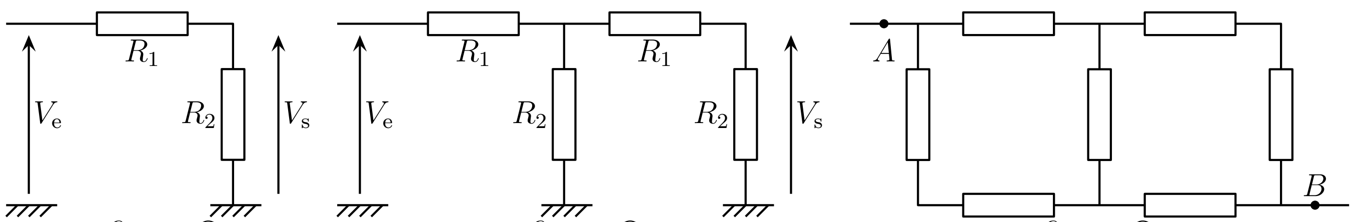


Circuit à potentiomètre



1. Déterminer les caractéristiques du générateur de Thévenin correspondant au dipôle actif entre A et A' où on note $E_{\text{th}} = \alpha\, E$. On exprimera les résultats α et R_{th} en fontion de x et R'.
2. En déduire la puissance dissipée P par R en fonction de α, E, R et R'.
3. Tracer la courbe $P(R)$.
4. Pour quelles valeurs de R, P est-elle maximale ?
5. Calculer le rendement maximal avec $\alpha = \dfrac{3}{4}$ et $R' = 10\ \Omega$.

Résistances d'entrée – Résistances équivalentes



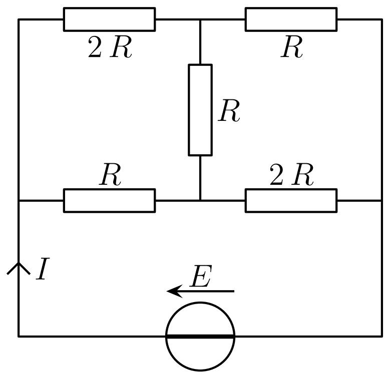
1. Donner V_{s} en fonction de R_1 et R_2 et V_{e} pour le circuit de la figure ①.
   Déterminer l'impédance d'entrée.
2. Mêmes questions pour le circuit ②.

3. Dans le schéma de la figure ③, toutes les résistances sont égales à r.

   Déterminer la résistance équivalente entre A et B.

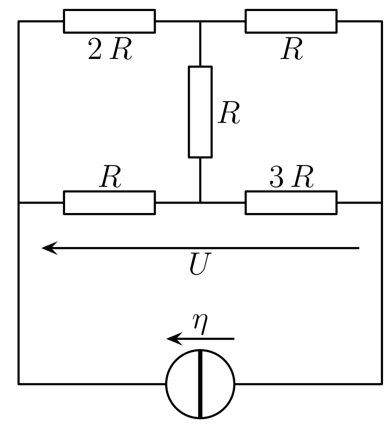
Calcul de I dans un circuit à trois mailles

Déterminer l'expression de l'intensité du courant I dans le circuit ci-dessous.

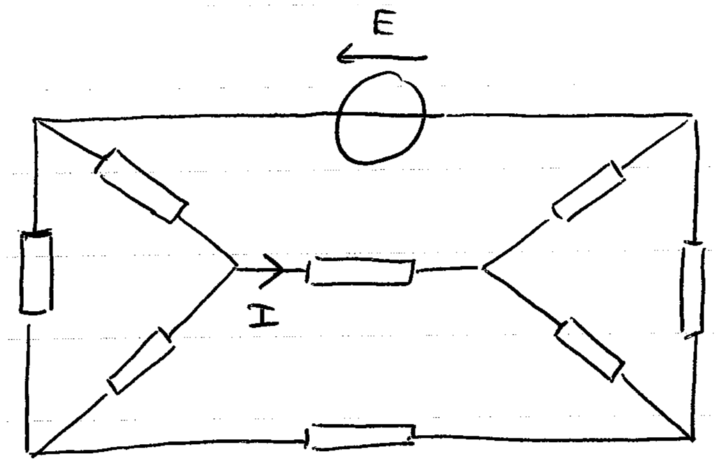


Calcul de U dans un circuit à trois mailles

Déterminer l'expression de la tension U dans le circuit ci-dessous.



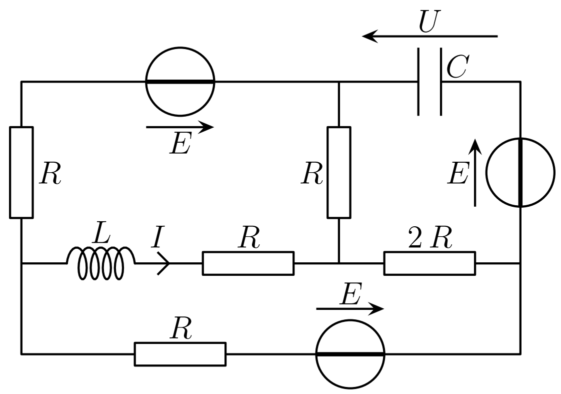
Circuit complexe



Tous les résistors ont la même résistance.

Déterminer I.

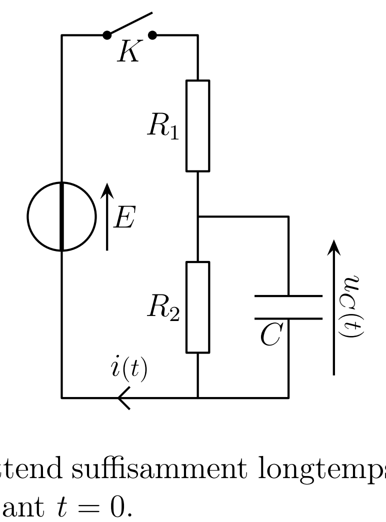
Régime continu



Déterminer les expressions de I et U en régime continu.

Circuit RC à diviseur

On considère le circuit ci-dessous.



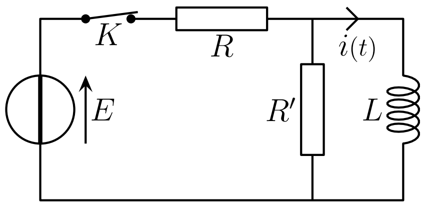
Une fois le circuit fabriqué, on attend suffisamment longtemps que le régime permanent s'établisse avec K ouvert. On ferme K à l'instant $t = 0$.

1. Déterminer :

   (a) $i(0^-)$, $u_C(0^-)$;
   (b) $i(0^+)$, $u_C(0^+)$.
2. Trouver l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$.
3. Résoudre l'équation différentielle précédente.

Circuit RL à diviseur

On considère le circuit suivant.

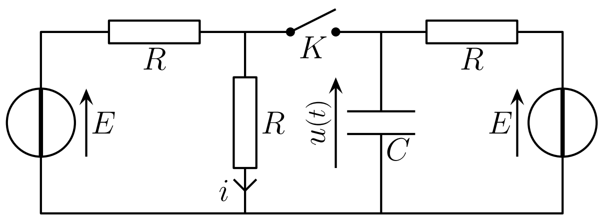


À $t = 0^-$, l'interrupteur K est fermé depuis très longtemps. À $t = 0$, on ouvre K

1. Déterminer $i(0^-)$ et $i(0^+)$.
2. Trouver l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$.
3. Résoudre l'équation différentielle précédente pour $t > 0$.

Circuit RC à trois mailles (v1)

On considère le circuit suivant.

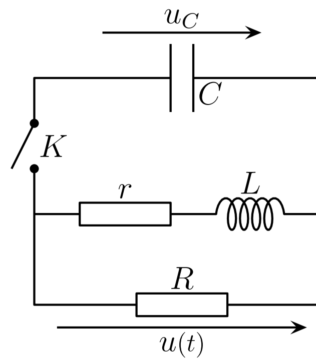


Une fois le circuit fabriqué, on attend suffisamment longtemps que le régime permanent s'établisse avec K ouvert. On ferme K à l'instant $t = 0$.

1. Déterminer :
   (a) $i(0^-)$, $u_C(0^-)$;
   (b) $i(0^+)$, $u_C(0^+)$.
2. Trouver l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$.
3. Résoudre l'équation différentielle précédente.

Circuit RLC parallèle à bobine réelle

On considère le montage ci-dessous.



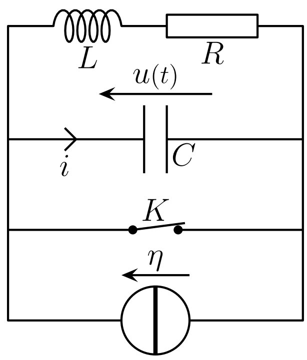
À $t = 0^-$, on a $u_C(0^-) = U_0$. À $t = 0$, on ferme K.

1. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$?
2. La résoudre.

Données : $r = 10\ \Omega$; $R = 100\ \Omega$; $L = 100$ mH ; $C = 100$ nF.

Circuit RLC soumis à un échelon de courant

On considère le circuit ci-dessous.



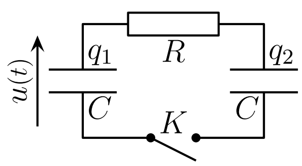
Une fois le circuit fabriqué, on attend suffisamment longtemps que le régime permanent s'établisse avec K fermé. On ouvre K à l'instant $t = 0$.

1. Déterminer :
   (a) $i(0^-)$, $u(0^-)$;
   (b) $i(0^+)$, $u(0^+)$.
2. Trouver l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$.
3. Résoudre l'équation différentielle précédente.

Données : $R = 100\ \Omega$; $C = 17$ nF ; $L = 100$ mH ; $I = 0{,}25$ A.

Circuit à deux condensateurs

On considère le circuit suivant.

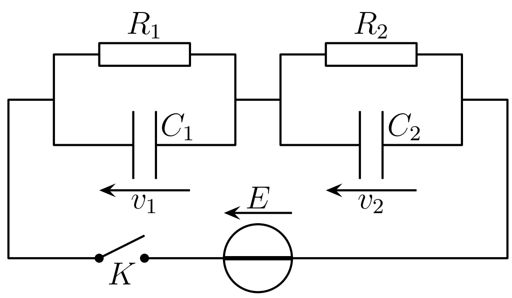


À $t = 0^-$, on a $u(0^-) = U_0$ et à $t = 0$, on ferme K.

1. Montrer que $q_1(t) + q_2(t) = \mathrm{C^{te}}$.
2. Déterminer les charges des condensateurs en régime permanent.
3. Trouver l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$.
4. Résoudre l'équation différentielle précédente.
5. Faire un bilan énergétique.

Circuit à deux condensateurs

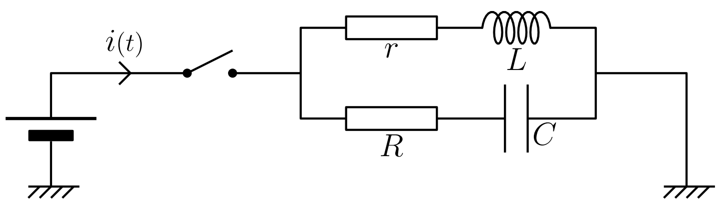
On considère deux condensateurs de capacité C_1 et C_2 imparfaits (avec des résistances de fuite R_1 et R_2). Ces deux condensateurs sont en série et alimentés par un générateur idéal de tension de f.é.m. constante E. L'interrupteur est ouvert depuis suffisamment longtemps. À $t = 0$, on ferme K.



1. Quelles sont les tensions $v_1(0^-)$ et $v_2(0^-)$ juste avant que l'interrupteur ne soit fermé ?
2. Quelles sont les tensions $v_1(0^+)$ et $v_2(0^+)$ juste après que l'interrupteur a été fermé ?
3. Quelles sont les tensions $v_1(\infty)$ et $v_2(\infty)$ quand le régime permanent est atteint ?
4. Déterminer complètement $v_1(t)$ et $v_2(t)$.

Répartition de courant

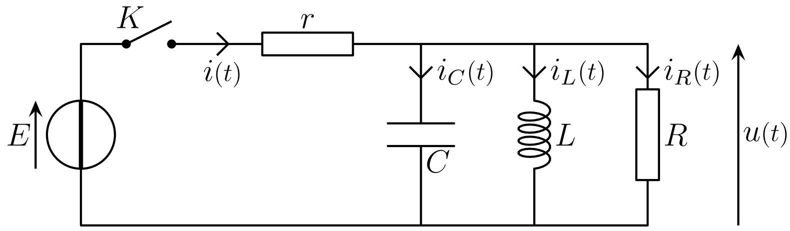
Soit le circuit ci-dessous. À l'instant $t = 0$, le condensateur est déchargé et on ferme l'interrupteur.



Trouver R et C pour que l'instensité délivrée par le générateur soit constante dès $t = 0^+$.

Circuit en régime transitoire

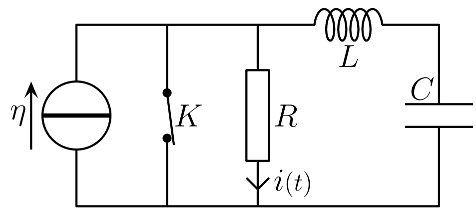
À $t = 0$, le condensateur du circuit est déchargé. On ferme K.



