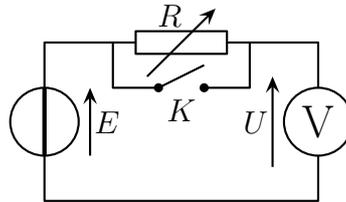


Circuits électriques

Exercice 1 RÉSISTANCE D'ENTRÉE D'UN VOLTMÈTRE

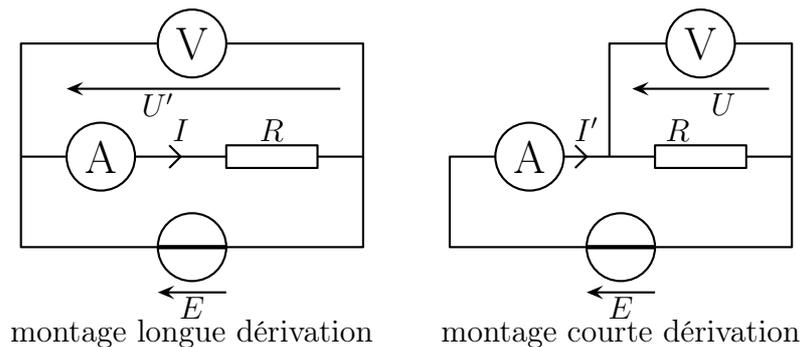
Cet exercice propose l'étude de la détermination expérimentale de la résistance d'entrée d'un appareil de type voltmètre (voltmètre à main, oscilloscope). Le montage est représenté ci-dessous. R est un résistor à résistance variable et on considère que le voltmètre se comporte comme un résistor de résistance R' .



1. L'interrupteur K est d'abord fermé. Quelle est la tension U_0 affichée par le voltmètre ?
2. L'interrupteur K est maintenant ouvert.
 - (a) Pour quelle valeur de R le voltmètre affiche-t-il $\frac{U_0}{2}$?
 - (b) En déduire une méthode de détermination de R' .
 - (c) Pourquoi arrête-t-on plutôt lorsque l'affichage vaut $\frac{2}{3}U_0$ ou $\frac{9}{10}U_0$? Que vaut alors R ?

Exercice 2 RELEVÉ DE CARACTÉRISTIQUE

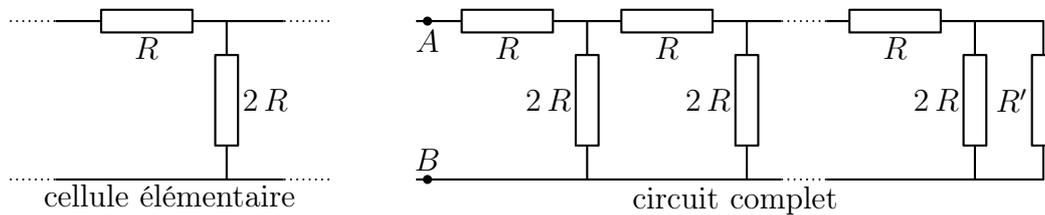
Pour déterminer la caractéristique (et donc la résistance) d'un résistor, on dispose de deux montages dits « longue » et « courte dérivation » pour déterminer simultanément la tension U_d à ses bornes et l'intensité i_d le traversant. Les deux appareils de mesure ne sont pas considérés comme idéaux.



1. Chacun des deux montages permet de mesurer parfaitement une grandeur et fait une mesure erronée de l'autre grandeur. Attribuer à chaque montage la grandeur parfaitement mesurée et expliquer pourquoi il y a une erreur pour l'autre.
2. (a) Pour chacun des deux montages, déterminer les valeurs des résistances R_{ld} et R_{cd} qui semblent être mesurées en fonction de la résistance R et des résistances R_a et R_v de l'ampèremètre et du voltmètre.
 - (b) En déduire pour quelle plage de valeurs de la résistance R , chaque montage est le plus adapté.

Exercice 3 RÉSISTANCE ITÉRATIVE D'UNE LIGNE

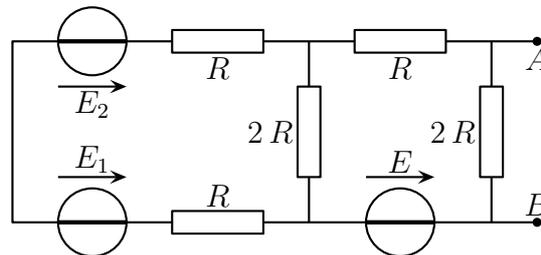
Considérons le circuit ci-dessous constitué de l'association de plusieurs cellules comme sur le schéma et terminée sur un résistor de résistance R' . La résistance équivalente vue entre les bornes A et B lorsque la ligne est constituée de n cellules et fermée sur la résistance R' est notée R_n .



