

Régimes continus et transitoires

Questions de cours

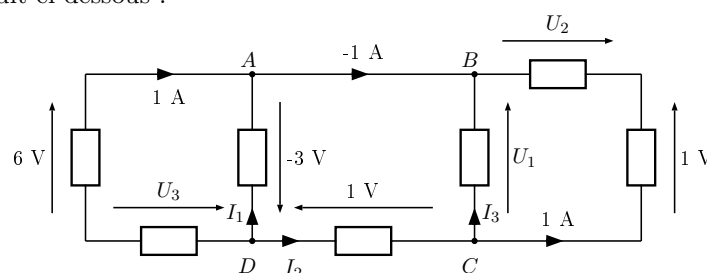
- Quelle charge porte un électron ?
- Donner la définition du courant électrique.
- Donner la définition de l'intensité du courant électrique. Quelle est sa dimension ? Son unité ?
- Le sens réel du courant électrique dépend-il du fléchage de l'intensité ?
- Qu'est-ce-que la masse d'un circuit ?
- À quelle tension correspond la différence $V_B - V_A$? Vers quel point pointe la flèche tension ?
- La tension U_{AB} est négative, que peut-on en conclure sur les potentiels des points A et B ?
- En quoi consiste la convention récepteur ?
- Définir la puissance électrique reçue par un dipôle. Quelle est son unité ?
- La puissance reçue par un dipôle, étudié en convention générateur, est négative. Que peut-on en déduire ?
- Définir l'A.R.Q.S.
- Énoncer la loi des nœuds, la loi des mailles.
- Rappeler la loi d'Ohm.
- On considère un dipôle constitué de deux conducteurs ohmiques en parallèle de résistance R_1 et R_2 . Quelle est la résistance du conducteur ohmique équivalent ?
- Quelle est la représentation symbolique d'une bobine ?
- Quelle est la grandeur qui caractérise une bobine ? Donner son unité.
- Rappeler la relation caractéristique d'une bobine idéale.
- Une bobine impose la continuité de quelle grandeur physique ?
- Quelle est l'expression de l'énergie emmagasinée dans une bobine ?
- Un condensateur est caractérisé par sa capacité C . Quelle est l'unité de capacité ?
- Quelle est la relation caractéristique d'un condensateur ?
- Un condensateur impose-t-il la continuité d'une grandeur physique ? Si oui, laquelle ?
- Quelle est l'expression de l'énergie emmagasinée dans un condensateur ?
- Formule et structure d'un pont diviseur de tension ?
- Quelle est la constante de temps caractéristique d'un circuit RC série ?
- Retrouver la dimension de la grandeur RC ?
- Qu'appelle-t-on régime libre ?
- Quelle est la dimension de la grandeur L/R ?
- La forme canonique d'une équation différentielle d'ordre 1 avec second membre constant est la suivante :

$$\tau \cdot \frac{dx}{dt} + x = X_e.$$

Donner l'expression des solutions.

Applications directes du cours

- 1 Quel est le nombre N d'électrons traversant par seconde la section d'un conducteur parcouru par un courant de $1,0 \text{ A}$?
- 2 On considère le circuit ci-dessous :



1. Déterminer le nombre de nœuds et de branches dans le circuit.

2. Déterminer les tensions U_1 , U_2 et U_3 .

3. Déterminer les intensités I_1 , I_2 et I_3 .

3 Un dipôle AB est étudié en convention récepteur.

1. Faire le schéma en notant $u = U_{AB}$ la tension aux bornes du dipôle et i l'intensité du courant qui traverse le dipôle.

2. Écrire les équations liant u et i , et tracer les caractéristiques courant-tension dans les cas suivants :