1. Déterminer $i_L(0^+)$, $i_R(0^+)$, $i_C(0^+)$ et $u(0^+)$.
2. Que se passe-t-il quand $t \longrightarrow \infty$?
3. Donner l'équation vérifiée par $i(t)$ et une relation entre R, r, L et C pour avoir un régime pseudo-périodique.

Circuit RLC soumis à un échelon de courant

On considère le circuit ci-dessous.

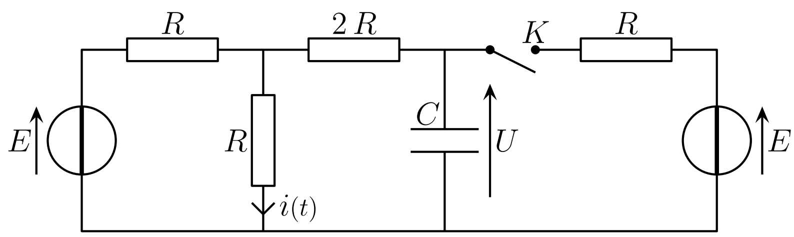


À $t = 0$, on ouvre K.

1. Établir l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$.
2. Résoudre l'équation différentielle précédente pour $R = 10\ \Omega$, $L = 150$ mH et $C = 75$ nF.

Circuit RC à trois mailles (v2)

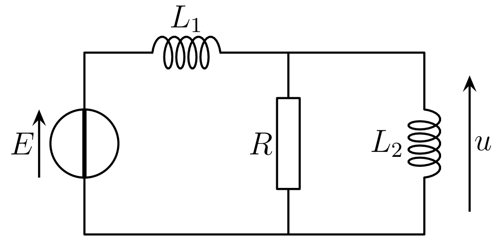
On considère le circuit ci-dessous.



1. K est ouvert depuis longtemps.
   Déterminer i_{RP} et u_{RP} en régime permanent.
2. On ferme K à $t = 0$.
   (a) Déterminer le courant $i(0^+)$ et la tension $u(0^+)$ juste après la fermeture de K.
   (b) Déterminer le courant $i(t)$ et la tension $u(t)$ pour tout $t > 0$.

$u(t)$ DANS $L_1 \oplus (R /\!/ L_2)$

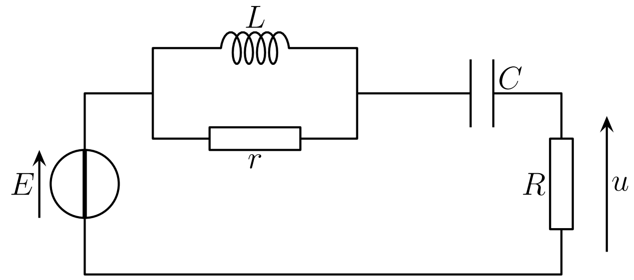
On considère le circuit ci-dessous.



1. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$?
2. Résoudre l'équation précédente avec $R = 470\ \Omega$; $L_1 = 100$ mH et $L_2 = 2\,L_1$.

$u(t)$ DANS $(L /\!/ r) \oplus C \oplus R$

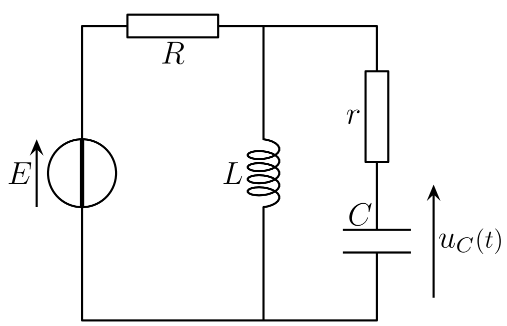
On considère le circuit ci-dessous.



1. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$?
2. Résoudre l'équation précédente avec $r = 50\ \Omega$;$R = 470\ \Omega$; $L = 100$ mH et $C = 220$ nF.

$u_C(t)$ DANS $R \oplus (L /\!/ (C \oplus r))$

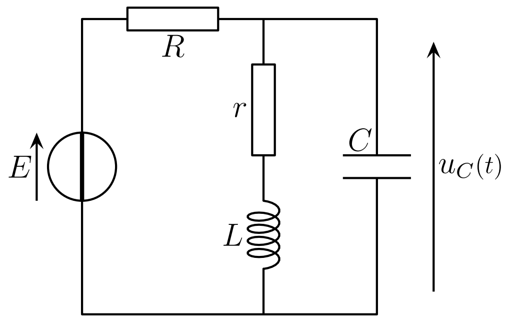
On considère le circuit ci-dessous.



1. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$?
2. Résoudre l'équation précédente avec $r = 50\ \Omega$;$R = 470\ \Omega$; $L = 100$ mH et $C = 220$ nF.

$u_C(t)$ DANS $R \oplus ((L \oplus r) /\!/ C)$

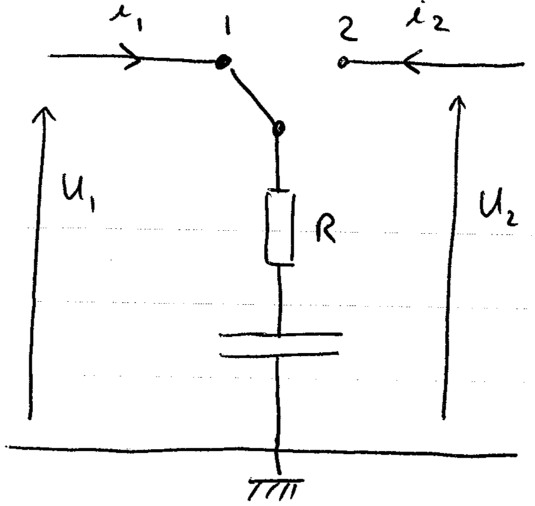
On considère le circuit ci-dessous.



1. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$?

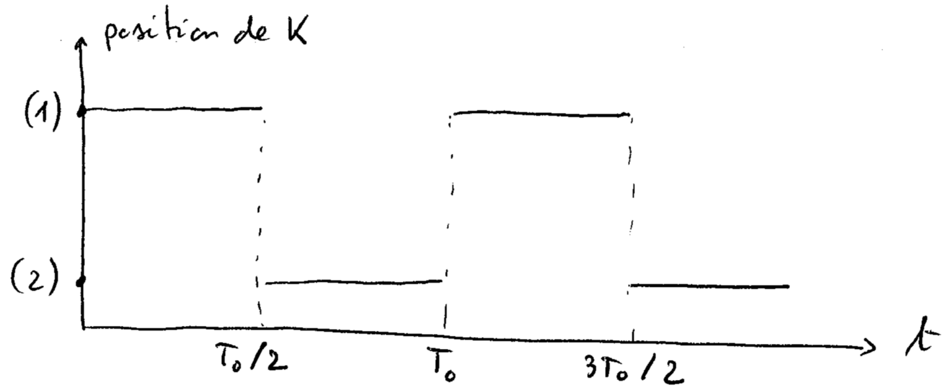
2. Résoudre l'équation précédente avec $r = 50\ \Omega$;$R = 470\ \Omega$; $L = 100$ mH et $C = 220$ nF.

INTERRUPTEUR COMMANDÉ



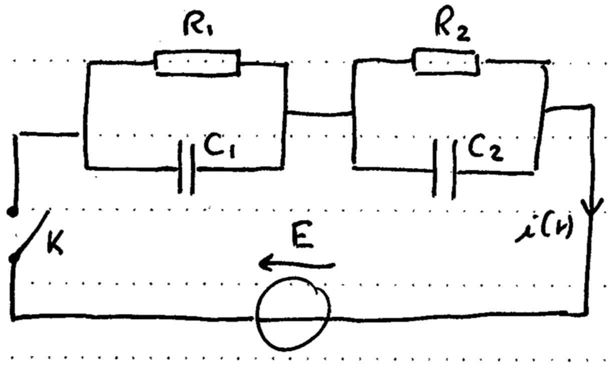
On considère le montage ci-contre pour lequel on fait les hypothèses suivantes :
- les tensions U_1 et U_2 sont atteintes instantanément après chaque commutation
- la période T_c est très grande devant $\tau = RC$.

On donne également le chronogramme de l'interrupteur K :



- Prévoir qualitativement l'évolution du circuit. On tracera notamment la courbe représentant la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps.
- En déduire l'existence d'une intensité moyenne I, dirigée de U_1 vers U_2.
- Quel est, selon vous, l'intérêt de ce dispositif ? Quelles applications pratiques voyez vous ?

Double RC



À $t=0$ on ferme K.

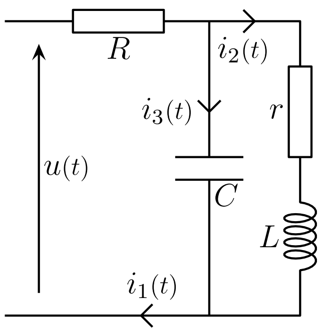
- Équation différentielle vérifiée par $i(t)$?
- Trouver $i(\infty)$ et $i(0)$.
- Résoudre l'équation différentielle

Impédances équivalentes

Trouver le lien entre L, C, L' et C' pour que les deux dipôles AB et $A'B'$ soient équivalents.

Circuit avec mise en phase (v1)

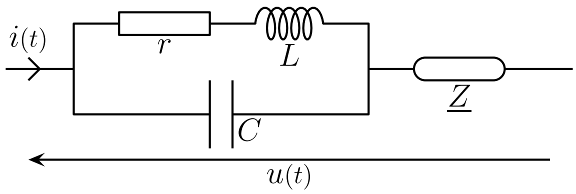
On considère le circuit ci-dessous.



1. $i_1(t)$ est en phase avec $u(t)$.
   En déduire l'expression de C en fonction de ω, L et r.
2. La condition précédente étant réalisée, $i_1(t)$ et $i_3(t)$ ont, en plus, la même valeur efficace.
   Relier la réactance de C et de L à r.

Conditions de mise en phase

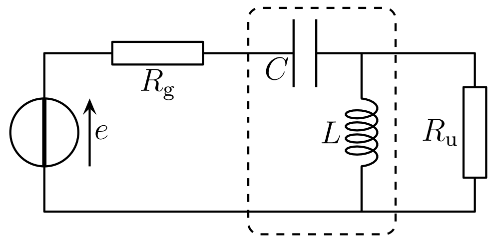
On considère le dipôle suivant.



1. Quel dipôle, parmi { bobine idéale ; condensateur idéal ; résistor } peut-on choisir pour $\underline{Z}$ pour avoir $i(t)$ en phase avec $u(t)$?
2. Trouver la / les relation(s) en r, L, C, ω et l'impédance $\underline{Z}$ choisie pour que tel soit le cas.
3. Faire l'application numérique pour $f = 1{,}0$ kHz ; $C = 227$ nF ; $L = 200$ mH et $r = 13\ \Omega$.

Adaptation d'impédance par quadripôle CL

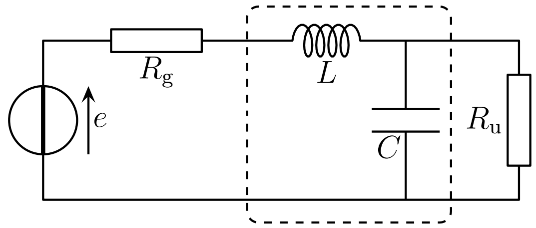
On considère le circuit ci-dessous.



1. Comment choisir L et C pour adapter l'impédance entre R_u et le générateur (e,R_g) ?
2. Peut-on toujours utiliser le quadripôle encadré pour l'adaptation ?

Adaptation d'impédance par quadripôle LC

On considère le circuit ci-dessous.



1. Comment choisir L et C pour adapter l'impédance entre R_u et le générateur (e,R_g) ?
2. Peut-on toujours utiliser le quadripôle encadré pour l'adaptation ?

Redressement partiel d'un facteur de puissance

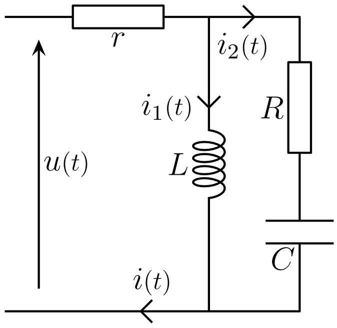
Un moteur de facteur de puissance $\cos\varphi = 0{,}80$ consomme une puissance $P = 1{,}0$ kW sous une tension $U_0 = 230$ V efficace.

1. Quelle est la capacité à lui ajouter (et de quelle manière) pour obtenir un facteur de puissance de l'ensemble de $\cos\varphi' = 0{,}95$?
2. Une fois le condensateur mis en place, toutes les lampes de l'atelier (20 lampes) sont allumées. Elles consomment chacune $P' = 100$ W.

   Quel est le nouveau facteur de puissance $\cos\varphi''$ de l'ensemble ?

