

Correction du DS

Tout moyen de communication est interditLes téléphones portables doivent être éteints et rangés dans les sacsLes calculatrices sont interdites

Au programme

Électrocinétique, résistances et sources, circuits RC et RL.

Sommaire

E1	Circuit en régime continu	2
E2	Régimes transitoires à 2 mailles (<i>D'après ENAC 2025</i>)	4
P1	Régimes transitoires successifs d'un circuit RL	6
P2	Étude d'un panneau solaire (<i>D'après Banque PT 2025</i>)	11

Les différentes questions peuvent être traitées dans l'ordre désiré. **Cependant**, vous indiquerez le numéro correct de chaque question. Vous prendrez soin d'indiquer sur votre copie si vous reprenez une question d'un exercice plus loin dans la copie, sous peine qu'elle ne soit **ni vue ni corrigée**.

Vous porterez une attention particulière à la **qualité de rédaction**. Vous énoncerez clairement les hypothèses, les lois et théorèmes utilisés. Les relations mathématiques doivent être reliées par des **connecteurs logiques**.

Vous prendrez soin de la **présentation** de votre copie, notamment au niveau de l'écriture, de l'orthographe, de la marge et du cadre laissé pour la note et le commentaire. Vous **encadrerez les expressions littérales**, sans faire apparaître les calculs. Vous ferez apparaître cependant le détail des grandeurs avec leurs unités. Vous **soulignerez les applications numériques**.

Ainsi, l'étudiant-e s'expose aux malus suivants concernant la forme et le fond :

Malus

- | | |
|---|---|
| ◇ A : application numérique mal faite ; | ◇ Q : question mal ou non indiquée ; |
| ◇ N : numéro de copie manquant ; | ◇ C : copie grand carreaux ; |
| ◇ P : prénom manquant ; | ◇ U : mauvaise unité (flagrante) ; |
| ◇ E : manque d'encadrement des réponses ; | ◇ H : homogénéité non respectée ; |
| ◇ M : marge non laissée ou trop grande ; | ◇ S : chiffres significatifs non cohérents ; |
| ◇ V : confusion ou oubli de vecteurs ; | ◇ R : schéma moche fait sans règle ; |
| ◇ L : absence de connecteur logique ($\Leftrightarrow$) ; | ◇ φ : loi physique fondamentale brisée. |

Exemple application numérique

$$n = \frac{PV}{RT}$$

avec

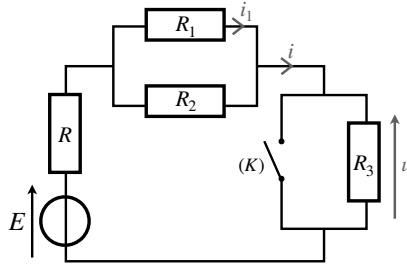
$$\begin{cases} p = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa} \\ V = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ T = 300 \text{ K} \end{cases}$$

A.N. : $n = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mol}$

~~$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{10^5 \cdot 1}{8,32 \cdot 300} = 0,56$$~~

/36 E1 Circuit en régime continu

Dans le montage représenté ci-dessous, le générateur de tension continue a une force électromotrice E , et l'interrupteur (K) est initialement ouvert.



- /6 1 Faire un schéma équivalent au montage étudié en remplaçant les résistances R , R_1 et R_2 par une unique résistance équivalente R_{eq} dont on précisera l'expression.

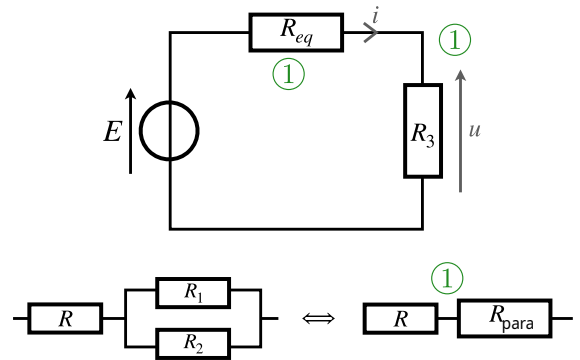
Réponse

Comme l'interrupteur (K) est ouvert, il n'y a pas de courant passant par la branche où il se situe. Le schéma équivalent est donc le suivant, où les résistances R , R_1 et R_2 sont remplacées par une résistance équivalente R_{eq} .

La résistance R est en série avec la mise en parallèle de R_1 et R_2 . Donc

$$R_{eq} = R + R_{para} \quad \text{avec} \quad \frac{1}{R_{para}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\Rightarrow R_{eq} = R + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} \Leftrightarrow R_{eq} = R + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



- /4 2 Exprimer la tension u et l'intensité du courant i indiqués sur le schéma en fonction de E , R_3 et R_{eq} .

Réponse

Pont diviseur : $u = \frac{R_3}{R_3 + R_{eq}} E$ donc $u = R_3 i \Leftrightarrow i = \frac{u}{R_3} \Leftrightarrow i = \frac{E}{R_3 + R_{eq}}$



Remarque

On peut aussi faire une loi des mailles dans la boucle (1 point), appliquer la loi d'OHM (1 point) et trouver i en l'isolant dans l'expression (1 point), puis exprimer u . (1 point)

- /4 3 Exprimer $\mathcal{P}_3$ la puissance dissipée par effet JOULE dans la résistance R_3 avec les mêmes grandeurs. Est-ce une puissance reçue ou fournie? Est-elle positive ou négative?

Réponse

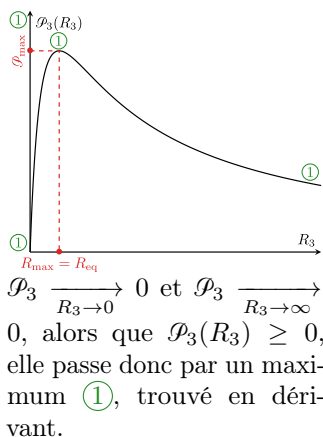
Comme u et i sont orientés en convention récepteur pour la résistance R_3 , la puissance $\mathcal{P}_3$ est la puissance reçue par la résistance. Elle s'exprime :

$$\mathcal{P}_3 = u \cdot i \Leftrightarrow \mathcal{P}_3 = \frac{R_3 E^2}{(R_3 + R_{eq})^2}$$

Or, une résistance est bien un dipôle récepteur, donc $\mathcal{P}_3 > 0$.

- /10 4 Tracer sommairement la courbe représentant la puissance $\mathcal{P}_3$ en fonction de R_3 . Justifier alors que la puissance $\mathcal{P}_3$ est maximale pour une valeur R_{max} , que l'on exprimera en fonction de R_{eq} . Calculer alors $\mathcal{P}_{max} = \mathcal{P}_3(R_{max})$.

Réponse



On pose

$$f(R_3) = R_3 \xRightarrow{①} \frac{df}{dR_3} = 1$$

$$g(R_3) = (R_3 + R_{eq})^{-2} \xRightarrow{①} \frac{dg}{dR_3} = -2(R_3 + R_{eq})^{-3}$$

Ainsi

$$\frac{d\mathcal{P}_3}{dR_3} = E^2 \left(\frac{1}{(R_3 + R_{eq})^2} + \frac{-2R_3}{(R_3 + R_{eq})^3} \right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{d\mathcal{P}_3}{dR_3} = E^2 \frac{R_3 + R_{eq} - 2R_3}{(R_3 + R_{eq})^3}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\frac{d\mathcal{P}_3}{dR_3} \xRightarrow{①} E^2 \frac{R_{eq} - R_3}{(R_3 + R_{eq})^3}}$$

$$\Rightarrow \left. \frac{d\mathcal{P}_3}{dR_3} \right|_{R_{max}} = 0 \Leftrightarrow \boxed{R_{max} \xRightarrow{①} R_{eq}} \quad \text{donc} \quad \boxed{\mathcal{P}_{max} \xRightarrow{①} \frac{E^2}{4R_{eq}}}$$



On ferme maintenant l'interrupteur (K).