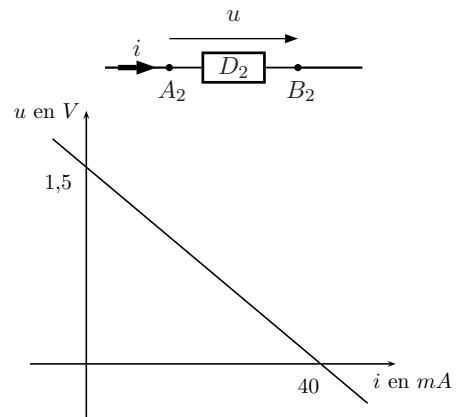
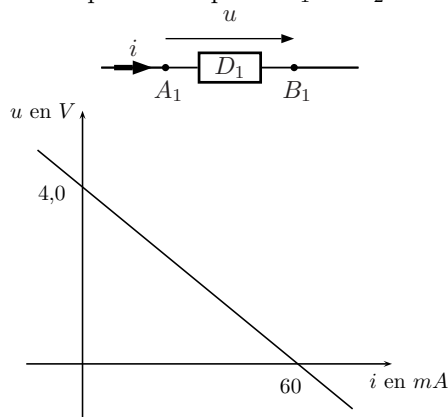
- le dipôle est un conducteur ohmique de résistance R ,
- le dipôle est une pile de force électromotrice E et de résistance interne r . On étudiera le cas où le pôle positif de la pile est relié à A et celui où il est relié à B .

4 Une lampe à filament porte les indications suivantes : 18 W , 12 V . Elle est alimentée par une source de tension continue.

1. Quelle est l'intensité du courant qui parcourt la lampe en fonctionnement normal ? En déduire la valeur de la résistance de celle-ci.

2. Le générateur continu de f.é.m. $E = 12\text{ V}$ a une résistance interne de $4\ \Omega$. Calculer la tension aux bornes de la lampe grâce à la formule du pont diviseur de tension. En déduire l'intensité du courant qui la parcourt et la puissance qu'elle consomme. Quel est le rendement en puissance du générateur ?

5 On a relevé pour les dipôles D_1 et D_2 les caractéristiques ci-dessous :



1. Déterminer l'équation $u = f(i)$ pour chacun de ces dipôles.

2. Préciser la nature de chaque dipôle et le représenter par le modèle de Thévenin.

3. Trouver les valeurs de i et u lorsqu'on relie A_1 à A_2 et B_1 à B_2 puis A_1 à B_2 et B_1 à A_2 . Préciser, dans chaque cas, lequel de ces dipôles est générateur, lequel est récepteur.

Réponses : 1 $N = 6,25 \cdot 10^{18}$. 2 3 nœuds, 5 branches ; $U_1 = 4\text{ V}$, $U_2 = -3\text{ V}$, $U_3 = 3\text{ V}$; $I_1 = 1\text{ A}$ et $I_3 = -3\text{ A}$.

3 cf cours ; $u = Ri$, $u = E + ri$ puis $u = -E + ri$. 4 $I_0 = 1,5\text{ A}$, $R = 8,0\ \Omega$; $U_L = \frac{R}{R+r}E$, $U_L = 8,0\text{ V}$, $I = \frac{E}{R+r}$, $I = 1,0\text{ A}$, $P = \frac{RE^2}{(R+r)^2}$, $P = 8,0\text{ W}$, $\eta = 67\%$ 5 $u = 4,0 - 67i$, $u = 1,5 - 38i$; dipôles actifs linéaires ; $u_1 = 2,4\text{ V}$, $i = 24\text{ mA}$ D_1 est générateur, D_2 récepteur, $u_1 = 0,48\text{ V}$, $i = 53\text{ mA}$, les deux sont générateurs.

Exercices

1. Vitesse de conduction des électrons dans un métal

Un fil de cuivre de section $S = 1,0\text{ mm}^2$ est parcouru par un courant continu d'intensité $I = 1,0\text{ A}$. Chaque atome de cuivre libère en moyenne un électron qui participe à la conduction électrique (contrairement aux électrons liés qui restent au voisinage du noyau).

1. Exprimer puis calculer le nombre N d'électrons de conduction qui traversent une section de fil par unité de temps.
2. Quelle est la valeur du volume V de cuivre contenant ces électrons de conduction ?
3. En déduire la vitesse moyenne v des électrons de conduction.

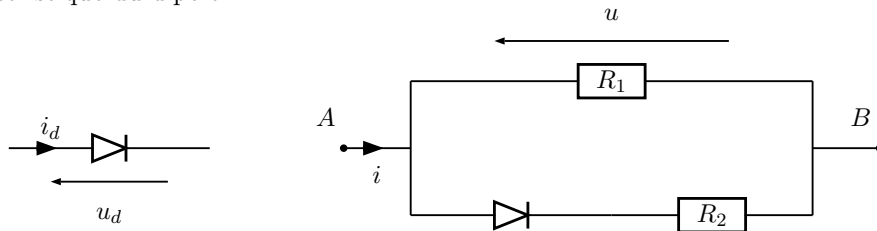
4. Faire l'application numérique. Calculer la durée τ que met un électron de conduction pour aller d'un interrupteur à une ampoule située à 3 cm. Commenter.