1. Donner la relation entre R et R' pour avoir la même résistance équivalente pour $n = 1$ et $n = 2$.
2. On se place dans la condition déterminée au 1 et dans ce cas, calculer R_n pour n quelconque.
3. Soit U_k la tension de sortie de la k -ième cellule. Donner l'expression de U_k sous la forme d'une suite et en déduire U_k en fonction de U_0 .
4. Application numérique : déterminer k pour avoir $U_k < (U_0/100)$ ($U_0 > 0$).

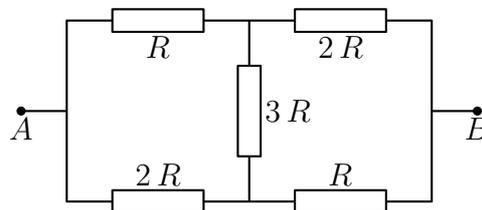
Exercice 4 DIPÔLE ÉQUIVALENT À UN RÉSORTOR

Quelle valeur donner à E pour que le dipôle AB soit équivalent à un résistor ? Déterminer alors sa résistance.



Exercice 5 RÉSISTANCE ÉQUIVALENTE

On considère le dipôle AB ci-dessous.

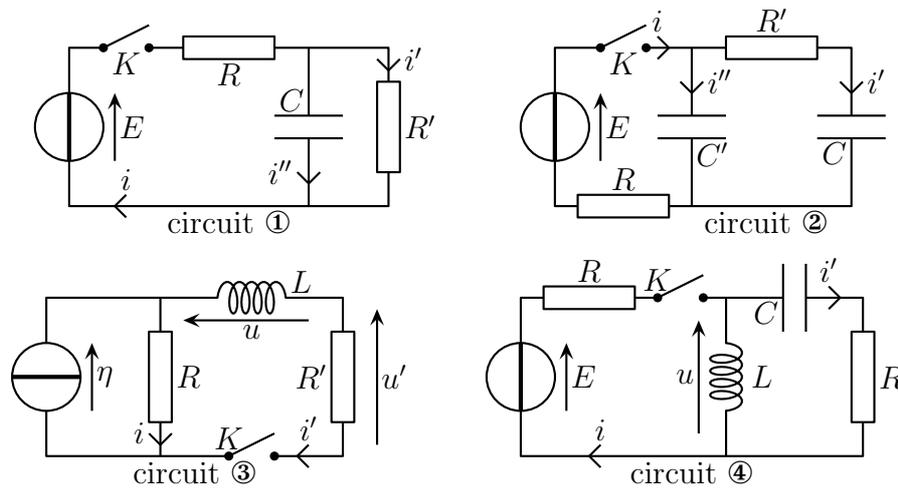


Déterminer la résistance équivalente de AB .

Exercice 6 INSTANT INITIAL

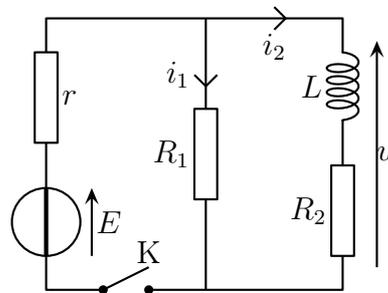
Dans les quatre circuits ci-dessous, juste avant la fermeture des interrupteurs K , tous les courants traversant les bobines sont nuls et tous les condensateurs sont déchargés.

Déterminer les expressions de $i(0)$, $i'(0)$, $i''(0)$, $u(0)$, $u'(0)$ (suivant les cas) juste après la fermeture de l'interrupteur.



Exercice 7 CIRCUIT AVEC BOBINE

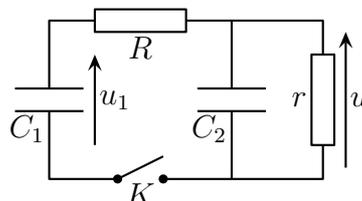
On considère le circuit ci-dessous.



- À $t = 0$, on ferme K .
 - Déterminer $i_2(t)$ dans L_2 .
 - Déterminer $i_1(t)$ dans R_1 .
- Le régime permanent étant établi, on ouvre K ; déterminer l'intensité du courant qui circule, puis la tension $u(t)$.

Exercice 8 ÉVOLUTION DU SECOND ORDRE

On réalise le circuit suivant, le condensateur C_1 ayant été chargé sous une d.d.p. $u_{C_1} = V_0$ et le condensateur C_2 étant déchargé.

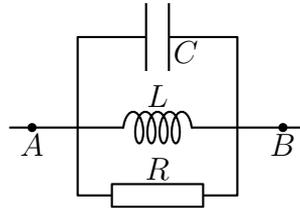


- À $t = 0$, on ferme K .
- Déterminer $u(t)$ et tracer sa courbe représentative.
 - Déterminer la valeur maximale de $u(t)$ et l'instant t_0 où elle est atteinte.