Circuit avec mise en phase (v2)

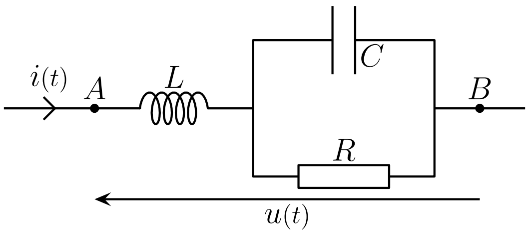
On considère le circuit ci-dessous.



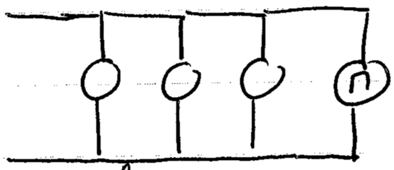
1. $i(t)$ est en phase avec $u(t)$.
   En déduire l'expression de L en fonction de ω, C et R.
2. La condition précédente étant réalisée, $i_1(t)$ et $i(t)$ ont, en plus, la même valeur efficace.
   Exprimer C et L en fonction de R et ω.

Mise en phase d'un dipôle

Quelle condition doivent vérifier L, C et R du dipôle AB pour que $i(t)$ et $u(t)$ soient en phase à la pulsation ω ?



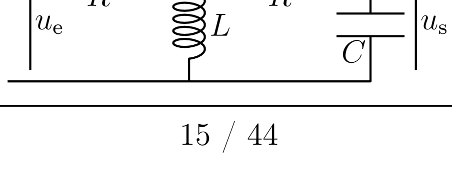
Moteur et lampes en parallèle



Le moteur consomme une puissance P_1 avec un facteur de puissance $\cos\varphi_1$. Les N lampes consomment une puissance P_2. Déterminer le facteur de puissance $\cos\varphi$ de la ligne en fonction de $\cos\varphi_1$, P_1, P_2 et N.

Filtre double pont RL – RC

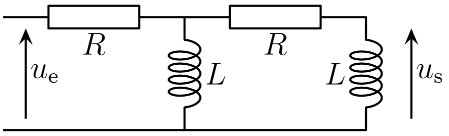
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_\mathrm{s}}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre double pont RL – RL

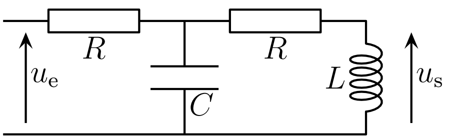
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_\mathrm{s}}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre double pont RC – RL

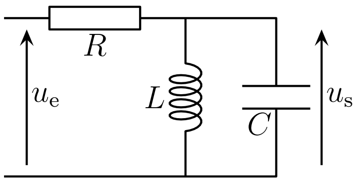
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_\mathrm{s}}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre R – $L /\!/ C$

On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_\mathrm{s}}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$ du filtre ci-dessous.

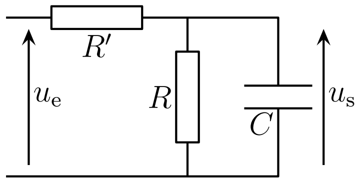


1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.

3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre $R' - R /\!/ C$

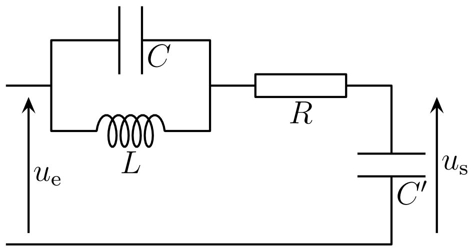
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_{\mathrm{s}}}}{\underline{U_{\mathrm{e}}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre $(L /\!/ C) \oplus R - C'$

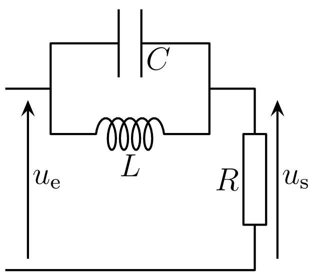
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_{\mathrm{s}}}}{\underline{U_{\mathrm{e}}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre $L /\!/ C - R$

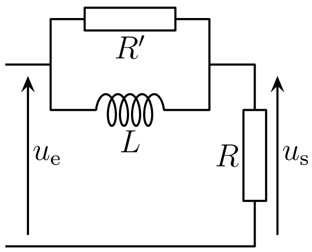
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_{\mathrm{s}}}}{\underline{U_{\mathrm{e}}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre $L /\!/ R' - R$

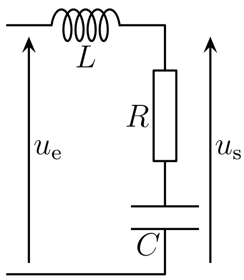
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_\mathrm{s}}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre $L - R \oplus C$

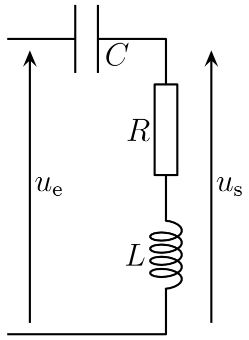
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_\mathrm{s}}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre $C - R \oplus L$

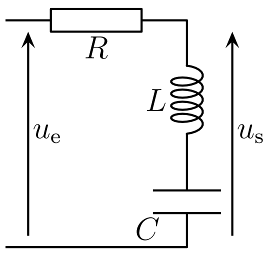
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_\mathrm{s}}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre $R - L \oplus C$

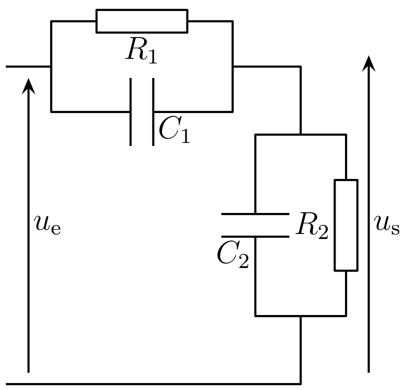
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre $R /\!/ C - R /\!/ C$ à fonction de transfert réelle

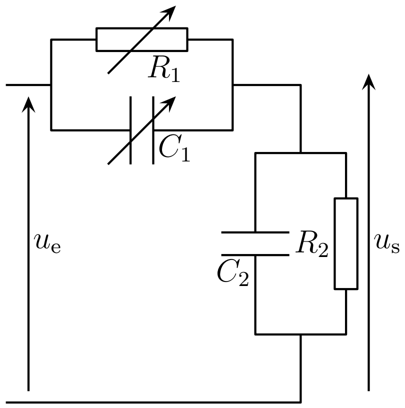
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer le diagramme de Bode en gain en décibel lorsque $R_1\,C_1 \ll R_2\,C_2$ puis lorsque $R_2\,C_2 \ll R_1\,C_1$.
4. Déterminer C_2 et R_2 en fonction de C_1 et R_1 pour avoir $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = k$ réel.

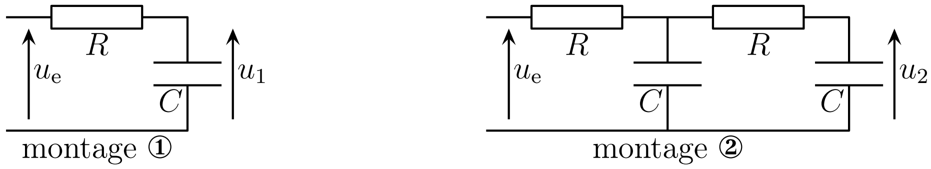
Filtre $R/\!/C$ – $R/\!/C$ à fonction de transfert contrainte

On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_\mathrm{s}}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert en faisant apparaître deux pulsations caractéristiques ω_1 et ω_2.
3. Comment choisir C_1 pour avoir $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) \xrightarrow{\omega\to+\infty} \dfrac{1}{2}$?
4. Comment choisir R_1 pour avoir $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) \xrightarrow{\omega\to 0} \alpha$ réel ?
5. Tracer les diagrammes de Bode ainsi que les asymptotes pour $\omega \ll \omega_1$, $\omega_1 \ll \omega \ll \omega_2$ et $\omega_2 \ll \omega$.

Association de filtres RC



1. On considère le montage ① de fonction de transfert $\underline{T_1}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_1}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$.
   (a) Quelle est la nature du filtre ?
   (b) Déterminer l'expression de $\underline{T_1}(\mathrm{j}\,\omega)$.
2. On considère le montage ② de fonction de transfert $\underline{T_2}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_2}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$.

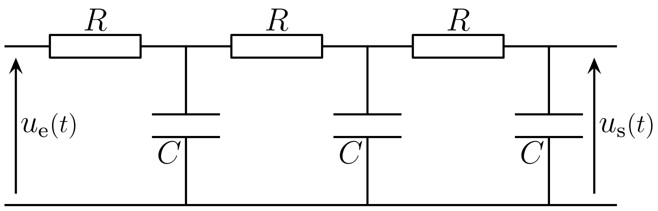
(a) Quelle est la nature du filtre ?

(b) Déterminer l'expression de $\underline{T_2}(\mathrm{j}\,\omega)$.

(c) Pourquoi n'a-t-on pas $\underline{T_2}(\mathrm{j}\,\omega) = (\underline{T_1}(\mathrm{j}\,\omega))^2$?

(d) Tracer les diagrammes de Bode.

Filtre en ponts successifs



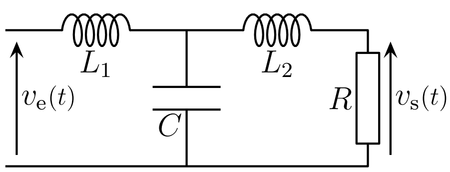
1. Déterminer la fonction de transfert $H(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}}$ du quadripôle précédent en régime sinusoïdal et à vide (courant de sortie nul).
2. Quelle est la pulsation propre pour que le déphasage de $u_s(t)$ par rapport à $u_e(t)$ soit π ?
   Quelle est l'atténuation en décibel à cette pulsation ?
3. La tension appliquée à l'entrée est maintenant un échelon d'amplitude E.
   Établir l'équation différentielle donnant l'évolution de $u_s(t)$.
   Déterminer les conditions initiales nécessaires à sa résolution puis la résoudre.

Filtre de Butterworth

La fonction de transfert du filtre ci-dessous vaut, en module,

$$H(\omega) = |\underline{H}(\mathrm{j}\,\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1+x^6}} \qquad \text{avec} \qquad x = \frac{\omega}{\omega_0} \qquad \text{et} \qquad \omega_0 = 6.10^3\ \text{rad.s}^{-1}$$

On injecte en entrée un signal périodique de période T : $v(t) = \begin{cases} E & \text{si} \quad 0 \leqslant t \leqslant \dfrac{T}{2} \\ 0 & \text{si} \quad \leqslant \dfrac{T}{2} \leqslant t \leqslant T \end{cases}$



1. Donner l'allure du signal de sortie pour $T = 10$ ms, $T = 1$ ms, $T = 0{,}1$ ms.
2. Quelle(s) est (sont) la (les) relation(s) que doivent vérifier L_1, L_2, R et C pour que la fonction de transfert soit du type donné.
   Exprimer alors L_1 et L_2 en fonction de R et C.

Analyse d'une fonction de transfert

On donne :

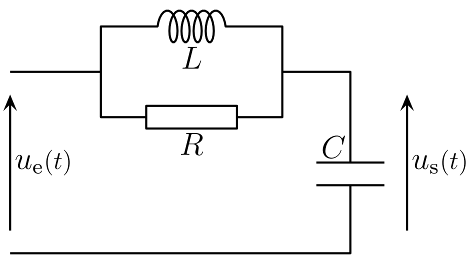
$$\underline{H}(\mathrm{j}\,x) = \frac{\mathrm{j}\,\dfrac{x}{Q}}{1 - x^2 + \mathrm{j}\,\dfrac{x}{Q}} \qquad \text{avec} \qquad x = \frac{\omega}{\omega_0}$$

1. Nature du filtre et diagramme de Bode asymptotique
2. Exemple de circuit permettant d'avoir ce filtre
3. Sortie pour une entrée $e(t) = E\,\cos^2\left(\dfrac{\omega_0}{2}\,t\right)$.

   Comment obtenir un tel signal ?
4. Sortie pour une entrée en créneau avec :
   - ➜ $\omega < \omega_0$
   - ➜ $\omega = \omega_0$ et $Q \gg 1$

Filtre $(L /\!\!/ R) \oplus C$

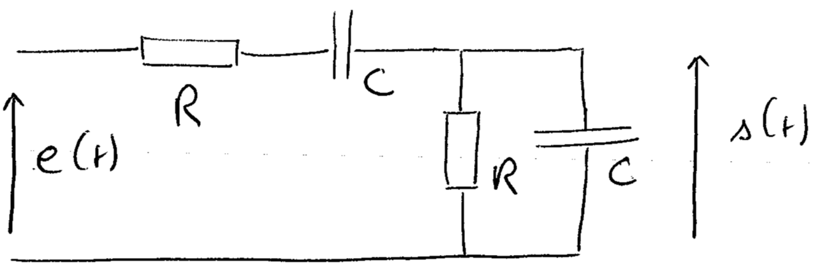
On considère le circuit ci-dessous.



Etudier le circuit en tant que filtre.