- /10 5 Comment appelle-t-on la situation ainsi créée aux bornes de R_3 ? Refaire un schéma, puis exprimer la tension u et l'intensité des courants i et i_1 en fonction de E et des différentes résistances du circuit.

Réponse

Comme l'interrupteur est fermé, il se comporte comme un fil : on a créé un **court-circuit** ①. La tension u est donc nulle (tension aux bornes d'un fil). ①

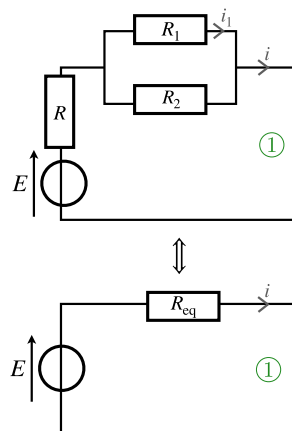
Pour déterminer i , nous pouvons simplifier de nouveau le circuit en remplaçant les résistances R , R_1 et R_2 par la résistance R_{eq} définie précédemment. Une loi des mailles donne directement :

$$E \xRightarrow{①} R_{eq} i \Leftrightarrow i = \frac{E}{R_{eq}} \Leftrightarrow \boxed{i \xRightarrow{①} \frac{E}{R + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}}$$

Connaissant i , on peut déterminer i_1 en appliquant la formule du pont diviseur de courant ① :

$$i_1 \xRightarrow{①} \frac{G_1}{G_{para}} i = \frac{G_1}{G_{para}} \frac{E}{R + R_{para}} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} G_{para} = G_1 + G_2 \\ G_{para} \cdot R_{para} = 1 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow i_1 \xRightarrow{①} \frac{G_1 E}{R(G_1 + G_2) + 1} \cdot \underbrace{\frac{R_1 R_2}{R_1 R_2}}_{=1} \Leftrightarrow \boxed{i_1 \xRightarrow{①} \frac{R_2 E}{R R_1 + R R_2 + R_1 R_2}}$$



- /2 6 Supposons que $R \gg R_2 \gg R_1$. Justifier que, dans ce cas, le circuit est équivalent à une simple mise en série de la force électromotrice E et de la résistance R .

Réponse

Si $R_2 \gg R_1$, la formule du pont diviseur du courant nous indique que $i_1 \approx i$ ①, alors le circuit est équivalent à la mise en série de R_1 et R avec la fem E . Si, de plus, on considère que $R \gg R_1$, alors la résistance R_1 est négligeable et le circuit se résume à la mise en série de la fem E et de R . ①

On peut également directement reprendre l'expression de R_{eq} :

$$R_{eq} = R + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \underset{R_1 \ll R_2}{\approx} R + \frac{R_1 R_2}{R_2} = R + R_1 \underset{R_1 \ll R}{\approx} R$$

La résistance équivalente se résume à R , on retombe sur la même conclusion.



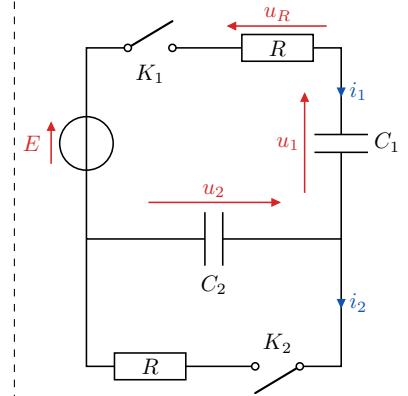
/43 E2 Régimes transitoires à 2 mailles (D'après ENAC 2025)

Le circuit représenté ci-contre est constitué d'un générateur de tension idéal stationnaire de force électromotrice (ou tension électromotrice) E , de deux résistors de résistances identiques R et de deux condensateurs de capacités C_1 et C_2 .

Les deux interrupteurs K_1 et K_2 sont initialement ouverts, le condensateur C_2 est déchargé tandis que le condensateur C_1 a été chargé préalablement tel que $u_1 = E/2$ initialement.

À un instant pris comme origine temporelle ($t = 0$), on ferme K_1 tout en maintenant K_2 ouvert.

Pour les questions suivantes, indiquer la ou les bonnes réponses clairement et en toutes lettres (« Réponse X »), en justifiant entièrement votre choix.



- /8 1 Faire un schéma en indiquant les tensions et intensités à $t = 0^-$. Faire un schéma à la date $t = 0^+$ (juste après la fermeture de K_1) en indiquant les propriétés nécessaires à la détermination des tensions, et en déduire, par un calcul, la tension $u_R(0^+)$:

A) $u_R(0^+) = 0$

B) $u_R(0^+) = \frac{E}{2}$

C) $u_R(0^+) = E$

D) $u_R(0^+) = -E$

Réponse

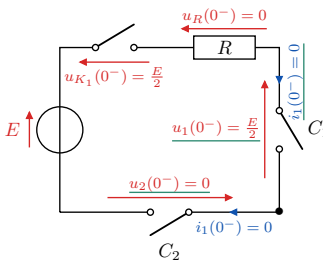


FIGURE D2.1 –
À $t = 0^-$ ①+①

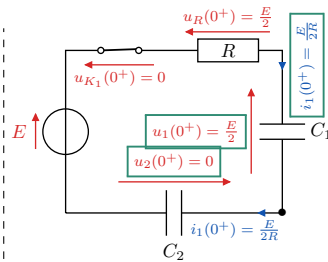


FIGURE D2.2 –
À $t = 0^+$ ①+①

Réponse B. Par la loi des mailles (LdM) à $t = 0^+$:

$$\begin{aligned} E &= u_R(0^+) + u_1(0^+) + u_2(0^+) \\ \Leftrightarrow u_R(0^+) &= E - u_1(0^+) - u_2(0^+) \end{aligned}$$

Or, la tension aux bornes d'un condensateur est continue ①, donc $u_1(0^-) = u_1(0^+) = \frac{E}{2}$ et $u_2(0^+) = u_2(0^-) = 0$ ①; ainsi

$$u_R(0^+) = E - \frac{E}{2} - 0 \Leftrightarrow \boxed{u_R(0^+) = \frac{E}{2}}$$

- /8 2 Recopier le schéma pour $t \geq 0$. L'intensité du courant électrique dans C_1 pour $t \geq 0$ évolue selon la loi :

$$i_1(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$$

où A et τ sont des constantes à déterminer. Déterminer ces constantes :