Données : masse volumique du cuivre $\rho = 8,8 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$; masse molaire du cuivre $M = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$; constante d'Avogadro $\mathcal{N}_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

2. Caractéristique non linéaire

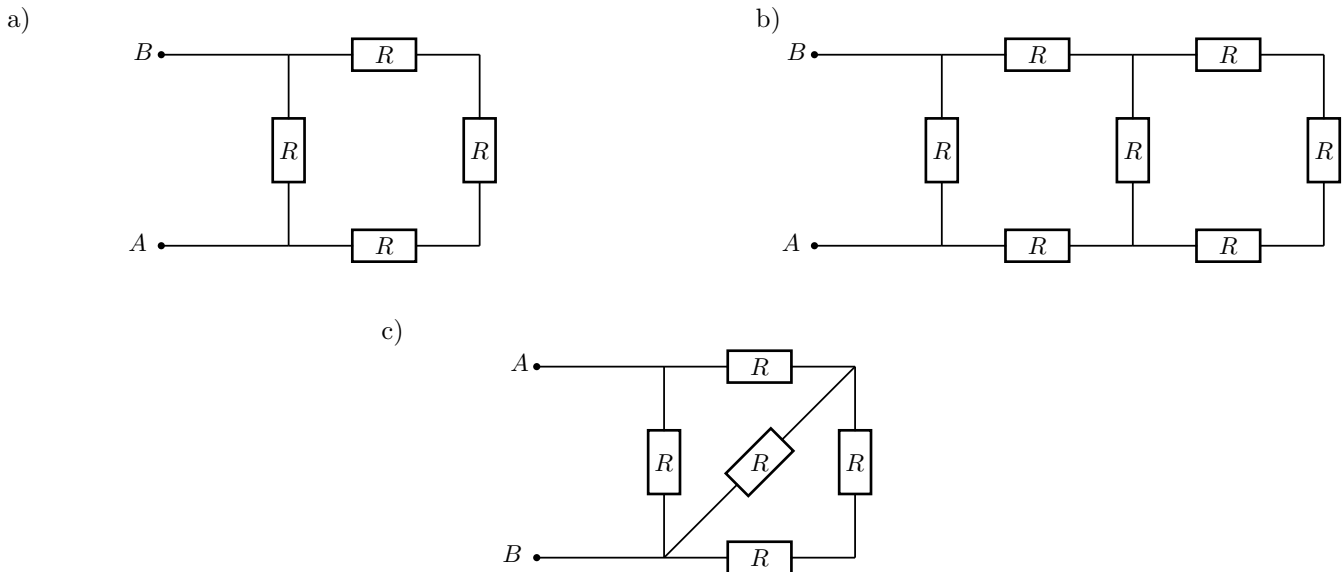
On considère le montage suivant composé de deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 , R_2 et d'une diode idéale ($i_d = 0$ pour $u_d > 0$ et $i_d = 0$ pour $u_d < 0$).

Déterminer la caractéristique du dipôle AB .



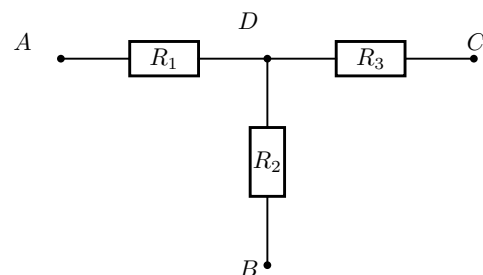
3. Résistances équivalentes

Déterminer les résistances équivalentes entre les points A et B des groupements de résistances représentés ci-dessous.



4. Loi des nœuds en terme de potentiel

En partant de la loi des nœuds et de la loi d'Ohm, exprimer le potentiel V_D du nœud D en fonction des potentiels V_A , V_B , V_C des nœuds respectifs A , B et C .

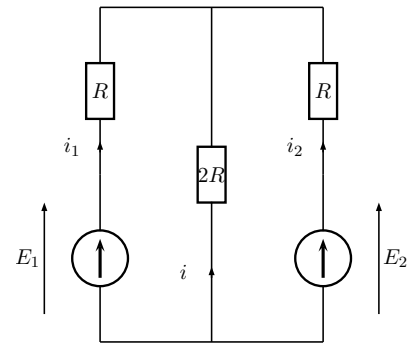


5. Intensités

Déterminer les expressions des intensités dans toutes les branches du circuit ci-contre.