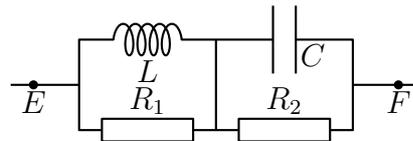
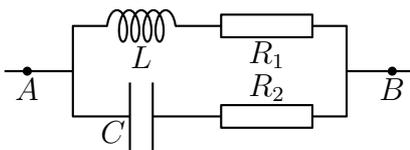
Données : $C_1 = 100 \mu\text{F}$, $C_2 = 20 \mu\text{F}$, $R = 10 \text{ k}\Omega$, $r = 1,0 \text{ M}\Omega$, $V_0 = 100 \text{ V}$.

Exercice 9 CIRCUIT BOUCHON \mathcal{P}

On considère le dipôle AB ci-dessous.



- Déterminer l'impédance \underline{Z}_{AB} de ce dipôle et la mettre sous la forme $\underline{Z}_{AB} = \frac{Z_0}{1 + jQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$ avec Z_0 , ω_0 et Q à déterminer.
- (a) Montrer que le module Z_{AB} de cette impédance passe par un maximum pour une pulsation ω_a à déterminer.
(b) Comment se comporte alors le dipôle à cette pulsation ?

Exercice 10 IMPÉDANCES RÉELLES 

- (a) À quelles relations doivent satisfaire L , R_1 , R_2 et C pour que l'impédance équivalente du dipôle AB soit réelle quel que soit ω ?
(b) Quelle est alors la valeur de cette impédance ?
- Mêmes questions pour le dipôle EF .

Exercice 11 \mathcal{D} FACTEUR DE PUISSANCE D'UNE INSTALLATION INDUCTIVE 

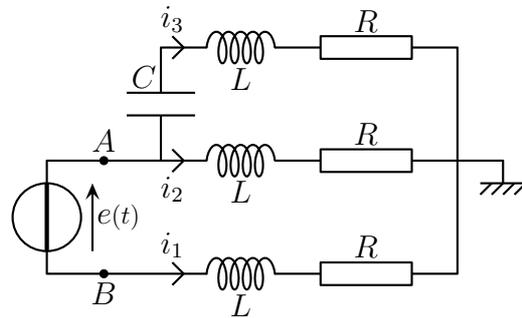
L'installation électrique d'un abonné EDF peut se représenter par l'impédance complexe $\underline{Z} = R + jX$ avec R et X positifs. Pour diminuer ses pertes dans les fils d'arrivée du courant, l'EDF demande à cet abonné de placer un condensateur en parallèle avec son installation de sorte que le $\cos \varphi$ de la nouvelle installation soit égal à 1.

- Justifier l'exigence de l'EDF.
- Déterminer l'expression de la capacité du condensateur en fonction de R , X et de la pulsation ω .
- Avant la mise en place du condensateur, les caractéristiques de l'installation sont les suivantes :
 - puissance consommée : $P = 1,0$ kW ;
 - d.d.p. efficace $U = 220$ V ;
 - $\cos \varphi = 0,60$;
 - fréquence $f = 50$ Hz.

Calculer la capacité C à placer et le gain relatif réalisé par EDF sur les pertes dans les fils d'arrivée.

Exercice 12 SYSTÈME TRIPHASÉ ÉQUILIBRÉ 

Avec trois bobines identiques (inductance L , résistance R) et un condensateur de capacité C , on réalise le circuit ci-contre. Ce circuit est alimenté par un générateur de tension sinusoïdale $e(t)$, de pulsation ω .



Données : $L = 0,50 \text{ H}$; $\omega = 3,1 \cdot 10^2 \text{ rad.s}^{-1}$.

- À quelles conditions les courants dans les trois bobines forment-ils un système triphasé équilibré (courants de même amplitude I_m , déphasés deux à deux de $\pm \frac{2\pi}{3}$) ?
- Calculer numériquement R et C pour qu'il en soit ainsi.
- Dans ces conditions, avec un générateur délivrant une tension de valeur efficace 220 V, calculer l'intensité du courant dans les bobines, le déphasage courant-tension dans le générateur, ainsi que la puissance absorbée dans les trois bobines.

Exercice 13 FACTEUR DE PUISSANCE D'UN ATELIER  

Un atelier branché sur un réseau délivrant 227 V efficace à $f = 50,0 \text{ Hz}$ comporte :

- un moteur de 3,68 kW, $\cos \varphi = 0,740$;
- un moteur de 7,36 kW, $\cos \varphi = 0,760$;
- 20 lampes de 50,0 W.