A) $A = \frac{E}{R}$

B) $A = \frac{E}{2R}$

C) $\tau = \frac{RC_1C_2}{C_1 + C_2}$

D) $\tau = R(C_1 + C_2)$

Réponse

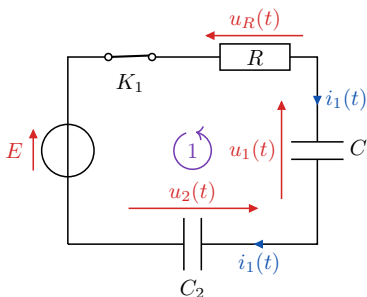


FIGURE D2.3 –
Pour $t \geq 0$ ①

Réponses B et C. Avec K_1 fermé et K_2 ouvert, on a un circuit à une seule maille : les deux condensateurs sont traversés par le même courant $i_1(t)$. LdM :

$$u_R + u_1 + u_2 = E$$

Or, $u_R = Ri_1$ et $i_1 C_1 \frac{du_1}{dt} = C_2 \frac{du_2}{dt}$

On dérive : $R \frac{di_1}{dt} + \frac{du_1}{dt} + \frac{du_2}{dt} = 0 \Leftrightarrow R \frac{di_1}{dt} + \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) i_1 = 0$

$$\Leftrightarrow \frac{di_1}{dt} + \frac{C_1 + C_2}{RC_1C_2} i_1 = 0 \Leftrightarrow \frac{di_1}{dt} + \frac{1}{\tau} i_1 = 0 \quad \text{avec} \quad \tau = \frac{RC_1C_2}{C_1 + C_2}$$

Condition initiale : $i_1(0^+) = \frac{u_R(0^+)}{R} \Leftrightarrow \boxed{\frac{E}{2R} = A}$

/5 [3] Après fermeture de K_1 , la tension $u_1(t)$ est donnée par la relation :

$$\begin{array}{ll} \text{A) } u_1(t) = \frac{E}{2} e^{-\frac{t}{\tau}} & \text{B) } u_1(t) = \frac{EC_1}{2C_2} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) + \frac{E}{2} \\ \text{C) } u_1(t) = \frac{EC_1}{C_1 + C_2} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) & \text{D) } u_1(t) = \frac{EC_2}{2(C_1 + C_2)} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) + \frac{E}{2} \end{array}$$

Réponse

Réponse D. À partir de la solution précédente et de la relation courant-tension pour C_1 , on a

$$\frac{du_1}{dt} = \frac{i_1}{C_1} \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{2RC_1} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

On intègre : $\Rightarrow \int_{0^+}^t \frac{du_1}{dt} dt \stackrel{\textcircled{1}}{=} \int_{0^+}^t \frac{E}{2RC_1} e^{-\frac{t}{\tau}} dt \Leftrightarrow u_1(t) - \overbrace{u_1(0^+)}^{= \frac{E}{2}} \stackrel{\textcircled{1}}{=} \left(-\frac{E\tau}{2RC_1} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E\tau}{2RC_1} \right)$

Or $\frac{\tau}{2RC_1} \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{C_2}{2(C_1 + C_2)}$ donc $u_1(t) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{EC_2}{2(C_1 + C_2)} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) + \frac{E}{2}$

/4 [4] Déterminer, de même, la tension de $u_2(t)$ après la fermeture de K_1 :

$$\begin{array}{ll} \text{A) } u_2(t) = \frac{E}{2} e^{-\frac{t}{\tau}} & \text{B) } u_2(t) = \frac{EC_1}{2(C_1 + C_2)} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \\ \text{C) } u_2(t) = \frac{EC_2}{2(C_1 + C_2)} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) & \text{D) } u_2(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \end{array}$$

Réponse

Réponse B. On procède de même pour C_2 :

$$\frac{du_2}{dt} = \frac{i_1}{C_2} \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{2RC_2} e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow u_2(t) - \overbrace{u_2(0^+)}^{=0} \stackrel{\textcircled{1}}{=} -\frac{E\tau}{2RC_2} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E\tau}{2RC_2}$$

Or $\frac{\tau}{2RC_2} \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{C_1}{2(C_1 + C_2)}$ donc $u_2(t) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{EC_1}{2(C_1 + C_2)} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$

/8 [5] On attend suffisamment longtemps pour que le circuit atteigne son régime établi (*i.e.* permanent), puis on ferme K_2 tout en maintenant K_1 fermé, à un instant pris comme *nouvelle origine temporelle* ($t = 0$). Déterminer, à la date $t = 0^+$ juste après la fermeture de K_2 , l'intensité du courant $i_2(0^+)$ d'une part, et déterminer également sa valeur $i_2(\infty)$ lorsque le nouveau régime établi sera atteint :

$$\begin{array}{llll} \text{A) } i_2(0^+) = \frac{EC_1}{2R(C_1 + C_2)} & \text{B) } i_2(0^+) = \frac{EC_2}{R(C_1 + C_2)} & \text{C) } i_2(\infty) = \frac{EC_2}{2R(C_1 + C_2)} & \text{D) } i_2(\infty) = 0 \end{array}$$

Réponse

Réponses A et D. À ce nouvel instant $t = 0^+$, le circuit précédent est en régime permanent ; on trouve donc, avec les résultats précédents et la continuité des tensions des condensateurs :

$$u_1(0^-) = \frac{EC_2}{2(C_1 + C_2)} + \frac{E}{2} \stackrel{\textcircled{1}}{=} u_1(0^+) \quad \text{et} \quad u_2(0^-) = \frac{EC_1}{2(C_1 + C_2)} \stackrel{\textcircled{1}}{=} u_2(0^+)$$

On dessine les schémas à $t = 0^+$ et $t \rightarrow \infty$:

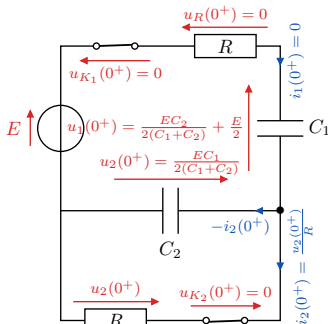


FIGURE D2.4 –
Nouveau $t = 0^+$ $\textcircled{1}$

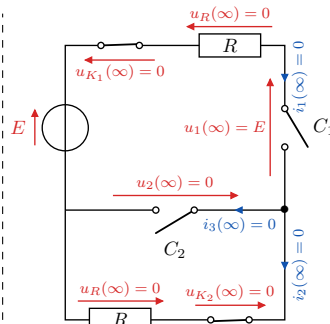


FIGURE D2.5 –
 $t \rightarrow \infty$ $\textcircled{1} + \textcircled{1}$

Juste après la fermeture de K_2 , le condensateur C_2 est **en parallèle** de la résistance du bas, qui est alors à la tension $u_2(0^+)$. Ainsi :

$$\begin{aligned} u_2(0^+) \stackrel{\textcircled{1}}{=} Ri_2(0^+) &\Leftrightarrow i_2(0^+) = \frac{u_2(0^+)}{R} \\ &\Leftrightarrow i_2(0^+) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{EC_1}{2R(C_1 + C_2)} \end{aligned}$$

De plus, pour $t \rightarrow \infty$, C_2 et C_1 se comportent comme des interrupteurs ouverts, donc tous les courants sont nuls :

$$i_2(\infty) = 0 \quad \textcircled{1}$$

- /10 [6] On suppose que $C_1 = C_2 = C$. Après la fermeture de K_2 , la tension $u_2(t)$ évolue conformément à l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2 u_2}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{du_2}{dt} + \omega_0^2 u_2 = 0$$

avec Q et ω_0 deux constantes. Déterminer Q :

A) $Q = \frac{1}{3}$

B) $Q = \frac{1}{2}$

C) $Q = \frac{\sqrt{2}}{2}$

D) $Q = 3$

Réponse

Réponse A. On représente le schéma pour $t \geq 0$ (après fermeture de K_2) :