Données : $E_1 = 4,0 \text{ V}$, $E_2 = 1,0 \text{ V}$, $R = 100 \Omega$.

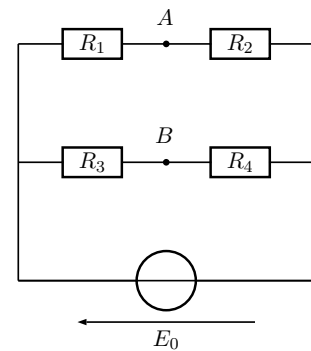
Les sources idéales de tension ont-elles un comportement générateur ou récepteur ?



6. Pont de Wheatstone

On considère le pont de Wheatstone représenté ci-contre, purement résistif, alimenté par un générateur idéal de tension E_0 .

- Déterminer la tension U_{AB} :
 - en utilisant les lois de Kirchhoff,
 - à l'aide de la notion de pont diviseur de tension.
- Le pont est dit équilibré lorsque $U_{AB} = 0$. En déduire une relation entre R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .



Le pont de Wheatstone peut être utilisé pour mesurer une résistance : connaissant R_1 et R_4 , on détermine R_2 en faisant varier R_3 jusqu'à ce que le pont soit équilibré. On déduit alors R_2 de la relation trouvée précédemment.

7. Source de tension

On dispose d'une source de tension (S). On mesure sa tension à vide $V_\infty = 12 \text{ V}$. On connecte à ses bornes une résistance $r = 5 \Omega$; la tension mesurée aux bornes de (S) est alors $V_5 = 8 \text{ V}$.

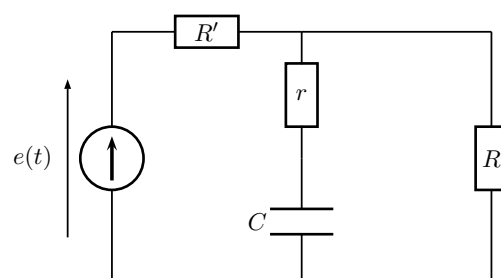
- La source est-elle idéale ?
 - Sinon, en donner le modèle de Thévenin, en précisant numériquement ses caractéristiques.
- On branche aux bornes de (S) une résistance R .
 - Déterminer l'expression de l'intensité traversant le circuit.
 - En déduire la puissance $\mathcal{P}$ reçue par la résistance R .
 - Déterminer la valeur de R_0 pour laquelle cette puissance est maximale.
- (S_n) est une source obtenue par association en série de n sources identiques à (S). On place aux bornes de (S_n) la résistance R_0 déterminée à la question précédente.
 - Donner le modèle de Thévenin de (S_n).
 - Déterminer l'intensité i_n traversant R_0 .
 - Déterminer $i_\infty = \lim_{n \rightarrow \infty} i_n$.

8. Réponse à un échelon de tension

On soumet le circuit ci-contre à un échelon de tension :

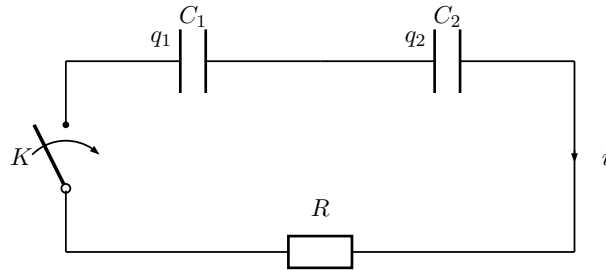
- $e = 0$ si $t \leq 0$,
- $e = E$ si $t > 0$.

Déterminer la charge $q(t)$ portée par le condensateur.



9. Condensateurs en série

Les condensateurs C_1 et C_2 du circuit ci-dessous ont la même capacité C . Initialement le condensateur C_1 porte le charge q_0 , le condensateur C_2 est déchargé. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .



1. Démontrer que pour tout $t \geq 0$, on a la relation :

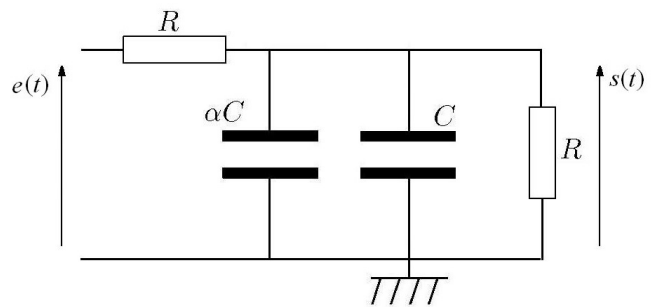
$$q_1(t) - q_2(t) = cste.$$

2. Déterminer les charges $q_{1\infty}$ et $q_{2\infty}$ lorsque le régime permanent est de nouveau établi.
3. Déterminer et représenter les charges $q_1(t)$ et $q_2(t)$.
4. Quelle est l'énergie dissipée par effet Joule dans la résistance ?

10. Circuit soumis à un échelon de tension

On considère le circuit ci-contre.

1. Établir l'équation différentielle reliant $e(t)$ à $s(t)$.
2. $e(t)$ est un échelon d'amplitude E . Déterminer la tension de sortie $s(t)$ correspondante.



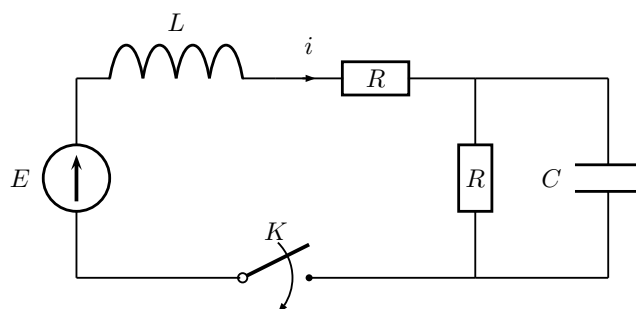
11. Charge à travers un réseau

Soit le circuit ci-dessous.

À $t = 0$, on ferme l'interrupteur K , le condensateur n'étant pas chargé.

1. Établir l'équation différentielle à laquelle satisfait i dans la bobine.
2. Donner les allures possibles des courbes $i(t)$ dans les cas $\lambda > \omega_0$ et $\lambda < \omega_0$ en posant :

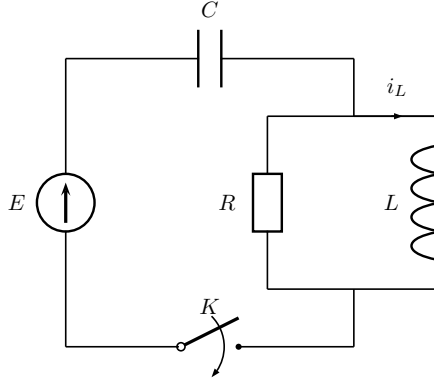
$$2\lambda = \frac{R}{L} + \frac{1}{RC} \quad \text{et} \quad \omega_0^2 = \frac{2}{LC}.$$



12. RL parallèle

Le condensateur étant déchargé, on ferme à $t = 0$ l'interrupteur K .

1. Déterminer $i_L(t)$ et $\frac{di_L}{dt}$ pour $t < 0$, $t = 0^+$, et $t \rightarrow \infty$.
2. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par i_L .
3. Exprimer le facteur de qualité Q et la pulsation propre ω_0 du circuit en fonction de R , L et C .
4. Déterminer la résistance critique R_C de ce circuit.
5. Représenter puis calculer $i_L(t)$ dans le cas $R = 2R_C$.



Réponses : [1] $N = 6,25 \cdot 10^{18}$, $V = 7,49 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^3$, $v = 75 \text{ } \mu\text{m.s}^{-1}$, $\tau = 4,0 \cdot 10^2 \text{ s}$.

[2] Pour $u < 0$, $u = R_1 i$ et pour $u > 0$, $u = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} i$.

[3] $R_a = \frac{3R}{4}$, $R_b = \frac{11R}{15}$, $R_c = \frac{5R}{8}$, $R_d = \frac{3R}{2}$.

[4] $V_D = \frac{\frac{V_A}{R_1} + \frac{V_B}{R_2} + \frac{V_C}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$.

[5] $I_1 = \frac{3E_1 + 2E_2}{5R}$; $I_2 = \frac{2E_1 + 3E_2}{5R}$; $I_3 = \frac{E_1 - E_2}{5R}$.