Filtre de Wien

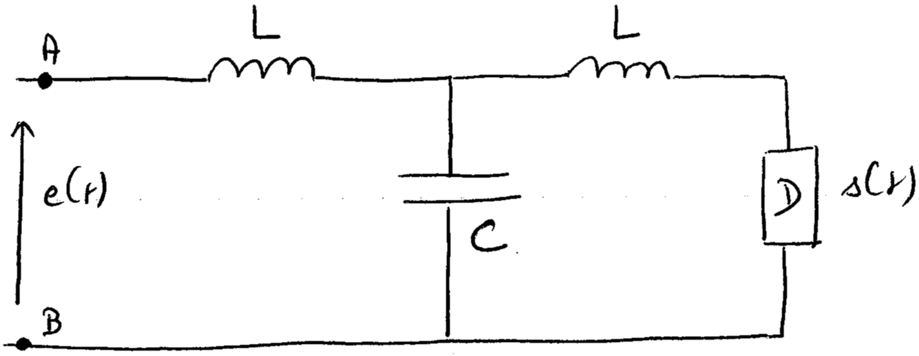
Soit le circuit suivant.



Quelle est l'équation différentielle reliant e(t) et s(t) ?

Filtre contraint

Dans le circuit ci-dessous, D est un dipôle d'impédance $\underline{Z}(\omega)$. On se place en régime sinusoïdal forcé.

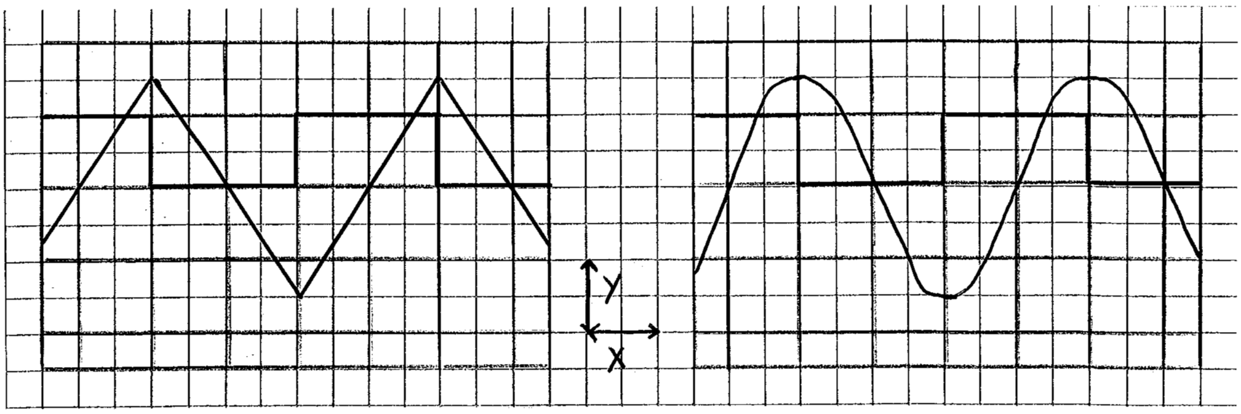


- Trouver $\underline{Z}(\omega)$ tel que l'impédance vue de AB soit confondue avec $\underline{Z}(\omega)$.
- Déterminer R_0 qui est $\underline{Z}(\omega)$ pour $\omega \to 0$ et ω_c tel que $\underline{Z}(\omega_c) = 0$
- $e(t) = E_0 \cos(\omega t)$. Établir la fonction de transfert $\underline{H} = \dfrac{\underline{s}(t)}{\underline{e}(t)}$ et tracer le diagramme de Bode de $|H|$ en fonction de $\log X$ où $X = \dfrac{\omega}{\omega_c}$.

Réponse d'un filtre

Pour le passe-bande, on donne $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}} = \dfrac{G_0}{1 + jQ\left(\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$

Déterminer G_0, Q et ω_0 à l'aide des deux expériences ci-dessous.



X = 10 µs / carreau
Y = 0,2 V / carreau

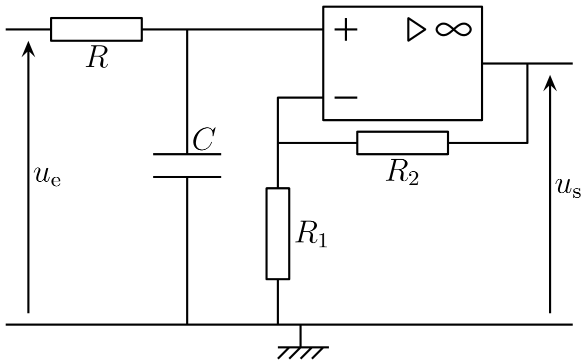
X = 10 ms / carreau
Y = 0,1 V / carreau

À partir de la 2e expérience, si on augmente la fréquence de l'entrée carrée, l'amplitude du signal de sortie diminue, si on diminue cette fréquence, l'amplitude diminue aussi.

Remarque : $E(t) = E_0\left(\dfrac{1}{2} + \dfrac{1}{2\pi}\sum_k \sin\left((2k+1)\omega t\right)\right)$ pour l'entrée carrée.

Filtre RC amplifié

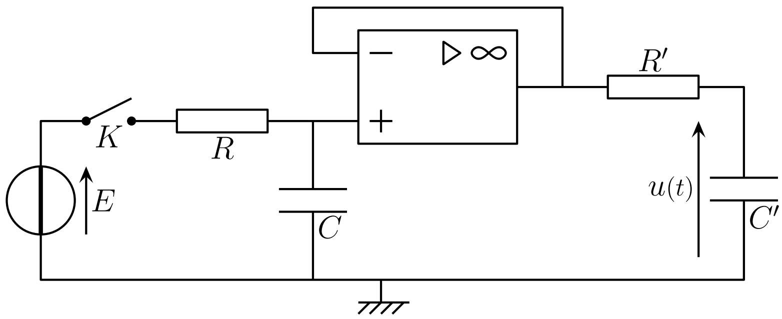
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(j\,\omega) = \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Tension dans un double RC avec AO

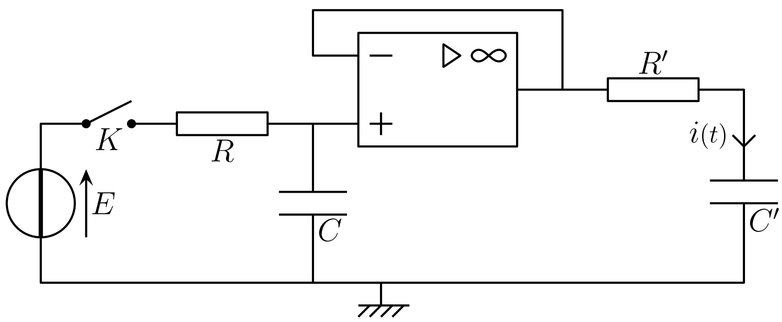
On considère le circuit ci-dessous.



Le régime permanent étant atteint, on ferme K à $t = 0$.
Déterminer $u(t)$ pour $t \geqslant 0$.

Courant dans un double RC avec AO

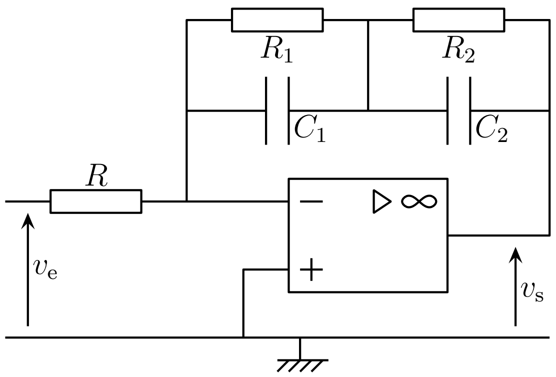
On considère le circuit ci-dessous.

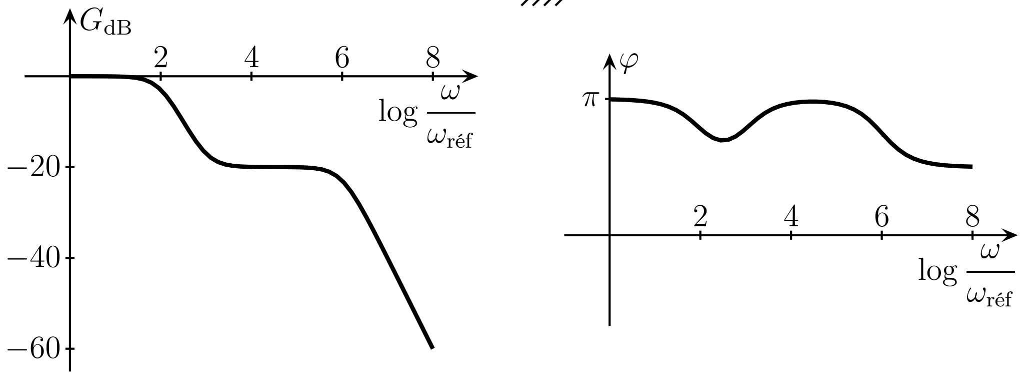


Le régime permanent étant atteint, on ferme K à $t = 0$.
Déterminer $i(t)$ pour $t \geqslant 0$.

Analyse de diagramme de Bode

Les diagrammes correspondent à la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{V_\mathrm{s}}}{\underline{V_\mathrm{e}}}$ du circuit représenté.

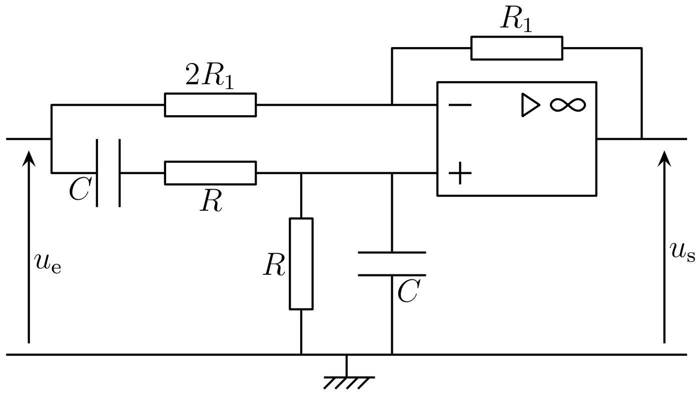




1. Séparer les diagrammes en quatre parties et donner l'expression approchée de $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega)$ pour chaque domaine.
2. Déterminer explicitement $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega)$.
3. Quelle(s) condition(s) faut-il respecter sur R_1, C_1, R_2 et C_2 pour obtenir les diagrammes représentés ?

Filtre actif

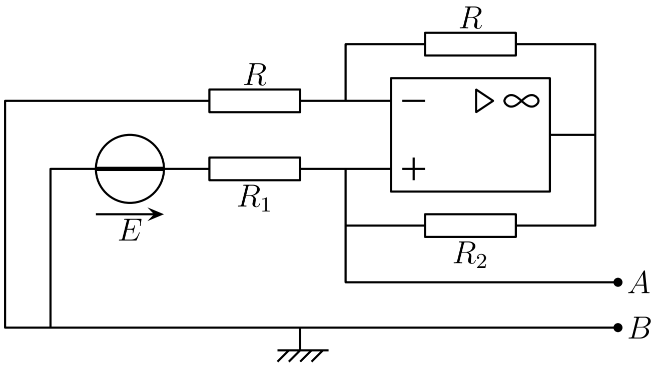
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_\mathrm{s}}}{\underline{U_\mathrm{e}}}$ du filtre ci-contre.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de Bode.

Modèle de Thévenin

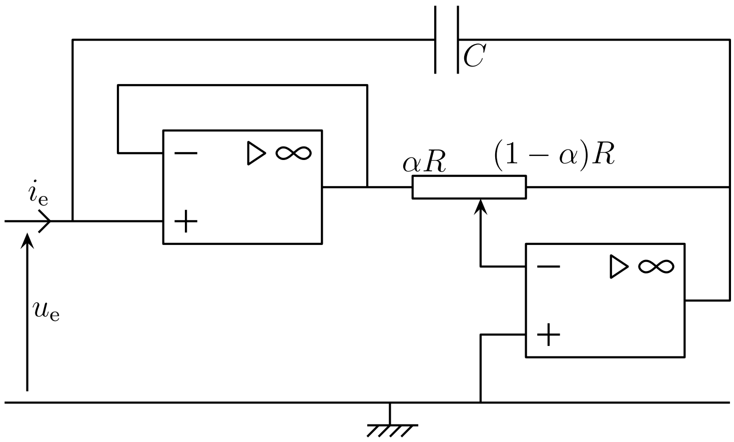
On considère le dipôle AB ci-contre. l'AO est supposé fonctionner en régime linéaire.



1. Quelle est la tension u_{AB} à vide ?
2. Quel est le courant de court-circuit ?
3. En déduire le modèle de Thévenin du dipôle AB.
4. Que se passe-t-il si $R_1 = R_2$?