LdM

$$u_R + u_1 + u_2 = E$$

Loi d'OHM

$$\Leftrightarrow Ri_1 + u_1 + u_2 \stackrel{(1)}{=} E \quad (D2.1)$$

Loi des nœuds

$$i_1 \stackrel{(1)}{=} i_2 + i_3$$

On souhaite une équation sur u_2 ; or i_2 et i_3 s'expriment en fonction de u_2 avec les relations courant-tension :

$$\Leftrightarrow i_1 \stackrel{(1)}{=} \frac{u_2}{R} + C \frac{du_2}{dt} \quad (D2.2)$$

Dans (D2.1)

$$\Leftrightarrow R \left(\frac{u_2}{R} + C \frac{du_2}{dt} \right) + u_1 + u_2 = E$$

$$\Leftrightarrow RC \frac{du_2}{dt} + 2u_2 + u_1 \stackrel{(1)}{=} E \quad (D2.3)$$

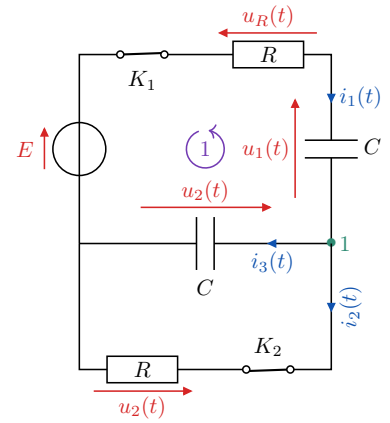


FIGURE D2.6 – K_2 fermé (1)

On cherche une équation d'ordre 2 en u_2 ; on peut donc dériver cette équation, ce qui fera apparaître $\frac{du_1}{dt}$ relié à i_1 par la relation courant-tension de l'anciennement C_1 ; or i_1 est relié à u_2 et $\frac{du_2}{dt}$. Ainsi :

$$\begin{aligned} \frac{d(D2.3)}{dt} &\Rightarrow RC \frac{d^2 u_2}{dt^2} + 2 \frac{du_2}{dt} + \frac{du_1}{dt} \stackrel{(1)}{=} 0 \\ &\Leftrightarrow RC \frac{d^2 u_2}{dt^2} + 2 \frac{du_2}{dt} + \frac{i_1}{C} = 0 \\ &\Leftrightarrow RC \frac{d^2 u_2}{dt^2} + 2 \frac{du_2}{dt} + \frac{1}{C} \left(\frac{u_2}{R} + C \frac{du_2}{dt} \right) \stackrel{(1)}{=} 0 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \frac{du_1}{dt} = \frac{i_1}{C} \\ i_1 \stackrel{(D2.2)}{=} \frac{u_2}{R} + C \frac{du_2}{dt} \end{array} \right\}$$

On regroupe : $\Leftrightarrow RC \frac{d^2 u_2}{dt^2} + 3 \frac{du_2}{dt} + \frac{u_2}{RC} = 0$

$$\Leftrightarrow \frac{d^2 u_2}{dt^2} + \frac{3}{RC} \frac{du_2}{dt} + \frac{1}{(RC)^2} u_2 \stackrel{(1)}{=} 0 \quad (\div RC)$$

On a donc :

$$\omega_0^2 = \frac{1}{(RC)^2} \Leftrightarrow \omega_0 \stackrel{(1)}{=} \frac{1}{RC} \quad \text{et} \quad \frac{\omega_0}{Q} = \frac{3}{RC} \Leftrightarrow Q \stackrel{(1)}{=} \frac{1}{3}$$



/99 P1 Régimes transitoires successifs d'un circuit RL

Le circuit ci-contre, alimenté par un générateur de tension continue E , est constitué d'une bobine d'inductance $L = 100 \text{ mH}$, de trois résistors de même résistance $R = 100 \Omega$ et de deux interrupteurs K_1 et K_2 .

- ◇ Les deux interrupteurs sont ouverts depuis longtemps quand à $t = 0$ on ferme l'interrupteur K_1 (l'interrupteur K_2 reste ouvert).
- ◇ À l'instant $t_1 = 5,0 \text{ ms}$, on ferme K_2 (l'interrupteur K_1 est toujours fermé).
- ◇ Enfin à l'instant $t_2 = 10 \text{ ms}$, on ouvre K_1 (K_2 reste fermé).

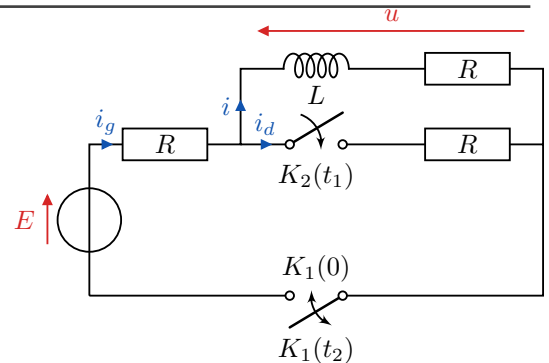
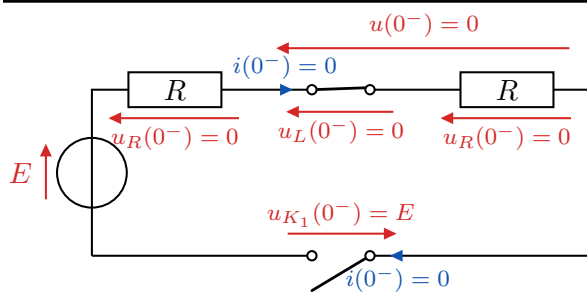


FIGURE D2.7 – Schéma général.

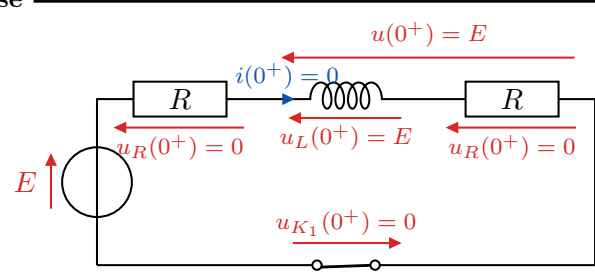
Le but de l'exercice est d'étudier $i(t)$ et $u(t)$ pour $t \in]0, +\infty[$. Pour cela, l'exercice est décomposé en **parties indépendantes**. Seules les deux dernières questions nécessitent d'avoir traité l'ensemble de l'exercice.

I/A Étude pour $t \in]0, t_1[$

- /10 [1] Exprimer l'intensité i et la tension u à l'instant $t = 0^+$, juste après la fermeture de l'interrupteur K_1 . Deux schémas sont attendus.