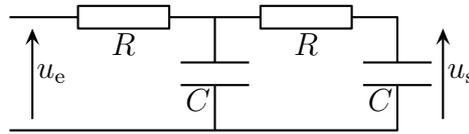
- Déterminer numériquement l'intensité efficace I_{eff} du courant entrant dans l'installation ainsi que le facteur de puissance $\cos \varphi_{\text{at}}$ de l'atelier.
- On désire maintenant relever jusqu'à $\cos \varphi' = 0,900$ le facteur de puissance de l'installation. Calculer la valeur de la capacité à mettre en parallèle.

Exercice 14  AMÉLIORATION DU FACTEUR DE PUISSANCE 

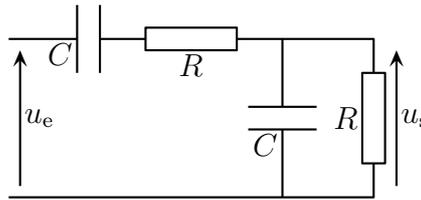
- Une installation inductive alimentée par le courant de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$ consomme $P = 60 \text{ kW}$ sous une tension efficace de $U_{\text{eff}} = 5,0 \text{ kV}$ avec une intensité efficace de $I_{\text{eff}} = 20 \text{ A}$.
 - Quel est le facteur de puissance ?
 - On place un condensateur en dérivation aux bornes de l'installation pour que le courant fourni soit en phase avec la tension.
Quelle doit être la capacité du condensateur ?
 - Quelle est alors l'intensité efficace du courant d'alimentation ?
 - Que deviennent les pertes dans la ligne d'alimentation ?
- Dans un fonctionnement différent, l'installation précédente consomme $P' = 50 \text{ kW}$ avec une intensité efficace de $I'_{\text{eff}} = 25 \text{ A}$ toujours sous 5,0 kV.
Si le même condensateur que précédemment reste en parallèle de l'installation, que deviennent, pour l'ensemble, le facteur de puissance et l'intensité d'alimentation ?

Exercice 15 CIRCUITS RC EN CASCADE 

Déterminer la fonction de transfert $\underline{T}(j\omega) = \frac{\underline{U}_s}{\underline{U}_e}$ et tracer les diagrammes de Bode.

**Exercice 16** FILTRE EN PONT DE WIEN  

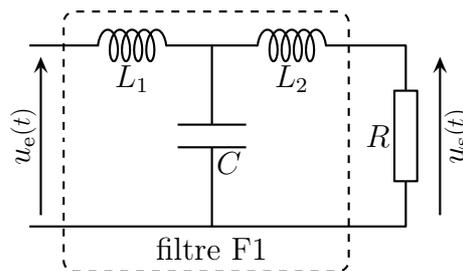
On considère le montage ci-dessous.



1. Déterminer la fonction de transfert $\underline{T}(j\omega) = \frac{\underline{U}_s}{\underline{U}_e}$.
2. Déterminer à partir de $\underline{T}(j\omega)$ l'équation différentielle reliant $u_s(t)$ à $u_e(t)$.
3. Déterminer $T(\omega)$ et la phase $\varphi(\omega)$.
4. Déterminer le maximum T_{\max} de $T(\omega)$ et la fréquence f_0 correspondante.
5. Déterminer les fréquences de coupure et la bande passante.
6. Tracer les diagrammes de BODE.

Exercice 17 FILTRES PARALLÈLES  

On étudie le circuit suivant.



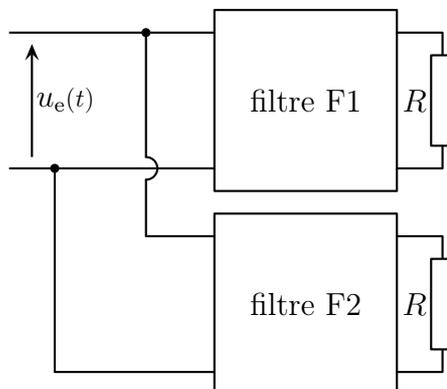
1. On note $\underline{H}_1(j\omega)$ la fonction de transfert en tension : $\underline{H}_1(j\omega) = \frac{\underline{U}_s}{\underline{U}_e}$.
 - (a) Quelles relations doivent vérifier L_1 , L_2 , C et R pour que :

$$|\underline{H}_1(j\omega)|^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^6}$$

Exprimer ω_0 en fonction des paramètres du circuit.

- (b) Combien de ces paramètres peut-on choisir indépendamment ?

- (c) Proposer des valeurs raisonnables pour les composants du circuit.
(d) Tracer le diagramme de bode en module.
2. Proposer un filtre F2 passe-haut de structure analogue à F1, non dissipatif.
Exprimer sa fonction de transfert $\underline{H}_2(j\omega)$ et ses différents paramètres avec le moins de calculs possible.
3. On associe F1 et F2 en parallèle.



On veut que la puissance consommée par cette association soit indépendante de la fréquence du signal d'entrée. En déduire les relations entre les paramètres de F1 et de F2.

Déterminer l'impédance d'entrée du montage en parallèle.