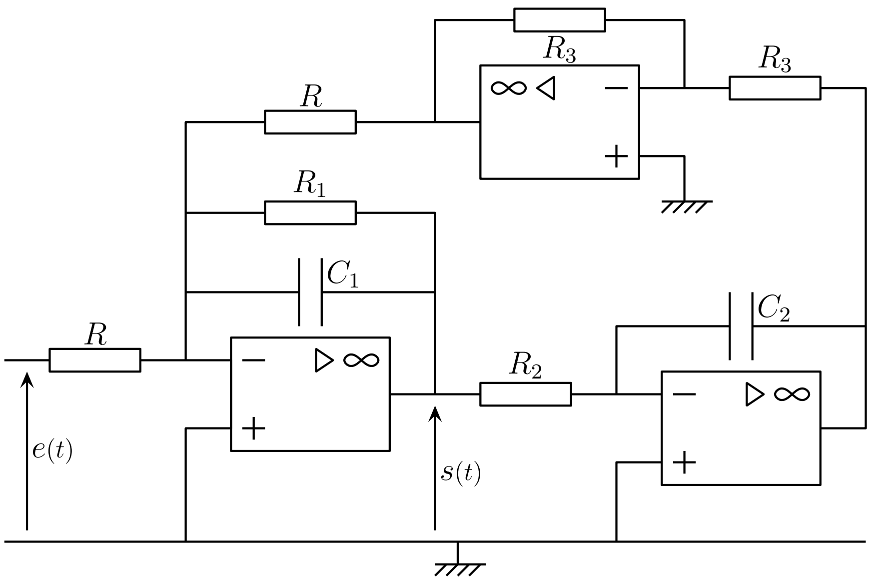
Montage à 2 AO

On considère le circuit ci-dessous.



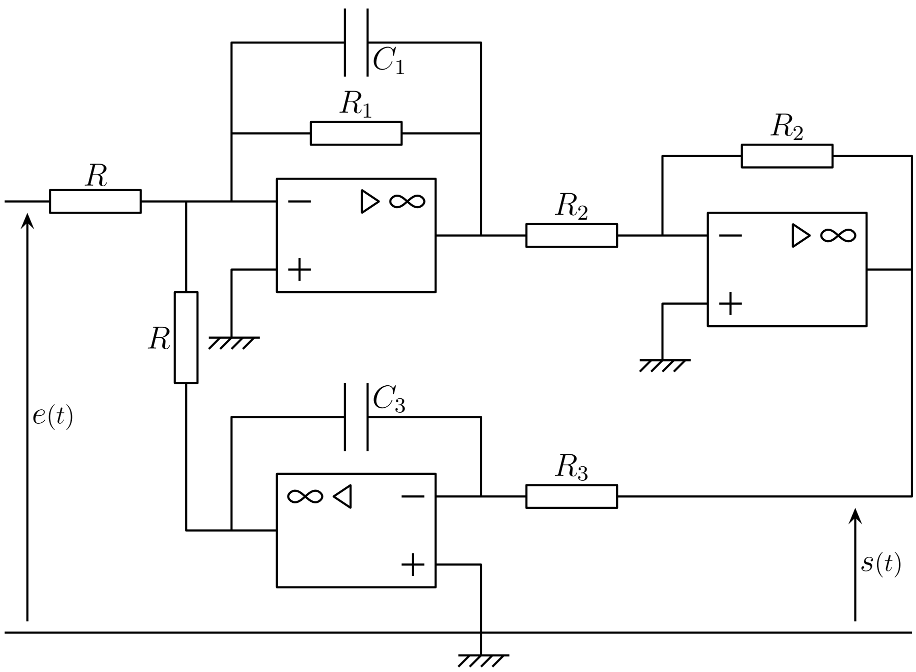
1. Déterminer l'expression de $\dfrac{\underline{v_{\mathrm{e}}}(t)}{\underline{i_{\mathrm{e}}}(t)}$.
2. Quel est l'intérêt du montage ?

Filtre à 3 AO version 1



Déterminer l'expression de la fonction de transfert $\underline{H}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{S}}{\underline{E}}$.

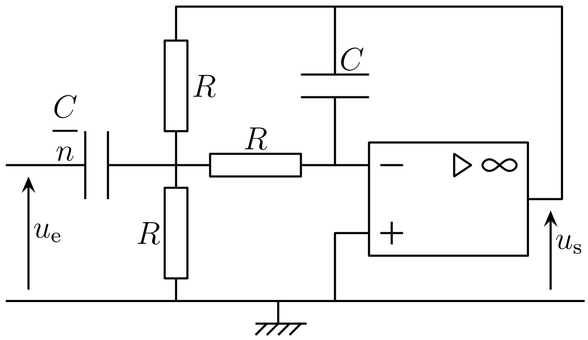
FILTRE À 3 AO VERSION 2



Déterminer l'expression de la fonction de transfert $\underline{H}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{S}}{\underline{E}}$.

FILTRE RÉGLABLE À STRUCTURE DE RAUCH

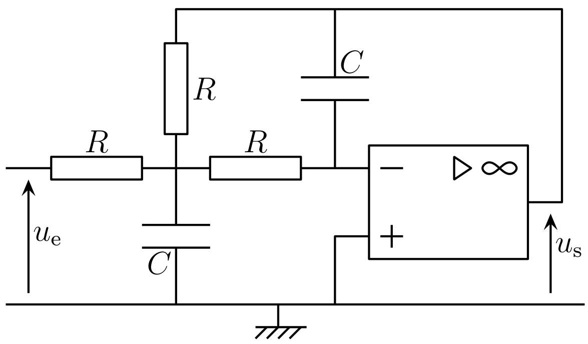
On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_{\mathrm{s}}}}{\underline{U_{\mathrm{e}}}}$ du filtre ci-dessous.



1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert.
3. Tracer les diagrammes de BODE pour plusieurs valeurs de n

Filtre à structure de Rauch version 1

On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}}$ du filtre ci-dessous.



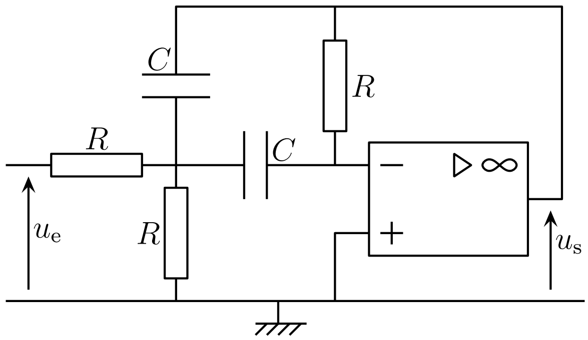
1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert et l'écrire sous la forme

$$\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \frac{G_0}{1 + 2\,\mathrm{j}\,m\,\dfrac{\omega}{\omega_0} - \left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

3. Tracer l'allure de $u_s(t)$ lorsque $u_e(t)$ a pour pulsation $\omega = \dfrac{3}{4}\,\omega_0$ et de la forme sinusoïdale, triangulaire et rectangulaire.

Filtre à structure de Rauch version 2

On étudie la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}}$ du filtre ci-dessous.



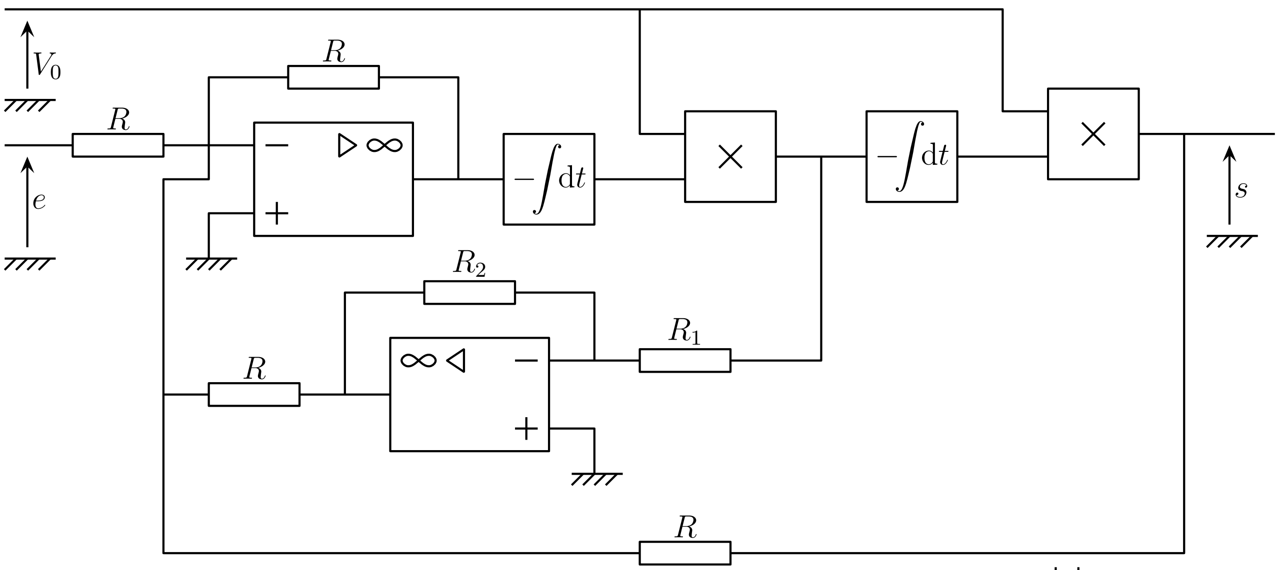
1. Quelle est la nature du filtre ?
2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert et l'écrire sous la forme

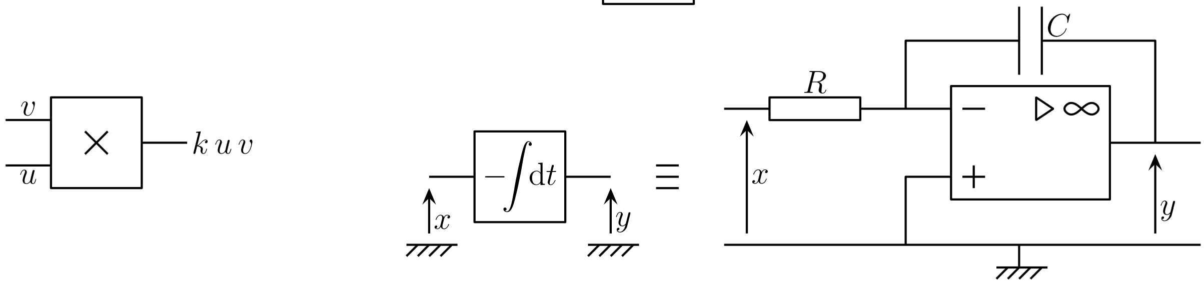
$$\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \frac{G_0}{1 + \mathrm{j}\,Q\left(\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

3. Tracer l'allure de $u_s(t)$ lorsque $u_e(t)$ a pour pulsation $\omega = \dfrac{3}{4}\,\omega_0$ et de la forme sinusoïdale, triangulaire et rectangulaire.

Filtre actif

V_0 est une tension continue. Les aplificateurs opérationnels sont supposés parfaits et fonctionnent en régime linéaire.

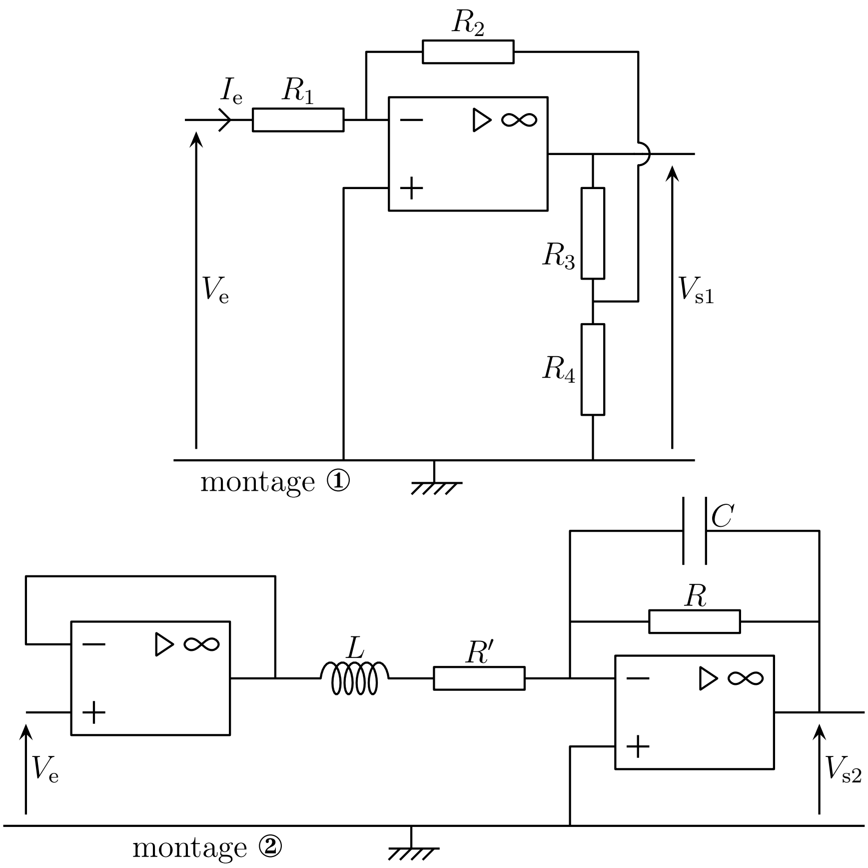




1. Déterminer la fonction de transfert $H(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{S}}{\underline{E}}$.

2. Tracer les diagrammes de Bode.
3. De quel type de filtre s'agit-il ?
4. Discuter la stabilité du montage.
5. On souhaite avoir un filtre dont le diagramme réel est le plus proche possible de ses asymptotes. Quelle(s) condition(s) cela impose entre les composants ?