FIGURE D2.8 – À $t = 0^-$ ①+①

Réponse

FIGURE D2.9 – Schéma à $t = 0^+$ ①+①

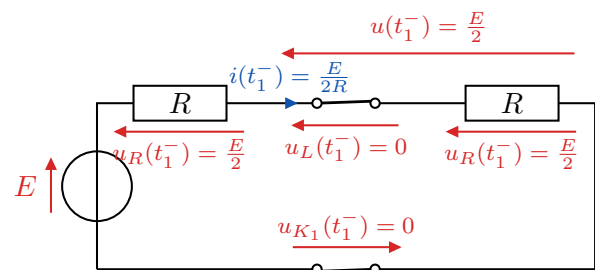
À l'instant $t = 0^-$, le circuit est en régime permanent donc la bobine est équivalente à un fil ①, et les interrupteurs sont ouverts. Comme le circuit est ouvert, il n'y a pas de courant circulant dans le circuit ①. Par continuité de l'intensité traversant la bobine ①, on en déduit $i(0^+) = i(0^-) = 0$ ①. Comme il n'y a pas de courant à $t = 0^+$, les tensions aux bornes des résistances sont nulles ①. En appliquant la loi des mailles : $u(0^+) = E$ ①

- /7 [2] En supposant que le régime permanent est atteint à l'instant $t = t_1^-$, exprimer $i(t_1^-)$ et $u(t_1^-)$. Un schéma est attendu.

En régime permanent, la bobine se comporte à nouveau comme un fil. Le circuit se résume à un générateur alimentant deux résistances en série, donc par diviseur de tension ① :

$$u(t_1^-) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{R}{2R} E \Leftrightarrow u(t_1^-) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{2}$$

et
$$i(t_1^-) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{u(t_1^-)}{R} \Leftrightarrow i(t_1^-) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{2R}$$

FIGURE D2.10 – Schéma à $t = t_1^-$ ①+①

- /5 [3] Établir l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$ pour $t \in]0, t_1[$ en recopiant le schéma valable pour cet intervalle. Montrer qu'elle peut se mettre sous la forme :

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau_1} i = A_1$$

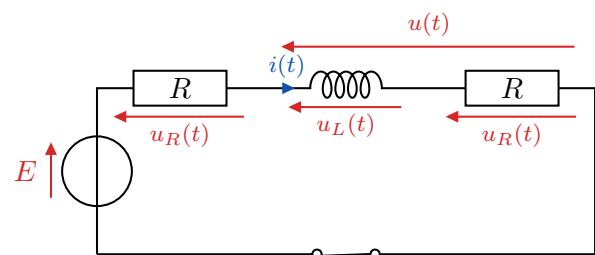
Exprimer les constantes τ_1 et A_1 en fonction des données du problème.

Réponse

On utilise le circuit en régime transitoire pour $t \in]0, t_1[$.
On applique la loi des mailles :

$$E \stackrel{\textcircled{1}}{=} u_R + u_L + u_R \Leftrightarrow E \stackrel{\textcircled{1}}{=} 2Ri + L \frac{di}{dt}$$

soit
$$\frac{di}{dt} + \frac{2R}{L} i \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{L} \quad \text{donc} \quad \begin{cases} \tau_1 = \frac{L}{2R} \\ A_1 = \frac{E}{L} \end{cases}$$

FIGURE D2.11 – Schéma $\forall t \in]0, t_1[$ ①

- /9 [4] Résoudre cette équation différentielle. On exprimera i en fonction de E , R , τ_1 et t pour $t \in]0, t_1[$. Vérifier que cette solution est en accord avec la réponse à la question [2].

Réponse

Particulière $i_p = \lambda = A_1 \tau_1 \Leftrightarrow i_p = \frac{E}{2R}$

Homogène $i_h(t) = i(t) - i_p \Rightarrow \frac{di_h}{dt} + \frac{i_h}{\tau_1} = 0$

Générique $i_h(t) = K_1 e^{-t/\tau_1}$
 $\Rightarrow r \cdot \cancel{K_1 e^{-t/\tau_1}} + \frac{1}{\tau_1} \cdot \cancel{K_1 e^{-t/\tau_1}} = 0 \Leftrightarrow r = -\frac{1}{\tau_1}$

Générale $i(t) = i_h(t) + i_p = K_1 e^{-t/\tau_1} + \frac{E}{2R}$

CI : $i(0) = 0 = K_1 + \frac{E}{2R} \Leftrightarrow K_1 = -\frac{E}{2R}$

Solution $i(t) = \frac{E}{2R} (1 - e^{-t/\tau_1})$ pour $t \in]0; t_1[$

$i(t) \xrightarrow[t \gg \tau_1]{} \frac{E}{2R}$ ①, cohérent avec question ②.

/4 ⑤ Exprimer $u(t)$ pour $t \in]0; t_1[$. Vérifier que cette solution est en accord avec les réponses aux questions ① et ②.

Réponse

Loi des mailles : $u(t) = E - Ri(t)$ donc $u(t) = \frac{E}{2} (1 + e^{-t/\tau_1})$ pour $t \in]0; t_1[$

On a bien $u(0) = E$ ①, et $u(t) \xrightarrow[t \gg \tau_1]{} \frac{E}{2}$ ① cohérent avec questions ① et ②.

/8 ⑥ On enregistre les grandeurs u et i au cours du temps à partir de $t = 0$. Les graphiques sont donnés en annexe, Figure D2.23. Placer sur ces deux graphiques le temps τ_1 . Déterminer les valeurs de E , R et L . Peut-on considérer que le circuit est en régime permanent à l'instant $t = t_1^-$?

Réponse

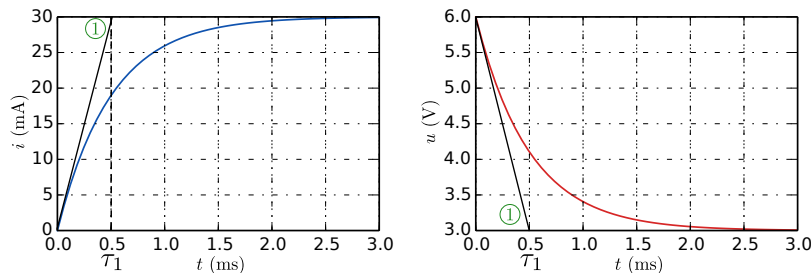


FIGURE D2.12 – Annexe question ⑥.

On lit $\tau_1 = 0,5 \text{ ms} \ll t_1$, donc on considère le régime permanent atteint à $t = t_1^-$ ①. De plus,

$u(0) = E = 6,0 \text{ V}$ et $i(t \gg \tau_1) = \frac{E}{2R} = 30 \text{ mA}$ donc $R = \frac{E}{2i} = 100 \Omega$ et $L = 2R\tau_1 = 0,10 \text{ H}$

I/B Étude pour $t \in]t_1; t_2[$

/7 ⑦ On rappelle que l'on ferme l'interrupteur K_2 à l'instant t_1 . En supposant que le régime permanent est atteint à l'instant t_1^- , exprimer $i(t_1^+)$ et $u(t_1^+)$ en fonction de E et R . Un schéma est attendu.