Montages à AO



1. On considère le montage ① ci-dessus.
   (a) Déterminer V_{s1} en fonction de V_e.
   (b) On donne $10\,R_2 = R_3 = 10\,R_4 = 1{,}0\text{ k}\Omega$, $V_e = 150$ mV.
   Calculer R_1 pour avoir $V_{s1} = 1$ V.
2. On considère le montage ②.
   (a) À quoi sert le premier AO ?
   (b) Calculer la fonction de tranfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{V_{s2}}}{\underline{V_e}}$.
   (c) Tracer le diagramme de Bode de cette fonction de transfert.
   (d) À quoi sert l'association des deux montages étudiés ?

Circuit de détection

On admet qu'une photodiode (figure ①) équivaut au circuit représenté figure ② dans lequel C' est une capacité en parallèle à un générateur de courant. On suppose $I = I_0 + a\,E(t)$ (quand U est suffisamment grand) avec un éclairement de la forme $E(t) = E_0\,(1 + b\,\cos(\omega\,t))$ avec $b \leqslant 1$ et $a > 0$.

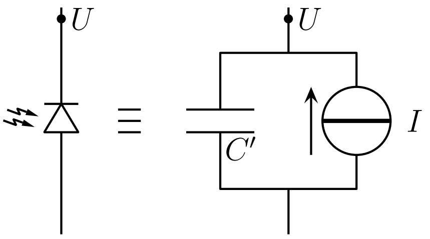


figure ① figure ②

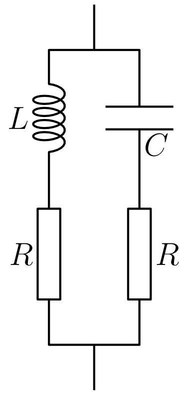
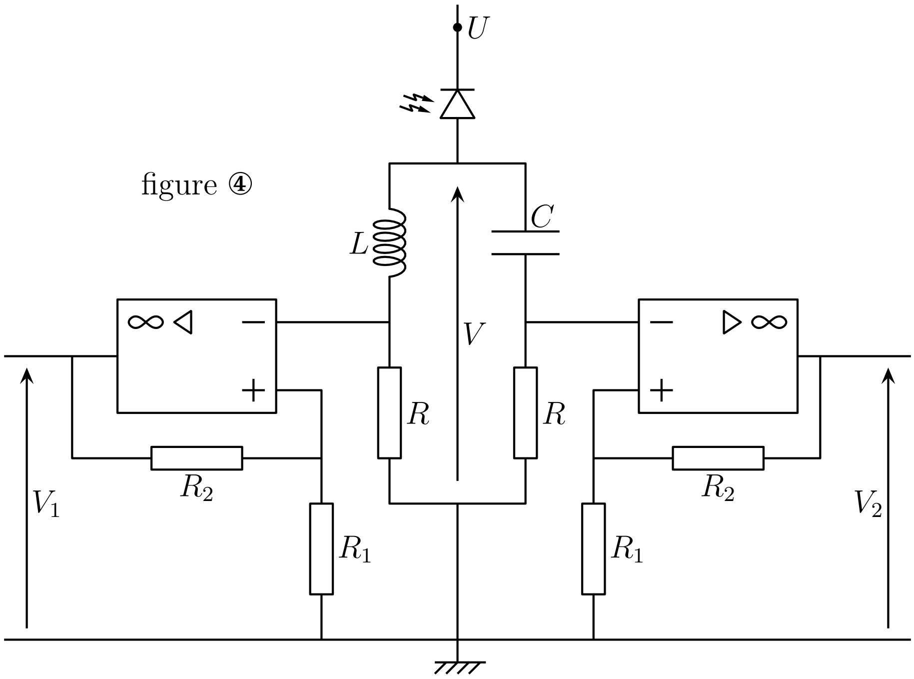


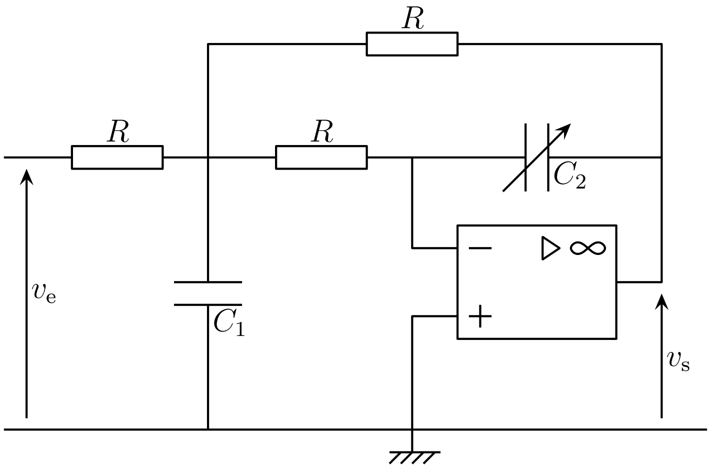
figure ③



1. Montrer que le montage représenté figure ③ est équivalent à une résistance pure (pour tout ω) si R, L et C vérifient une relation précise. On donnera la valeur de la résistance.
2. On considère le montage de la figure ④.
   (a) Déterminer l'expression de V en fonction de R, C' et des caractéristiques de la photodiode.
   (b) Exprimer V_1 et V_2 en fonction de V.
   (c) Montrer que pour f suffisamment grand (mais pas trop), on peut isoler la composante continue de V.
   (d) Donner des valeurs de L et C lorsque $R = 50\ \Omega$ et $C' = 5\ \mu$F.

Circuit de détection

Soit le circuit ci-dessous.



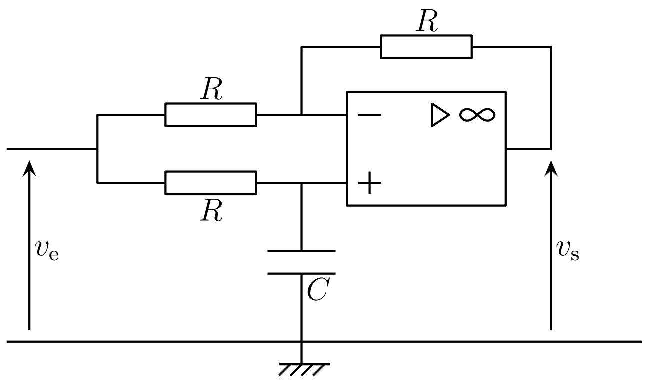
1. Trouver sa fonction de transfert et sa valeur absolue.
2. Montrer que pour une certaine valeur de C_2 la valeur absolue de la fonction de transfert s'écrit

$$T(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + \dfrac{\omega^4}{{\omega_0}^4}}}$$

3. Quel intérêt a un tel filtre ?
4. Tracer ses diagrammes de Bode et préciser l'intersection des deux asymptotes sur le diagramme en gain.

Filtre en régime transitoire

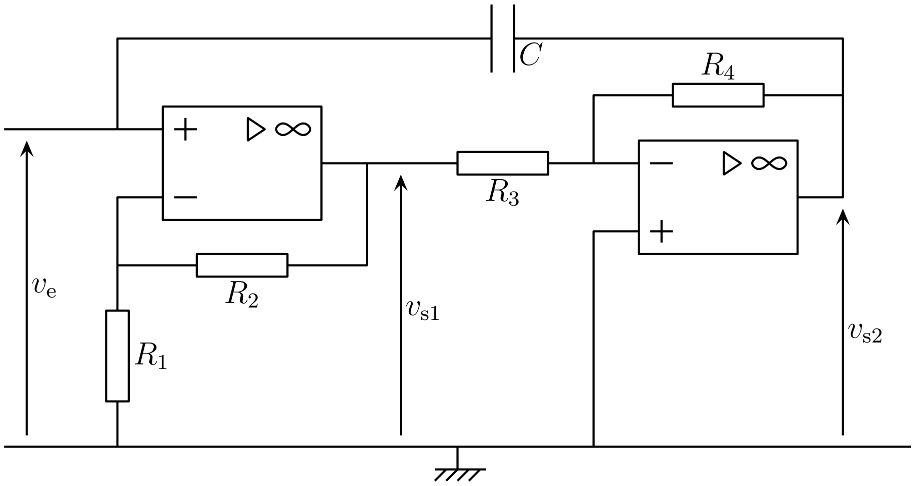
Soit le circuit ci-dessous.



1. Déterminer la fonction de transfert $\underline{H}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}}$.
2. Calculer le gain et la phase de $\underline{H}(\mathrm{j}\,\omega)$.
3. Tracer le diagramme $\phi(\log(f))$.
4. Quel est l'utilité de ce filtre ?
5. Pour $t < 0$, $V_e = 0$ puis à $t > 0$, $V_e = E$.
   Trouver et résoudre l'équation différentielle vérifiée par $v_s(t)$.
6. Tracer $v_s(t)$.

IMPÉDANCE D'ENTRÉE

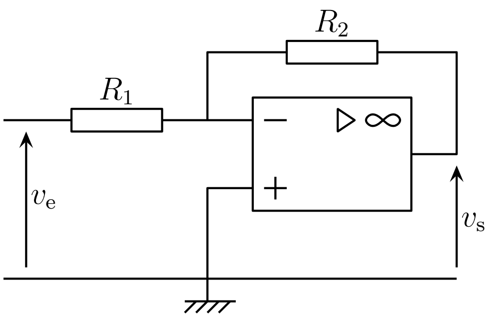
Soit le montage ci-dessous.



1. On suppose que les AO sont parfaits et idéaux et fonctionnent en régime linéaire.
   (a) Qu'impliquent les hypothèse « AO idéal », « AO parfait », « AO en régime linéaire » ?
   (b) Déterminer l'impédance d'entrée du montage.
   (c) Intérêt ?
2. Le but est de déterminer le domaine de fonctionnement du montage. Pour chaque question qui suit, vous pouvez faire les hypothèses de votre choix.
   (a) Déterminer la stabilité du montage.
   (b) Déterminer le domaine fréquentiel de fonctionnement du montage.

AMPLIFICATEUR

Soit le montage ci-dessous.

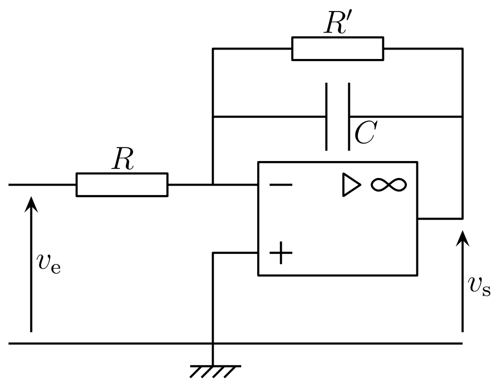


1. L'AO est supposé parfait.
   Détemrminer $v_{\mathrm{s}}(t)$ en fonction de $v_{\mathrm{e}}(t)$.
2. Si l'AO n'est plus parfait, quel(s) défaut(s) peuvent surgir avec un signal sinusoïdal ?
3. On donne $\underline{H} = \dfrac{H_0}{1 + \mathrm{j}\,\dfrac{f}{f_0}}$.
   Déterminer $v_{\mathrm{s}}(t)$ en fonction de $v_{\mathrm{e}}(t)$.
   Quel est le temps caractéristique ?
   Tracer $v_{\mathrm{s}}(t)$ pour $v_{\mathrm{e}}(t)$ constant.

4. Toujours avec l'AO non parfait, déterminer $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{V_{\mathrm{s}}}}{\underline{V_{\mathrm{e}}}}$.
   Tracer les diagrammes de Bode.
   Quel caractéristique particulière présente ce filtre ?

Filtre

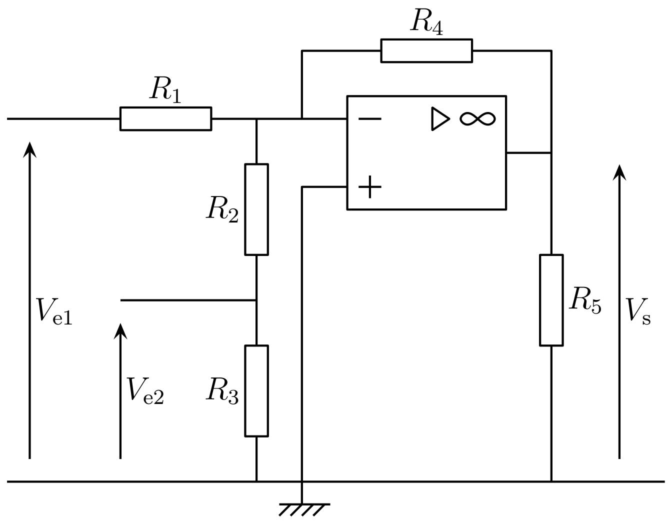
Soit le montage ci-dessous dans lequel l'AO est idéal.