Réponse

On repart de la situation de la Figure D2.10 de la question ②, en rajoutant cette fois la branche de K_2 fermé, ce qui crée un nœud. Par continuité du courant circulant à travers une bobine :

LdM : $E = u_{R_g}(t_1^+) + u(t_1^+)$
 $\Leftrightarrow E = R(i_g(t_1^+) + i_d(t_1^+)) + u(t_1^+)$
 $\Leftrightarrow E = Ri(t_1^+) + 2u(t_1^+)$
 $\Leftrightarrow u(t_1^+) = \frac{E - Ri(t_1^+)}{2}$
 $\Leftrightarrow u(t_1^+) = \frac{E}{4}$

On isole u
 $i(t_1^+) = \frac{E}{2R}$

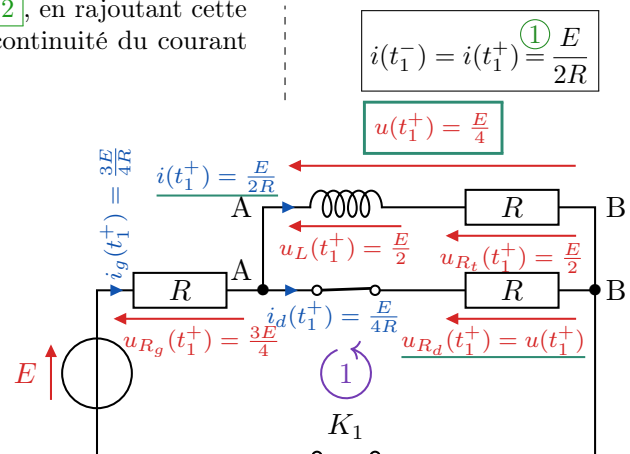


FIGURE D2.13 – Schéma à $t = t_1^+$ ①+①.

- /6 [8] En supposant que le régime permanent est atteint à l'instant $t = t_2^-$, exprimer $i(t_2^-)$ et $u(t_2^-)$. Un schéma est attendu.

Réponse

En régime permanent, la bobine se comporte comme un fil. Le circuit se résume à un générateur alimentant des résistances. On associe les deux résistances en parallèle :

$$\frac{1}{R_{\text{para}}} \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Leftrightarrow R_{\text{para}} \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{R}{2}$$

et on applique la formule du pont diviseur de tension :

$$u(t_2^-) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{R/2}{R + R/2} E \Leftrightarrow u(t_2^-) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{3} \Leftrightarrow i(t_2^-) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{3R}$$

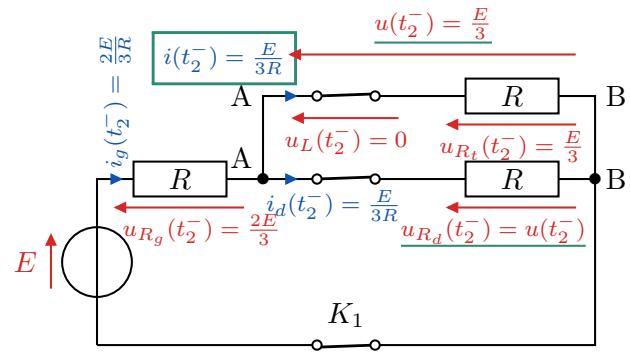


FIGURE D2.14 – Schéma à $t = t_2^-$ ①.

- /4 [9] Établir l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$ pour $t \in]t_1, t_2[$ en recopiant le schéma valable pour cet intervalle. Montrer qu'elle peut se mettre sous la forme :

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau_2} i = A_2$$

Exprimer les constantes τ_2 et A_2 en fonction des données du problème.

Réponse

On utilise le circuit en régime transitoire pour $t \in]t_1, t_2[$.

$$\begin{aligned} E &= Ri_g + u \\ \Leftrightarrow E &= Ri + Ri_d + u \\ \Leftrightarrow E &= Ri + 2u \\ \Leftrightarrow E &= Ri + 2L \frac{di}{dt} + 2Ri \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \tau_2 = \frac{2L}{3R} \\ A_2 = \frac{E}{2L} \end{cases}$$

$\div 2L$

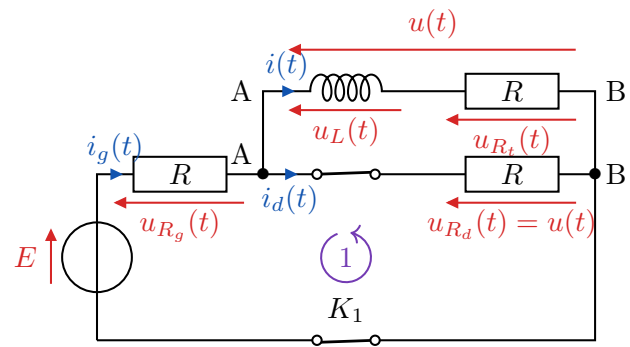


FIGURE D2.15 – Schéma $\forall t \in]t_1, t_2[$ ①

- /6 [10] Résoudre cette équation différentielle en supposant qu'à l'instant $t = t_1^-$ le circuit est en régime permanent. On exprimera i en fonction de E , R , τ_2 et t pour $t \in]t_1, t_2[$. Vérifier que cette solution est en accord avec la réponse à la question [8].

Réponse

$$i_p = \lambda = A_2 \tau_2 \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{3R} \quad \text{et} \quad i_h(t) = K_2 e^{-\frac{t}{\tau_2}}$$

$$\Rightarrow i(t) \stackrel{\textcircled{1}}{=} i_h(t) + i_p = K_2 e^{-\frac{t}{\tau_2}} + \frac{E}{3R} \quad \text{or} \quad i(t_1) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{2R} = K_2 e^{-\frac{t_1}{\tau_2}} + \frac{E}{3R} \quad \text{soit} \quad K_2 \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{6R} e^{\frac{t_1}{\tau_2}}$$

Ainsi

$$i(t) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{E}{6R} \left(2 + e^{-\frac{t-t_1}{\tau_2}} \right) \quad \text{pour} \quad t \in]t_1, t_2[$$

En régime permanent, $i(t) \xrightarrow{(t-t_1) \gg \tau_2} \frac{E}{3R}$ ①, cohérent avec question [8].

- /4 [11] Exprimer $u(t)$ pour $t \in]t_1, t_2[$. Vérifier que cette solution est en accord avec la réponse à la question [8].

Réponse

$$u(t) \stackrel{\textcircled{1}}{=} L \frac{di}{dt} + Ri = \frac{E}{6} \left(2 - \frac{1}{2} e^{-\frac{t-t_1}{\tau_2}} \right)$$

On vérifie que $u(t_1) = E/4$ ①, et que $u(t) \xrightarrow{(t-t_1) \gg \tau_2} \frac{E}{3}$ ①, cohérent avec question [8].

I/C Étude pour $t \in]t_2; +\infty[$

- /4 [12] On rappelle que l'on ouvre l'interrupteur K_1 à l'instant t_2 . En supposant que le régime permanent est atteint à l'instant t_2^- , exprimer $i(t_2^+)$ et $u(t_2^+)$. Un schéma est attendu.

Réponse

On repart de la situation de la Figure D2.14 de la question [8], en ouvrant cette fois la branche de K_1 . La branche contenant le générateur est alors ouverte, donc n'a aucune influence sur le circuit et n'est pas représentée. Par continuité du courant circulant à travers une bobine :

$$i(t_2^-) = i(t_2^+) = \frac{E}{3R} \Rightarrow u(t_2^+) = -\frac{E}{3}$$

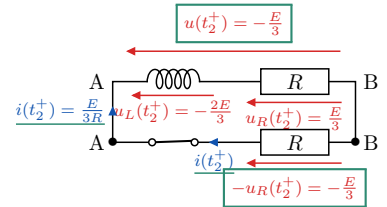


FIGURE D2.16 – $t = t_2^+$ ①+①.

- /2 [13] Exprimer i et u pour $t \rightarrow +\infty$.

Réponse

La bobine se comporte encore comme un fil. ① Le circuit se résume à deux résistances sans alimentation :

$$i(+\infty) = 0 \quad \text{et} \quad u(+\infty) = 0 \quad ①$$

- /3 [14] Établir l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$ pour $t \in]t_2, +\infty[$ en recopiant le schéma valable pour cet intervalle. Montrer qu'elle peut se mettre sous la forme :

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau_3} i = A_3$$

Exprimer les constantes τ_3 et A_3 en fonction des données du problème.