1. Donner la nature du filtre sans calcul puis sa fonction de transfert.
2. Tracer les diagrammes de Bode en amplitude et en phase.
3. Donner les valeurs de R, R' et C pour avoir une fréquence de coupure $f_{\mathrm{c}} = 10$ kHz et une amplification maximale de 10.
4. L'entrée est réglée à $f = 500$ Hz.
   Qu'observe-t-on en sortie pour un signal sinusoïdal ? triangulaire ? rectangulaire ?

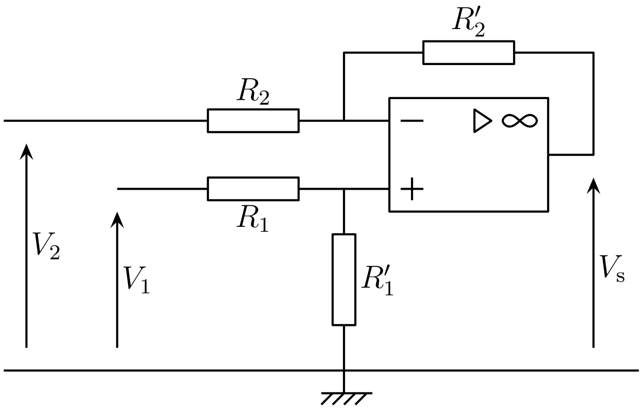
Montage simple (v1)

Trouver l'expression de V_{s} dans le montage représenté ci-dessous.



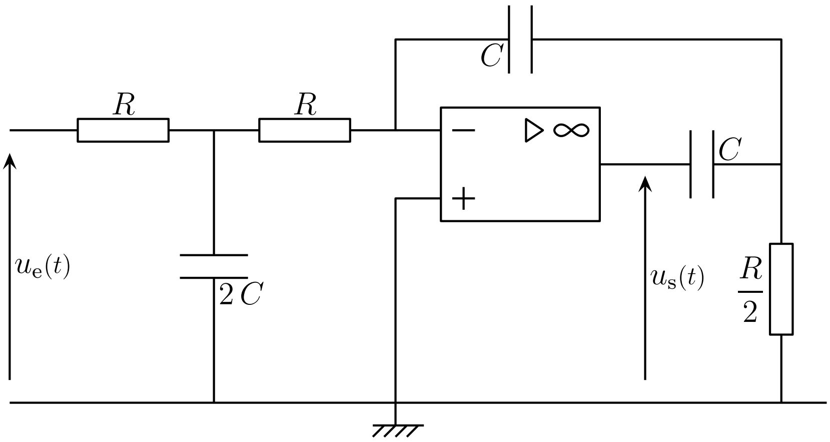
Montage simple (v2)

Trouver l'expression de V_s dans le montage représenté ci-dessous.



Opérateur

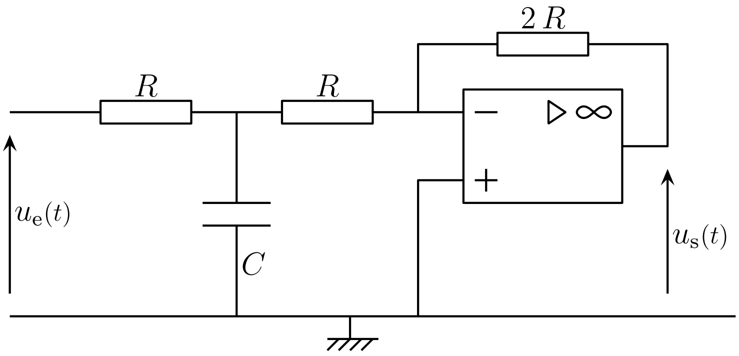
On considère le montage représenté ci-dessous.



1. Trouver la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}}$.
2. Quel est l'utilité du montage ?
3. Tracer le diagramme de Bode de gain en décibel et discuter de la stabilité.

Filtre actif d'ordre 1

On considère le montage représenté ci-dessous.

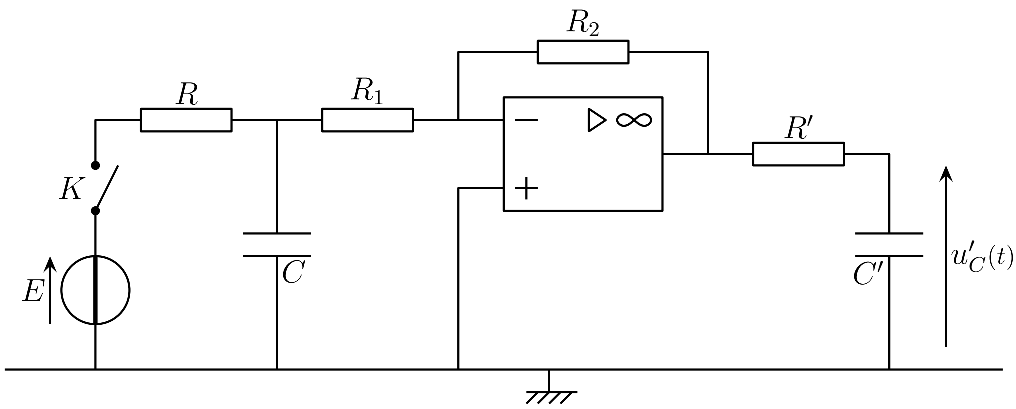


1. Trouver la fonction de transfert $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}}$.

2. Tracer le diagramme de BODE de gain en décibel.

$u_C(t)$ DANS UN DOUBLE RC AVEC UN AO AMPLIFICATEUR

On considère le montage représenté ci-dessous pour lequel K est ouvert depuis longtemps.

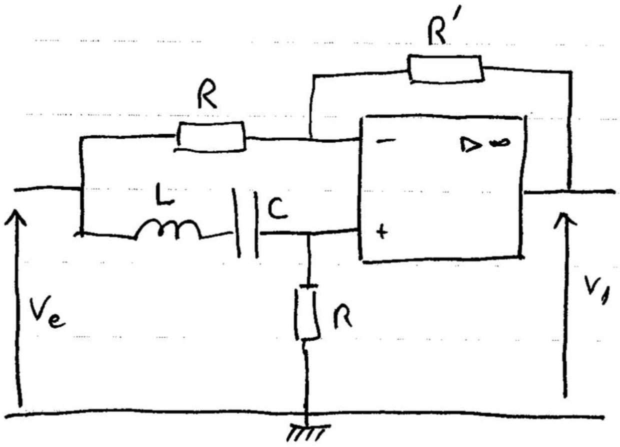


À $t = 0$ on ferme K.

1. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par $u'_C(t)$?

2. Résoudre l'équation précédente.

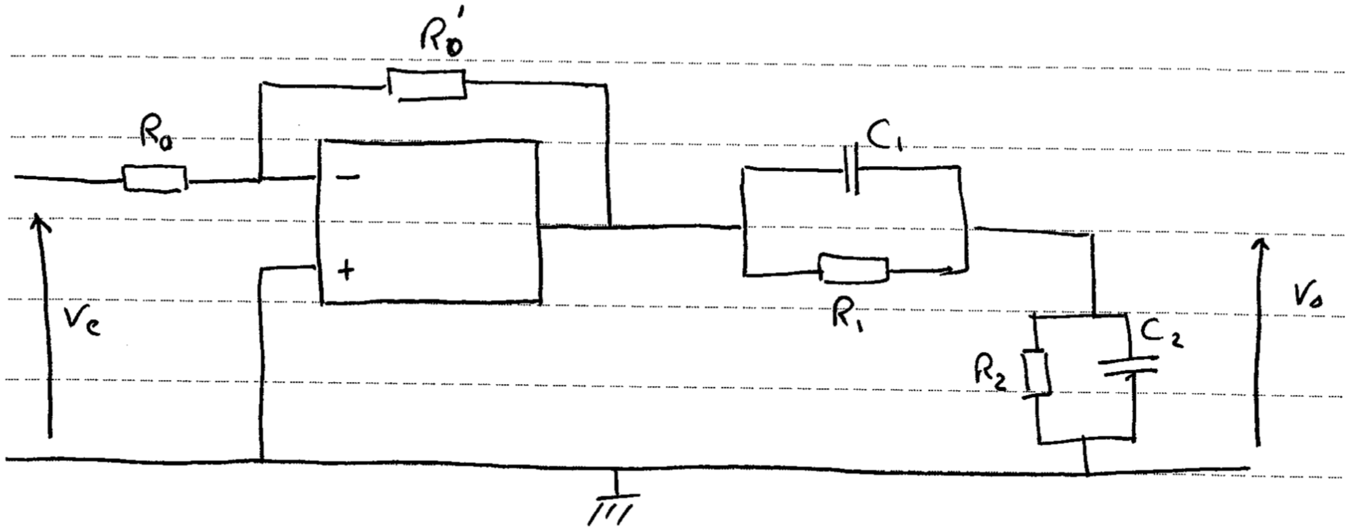
FILTRE ACTIF



• Trouver la fonction de transfert en fonction de R, L, C
• L'exprimer en fonction du facteur de qualité Q et de la fréquence fondamentale f_0.

• Tracer la phase en fonction de la fréquence

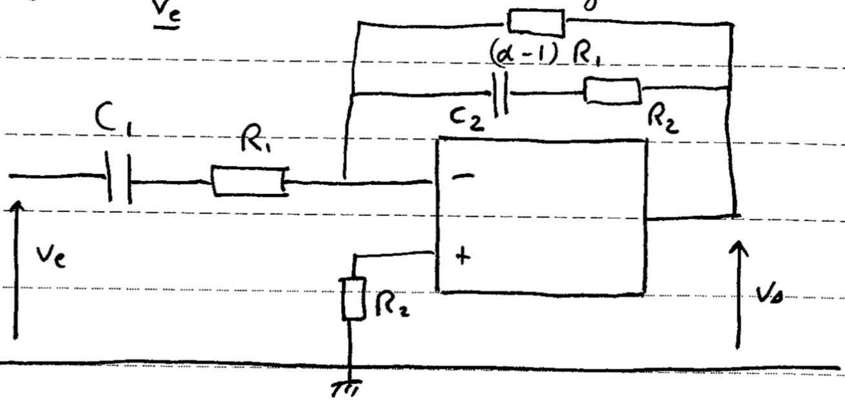
Filtre actif



• Nature du filtre ?
• Trouver la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}}$
• Tracer les diagrammes de Bode

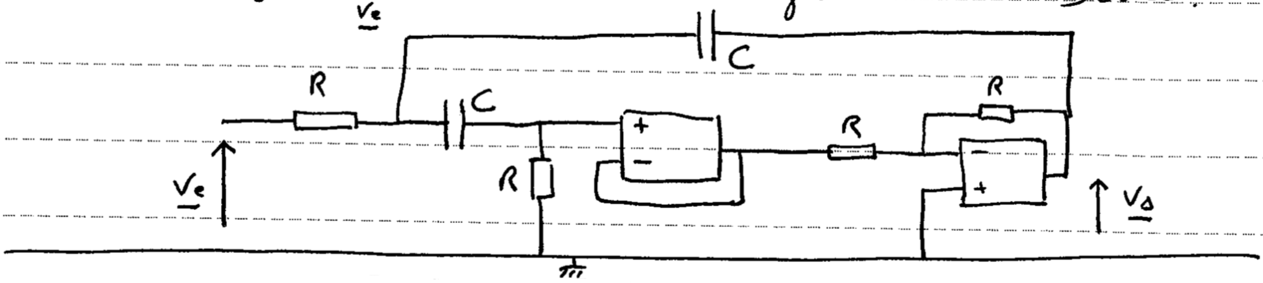
Filtre actif

• Déterminer $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}}$ et tracer les diagrammes de Bode.



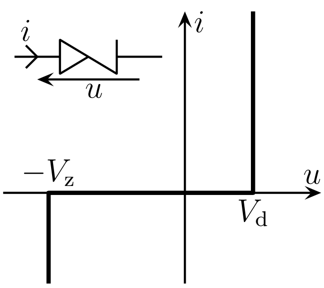
FILTRE ACTIF

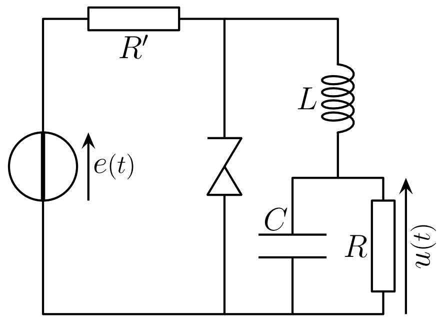
• Déterminer $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}}$ et tracer les diagrammes de Bode.