Réponse

Loi des mailles en régime transitoire pour $t \in]t_2, +\infty[$:

$$\begin{aligned} u_L + 2u_R &= 0 \Leftrightarrow L \frac{di}{dt} + 2Ri = 0 \\ \Leftrightarrow \frac{di}{dt} + \frac{2R}{L} i &= 0 \quad \text{donc} \quad \begin{cases} \tau_3 = \frac{L}{2R} = \tau_1 \\ A_3 = 0 \end{cases} \end{aligned}$$

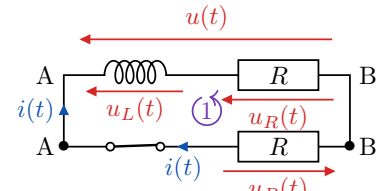


FIGURE D2.17 – $\forall t \in]t_2, +\infty[$ ①

- /3 [15] Résoudre cette équation différentielle en supposant qu'à l'instant $t = t_2^-$ le circuit est en régime permanent. On exprimera i en fonction de E , R , τ_3 et t pour $t \in]t_2, +\infty[$.

Réponse

$$\begin{aligned} i(t) &= K_3 e^{-\frac{t}{\tau_3}} \\ \text{or, } i(t_2) &= K_3 e^{-\frac{t_2}{\tau_3}} = \frac{E}{3R} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Condition initiale}$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow K_3 &= \frac{E}{3R} e^{\frac{t_2}{\tau_3}} \\ \Rightarrow i(t) &= \frac{E}{3R} e^{-\frac{t-t_2}{\tau_3}} \quad \text{pour } t \in]t_2; +\infty[\end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{On combine}$$

- /2 [16] Exprimer alors $u(t)$ pour $t \in]t_2, +\infty[$.

Réponse

Par la loi d'Ohm :

$$u(t) = -Ri = -\frac{E}{3} e^{-\frac{t-t_2}{\tau_3}} \quad \text{pour } t \in]t_2; +\infty[$$

I/D Combinaison des régimes

- /8 17 Tracer l'allure de i en fonction du temps, pour $t \in]0; +\infty[$ sur la Figure D2.24 en annexe. On fera apparaître les constantes de temps τ_1 , τ_2 et τ_3 sur ce graphique, ainsi que les valeurs de i à chaque changement de régime.

Réponse

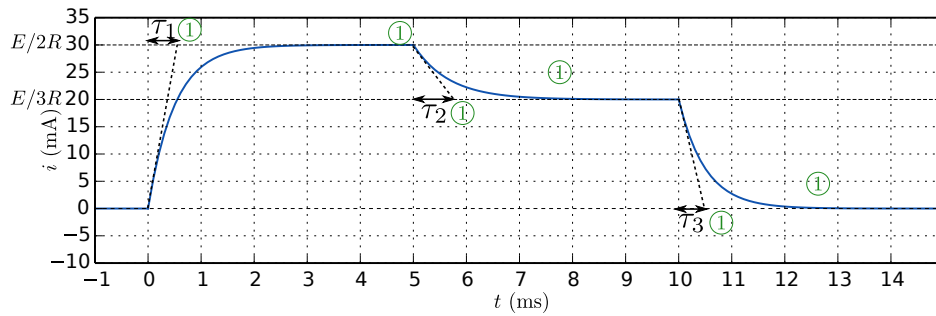


FIGURE D2.18 – Annexe question 17.

On calcule les temps :

$$\tau_3 = \tau_1 = 0,5 \text{ ms} \quad \text{et} \quad \tau_2 = 4\tau_1/3 = 0,66 \text{ ms}$$



- /7 18 Tracer l'allure de u en fonction du temps, pour $t \in]0; +\infty[$ sur la Figure D2.25 en annexe. On fera apparaître les constantes de temps τ_1 , τ_2 et τ_3 sur ce graphique, ainsi que les valeurs de u à chaque changement de régime.

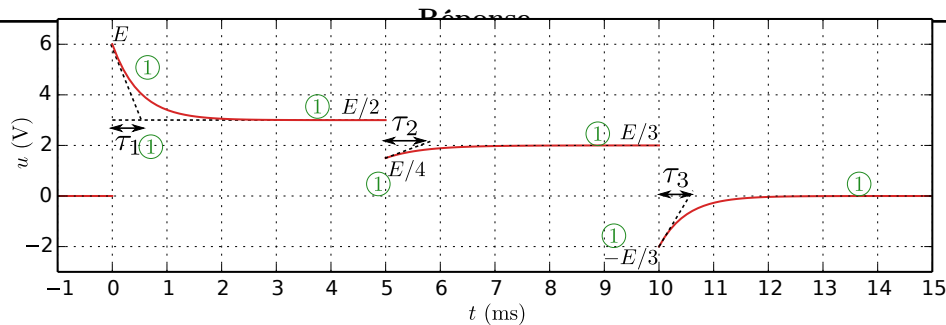


FIGURE D2.19 – Annexe question 18.

/55 P2 Étude d'un panneau solaire (D'après Banque PT 2025)

Indication

Les deux parties sont indépendantes.

II/A Maillage de cellules photovoltaïques

On étudie l'influence de la disposition de N cellules photovoltaïques, supposées identiques, sur la puissance fournie par un panneau solaire. Pour cela, on modélise chaque cellule, au voisinage de son point de fonctionnement, par un générateur de tension réel de force électromotrice E et de résistance interne r .

Elles sont disposées en un maillage rectangulaire de x branches contenant chacune y cellules en série (voir Figure D2.20). Les paramètres N , R , r et R sont fixés, mais x et y peuvent être choisis librement tant que $x \cdot y = N$.

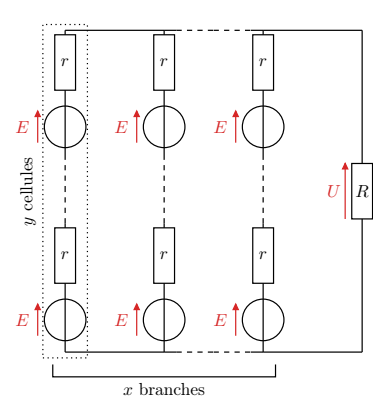


FIGURE D2.20

- /10 1 Recopier la Figure D2.20 en remplaçant chaque association de y cellules en série par un générateur réel équivalent, de caractéristiques à déterminer ; flécher le circuit ainsi dessiné. Chaque branche étant équivalente, comment s'exprime l'intensité I dans la résistance en fonction de x ? En déduire l'expression de la tension U aux bornes de la résistance R en fonction de E , r , R , N et de x , indépendamment de y . Faire de même pour I .