CIRCUIT AVEC DIODE ZÉNER EN RÉGIME FORCÉ

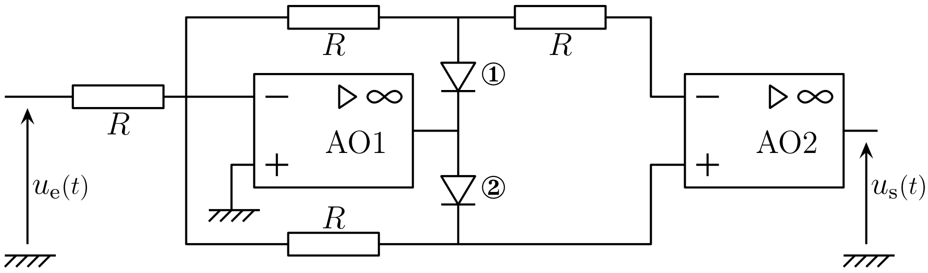
La diode zéner est idéale de tension de seuil $V_\mathrm{d} = 0{,}60$ V et de tension zéner $V_\mathrm{z} = 8{,}0$ V ; sa caractéristique est représentée ci-dessous. On prendra également $R' = 50\ \Omega$; $R = 100\ \Omega$; $L = 0{,}20$ H et $C = 100$ nF.





1. $e(t) = \mathrm{C^{te}} = E_0 = 10$ V.
   Déterminer la valeur U_0 de la tension $u(t)$.
2. $e(t) = E_0 + E\cos(\omega t)$. On suppose que la diode reste dans le même domaine de fonctionnement qu'à la question précédente. On constate que $u(t) = U_0 + U\cos(\omega t + \varphi)$.
   Expliquer la forme de $u(t)$ et déterminer U et φ.
3. Quelle est la valeur E_max de E à ne pas dépasser pour vérifier l'hypothèse de la question précédente.

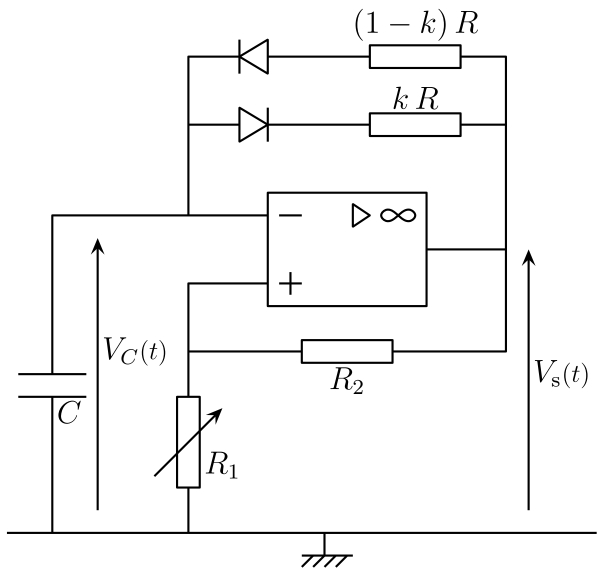
Montage à diodes



1. Montrer que l'AO1 fonctionne en régime linéaire.
2. Déterminer $u_s(t)$.

Multivibrateur

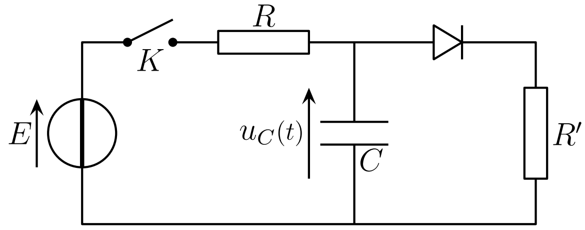
Dans le montage suivant, l'amplificateur opérationnel est idéal ainsi que les diodes.



1. Montrer qualitativement que l'AO fonctionne en régime non linéaire.
2. Expliquer qualitativement ce qu'il se passe dans le montage.
3. Compte tenu de la réponse précédente, on définit $t=0$ l'instant où V_s passe de $-V_{sat}$ à $+V_{sat}$.
   Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $V_C(t)$ et la résoudre.
   Au bout de combien de temps l'AO bascule-t-il de $+V_{sat}$ à $-V_{sat}$?
4. Combien de temps l'AO reste-t-il à $-V_{sat}$.
5. Quelles sont les influences de k ? de R_1 ?
6. Dans la réalité, les diodes ne sont pas idéale mais possèdent une tension de seuil V_d.
   Qu'est-ce que cela change aux résultats précédents ?
7. Discuter de même sur les défauts de l'AO.

Circuit RC à deux mailles avec diode

On considère le circuit suivant dans lequel le condensateur est initialement déchargé.



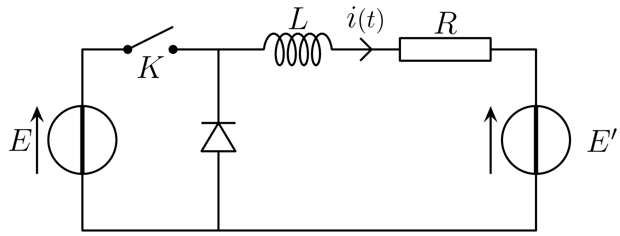
On prendra $E = 10$ V ; $C = 100$ nF ; $R = 1{,}0$ kΩ ; $R' = 470$ Ω. La diode est considérée idéale à tension de seuil $V_\text{d} = 0{,}70$ V.

À $t = 0$ on ferme K.

1. Déterminer l'évolution de $u_C(t)$.
2. K est réouvert à partir du régime permanent précédent.
   Déterminer $u_C(t)$.
3. Les résultats précédents sont-ils qualitativement changés si on change la valeur de R' ?

Circuit à interrupteur commuté

On considère le circuit suivant dans lequel l'interrupteur K s'ouvre et se ferme périodiquement :
- ➜ pour $n\,T \leqslant t \leqslant n\,T + \alpha\,T$ l'interrupteur K est fermé ($\alpha < 1$)
- ➜ pour $n\,T + \alpha\,T \leqslant t \leqslant (n+1)\,T$ l'interrupteur K est ouvert

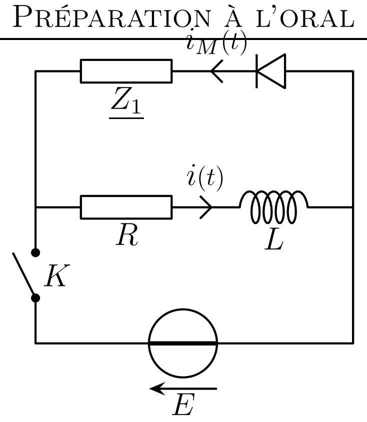


La diode est idéale et on se place en régime permanent.

1. Représenter qualitativement $i(t)$.
2. Déterminer $i(t)$ en introduisant deux constantes.
3. Quelles relations doivent vérifier ces constantes ?
4. Simplifier ces relations lorsque $T \ll \tau = \dfrac{L}{R}$.
5. Déterminer la valeur moyenne $\langle i(t) \rangle$ de $i(t)$.

Diode de roue libre

On considère un moteur d'impédance $\underline{Z_1}$ relié au générateur de f.é.m. constante E suivant le montage ci-dessous.

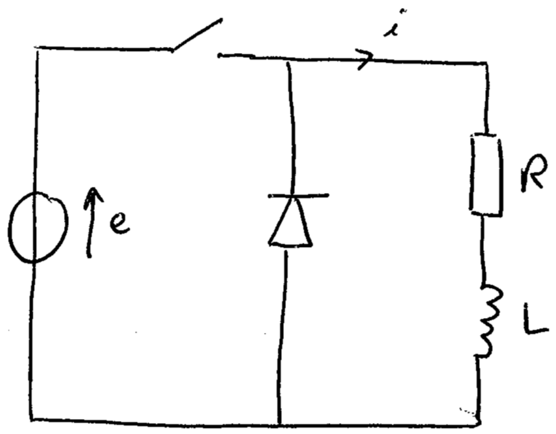


La diode est idéale.

1. À $t = 0$ on ferme K.
   Déterminer $i(t)$ et $i_M(t)$ en supposant $\underline{Z_1} = R_1$.
2. Une fois le régime permanent obtenu, on rouvre K.
   Déterminer à nouveau $i(t)$ et $i_M(t)$.
3. Mêmes questions pour $\underline{Z_1} = R_1 + \mathrm{j}\, L_1\, \omega$.

DIODE DE ROUE LIBRE

Pour la diode du circuit ci-contre, la tension de seuil est V_0 et la résistance dynamique R_d.



- Dessiner la caractéristique de la diode.
- À $t = 0$ on ferme K. Déterminer $i(t)$.
- Après "suffisamment longtemps" (à préciser), on ouvre K. Déterminer $i(t)$.
- Intérêt ? Faire un bilan d'énergie.

MODULATION

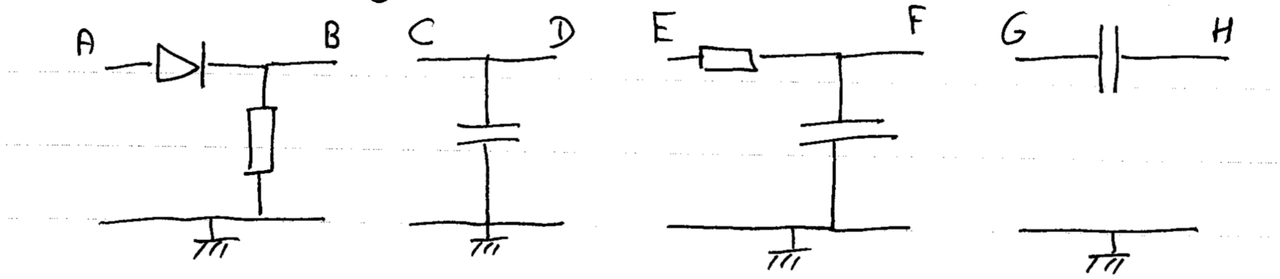
Un signal modulé a pour expression :

$$E(t) = A \times \left(1 + m \cos(\omega_0 t)\right) \cos(\omega_p t)$$

On le multiplie par le signal $e(t) = E_0 \cos(\omega_p t)$ à l'aide d'un multiplieur dont l'expression de la composante de sortie est $S(t) = \dfrac{E(t) \times e(t)}{g}$

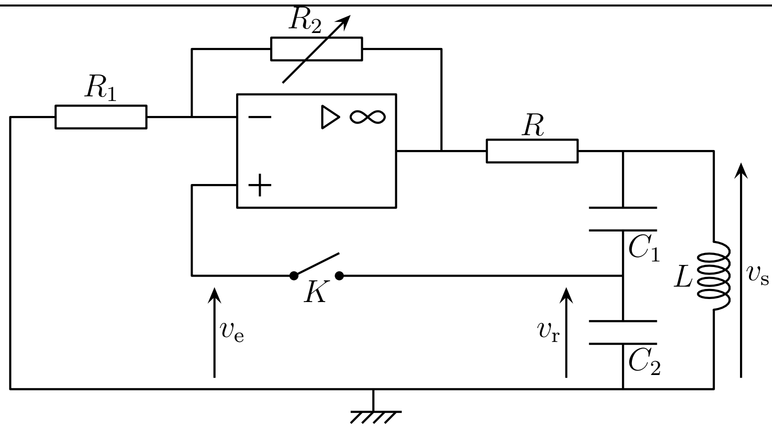
- Quelle est la signification de m, ω_0, ω_p ?
- Quel est le type de modulation ? Représenter le signal.
- Quel est le nom de la démodulation ?
- Quelle est l'expression du signal de sortie ? Son spectre ?
- Comment modifier le montage pour obtenir le signal démodulé ?

On tente maintenant de démoduler le signal à l'aide d'un autre montage utilisant une diode. Le signal modulé est toujours $E(t)$.



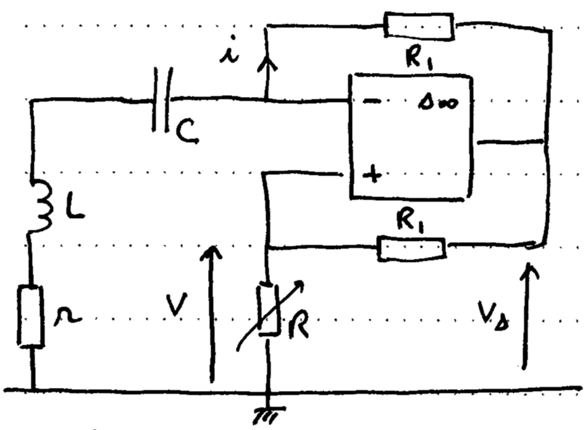
- Donner l'allure du signal en B.
- Donner l'allure du signal en D si on relie C à B.
- Même question si on relie ensuite E à D puis, enfin, G à F.
- Quelle valeur m ne doit-il pas dépasser ?

Oscillateur avec AO



1. K est ouvert :
   (a) déterminer l'expression de $\underline{H}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}}$; on note $\dfrac{1}{C_e} \stackrel{\text{not}}{=} \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2}$;
   (b) déterminer l'expression de $\underline{T}(\mathrm{j}\,\omega) = \dfrac{\underline{V_r}}{\underline{V_e}}$.
2. K est maintenant fermé.
   (a) Quelle est l'expression de la fréquence f des oscillations ?
   (b) Quelle est la valeur de R_2 nécessaire pour obtenir des oscillations ?

OSCILLATEUR



On considère le montage ci-contre.

- Trouver l'équation différentielle vérifiée par i.
- Exprimer V en fonction de R, R_1 et i
- Montrer qu'à partir d'une certaine valeur R_0 de R, on observe des oscillations.
- Montrer que, connaissant ω, R_1 et C on peut déterminer L et r.