Réponse

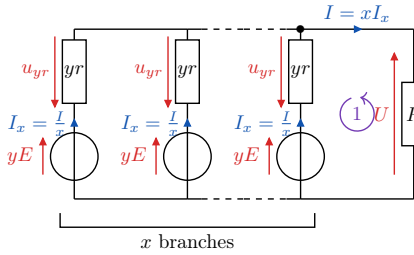


FIGURE D2.21 – ①+①

L'association de y cellules en série est un générateur réel de force électromotrice $y \cdot E$ ①; les résistances internes s'additionnent, donc la résistance interne équivalente est $y \cdot r$ ①. Chaque branche est donc parcourue par la même intensité I_x ①, et on a donc $I = xI_x$ par la loi des nœuds ①. Ainsi :

$$U = yE - yr \cdot \frac{I}{x} \quad \text{or} \quad I = \frac{U}{R} \quad \text{donc} \quad U \left(1 + \frac{y}{x} \frac{r}{R}\right) = yE$$

$$y \frac{N}{x} \Rightarrow \quad U = \frac{\frac{N}{x}}{1 + \frac{Nr}{x^2 R}} E$$

$$\Leftrightarrow U = \frac{RNx}{Rx^2 + Nr} E \quad \text{et} \quad I = \frac{Nx E}{Rx^2 + Nr} \quad (\text{D2.1})$$

- /4 2 Déterminer alors, en fonction de N , r et R , les expressions de x et y permettant de maximiser la puissance reçue par la résistance R .

Réponse

$$\mathcal{P}_{\text{reçue}} = U \cdot I = \frac{R(NxE)^2}{(Rx^2 + Nr)^2}$$

C'est une fonction de x , dont on trouve le maximum en dérivant. Mais plutôt que de dériver le rapport, on se ramène à une fonction de numérateur constant en divisant par x^2 :

$$\Leftrightarrow \mathcal{P}_{\text{reçue}} = \frac{RN^2 E^2}{\left(Rx + \frac{Nr}{x}\right)^2} \quad (\text{D2.2})$$

Le maximum de $\mathcal{P}_{\text{reçue}}$ est alors le minimum de son dénominateur ① $f(x) = xR + \frac{Nr}{x}$. On dérive donc f et on cherche x_{max} qui l'annule :

$$\Rightarrow \frac{df}{dx} \Big|_{x_{\text{max}}} = 0 \Leftrightarrow R - \frac{Nr}{x_{\text{max}}^2} = 0 \Leftrightarrow x_{\text{max}} = \sqrt{\frac{Nr}{R}} \quad \text{et} \quad y = \frac{N}{x} \Rightarrow y_{\text{max}} = \sqrt{\frac{NR}{r}} \quad (\text{D2.3})$$



Remarque

On peut vérifier que c'est un minimum en calculant la dérivée seconde :

$$\frac{d^2 f}{dx^2} \Big|_x = \frac{2Nr}{x^3} > 0 \quad \text{car} \quad x > 0$$

mais $\mathcal{P}$ est > 0 et tend vers 0 pour $x \rightarrow 0$ et $x \rightarrow +\infty$, donc c'est bien un maximum pour $\mathcal{P}$.

- /7 3 Dans les conditions de la Question 2, déterminer alors l'expression de $\mathcal{P}_{\text{max}}$ reçue par la résistance R en fonction de E , r et N . Exprimer la puissance totale $\mathcal{P}_J$ dissipée par les résistances internes de toutes les cellules en fonction de la puissance $\mathcal{P}_J^y$ dissipée par effet JOULE dans une branche. Toujours dans les conditions de la Question 2, exprimer $\mathcal{P}_J$ en fonction de E , r et N . Comparer à $\mathcal{P}_{\text{max}}$ reçue par la résistance R .

Réponse

On remplace dans (D2.2) $\mathcal{P}_{\text{max}} = \frac{RN^2 E^2}{\left(R\sqrt{\frac{Nr}{R}} + \frac{Nr}{\sqrt{\frac{Nr}{R}}}\right)^2} = \frac{RN^2 E^2}{\left(\sqrt{NRr} + \sqrt{NRr}\right)^2}$

$$\Leftrightarrow \mathcal{P}_{\text{max}} = \frac{RN^2 E^2}{4NrR} \Leftrightarrow \mathcal{P}_{\text{max}} = \frac{NE^2}{4r}$$

De plus,

$$\mathcal{P}_J = x \mathcal{P}_J^y = x \cdot yr \cdot \left(\frac{I}{x}\right)^2$$

Avec (D2.1) et (D2.3), sachant que $x \cdot y = N$:

$$\Leftrightarrow \mathcal{P}_J = Nr \left(\frac{NE}{Rx_{\text{max}}^2 + Nr} \right) = Nr \frac{N^2 E^2}{(Nr + Nr)^2}$$

$$\Leftrightarrow \mathcal{P}_J = \frac{NE^2}{4r} = \mathcal{P}_{\max}$$

- /4 4 Calculer finalement $\mathcal{P}_f$ totale fournie par le panneau, et commenter les résultats précédents.

Réponse

$$\mathcal{P}_f = NE \cdot \frac{I}{x} \Leftrightarrow \mathcal{P}_f = \frac{NE^2}{2r} \quad \text{donc} \quad \mathcal{P}_J = \mathcal{P}_{\max} = \frac{\mathcal{P}_f}{2}$$

La moitié de la puissance fournie par le panneau est donc dissipée par effet JOULE dans les résistances internes des cellules, donnant un rendement très faible ①.

II/B Puissance et point de fonctionnement

Un panneau solaire est composé d'une association de cellules photovoltaïques, générant un courant et une tensions continus. On s'intéresse au panneau photovoltaïque PWX850, comprenant $N = 9 \times 4$ cellules de silicium polycristallines carrées, de côté $a = 125,50$ mm.

On représente sur la Figure D2.22 sa caractéristique courant-tension $I = f(U)$, représentée en convention générateur pour différentes valeurs du flux solaire incident, aussi appelé *irradiance*, noté $\sigma_{\text{irradiance}}$ et exprimé en $\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$. Ce graphique fait également apparaître un réseau de courbes dites « iso-puissance », c'est-à-dire de puissance constante, pour des valeurs régulièrement espacées de 5 W.

Selon le type de cellule, le rendement η des panneaux solaires varie, selon les gammes données dans le Tableau D2.1.

TABLEAU D2.1 – Gammes de rendements de cellules photovoltaïques

Silicium amorphe	Silicium polycristallin	Silicium monocristallin
[6 ; 9] %	[13 ; 18] %	[16 ; 24] %

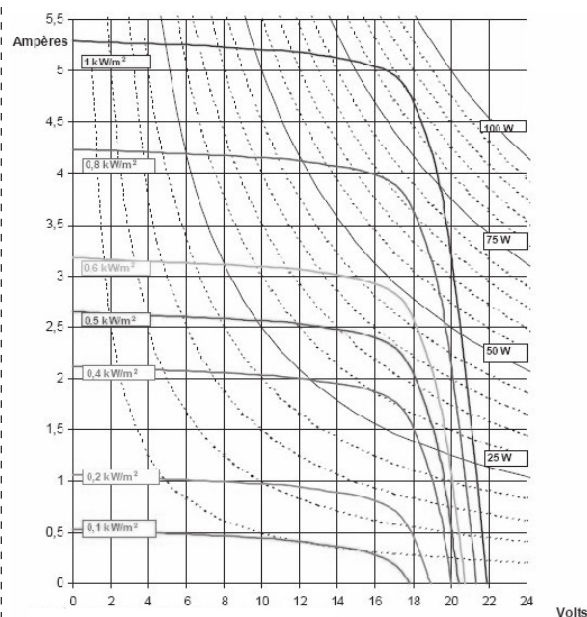


FIGURE D2.22

- /4 5 Préciser l'expression mathématique $I = f(U)$ d'une courbe iso-puissance. Commenter leur forme sur le graphique.

Réponse

En régime continu :

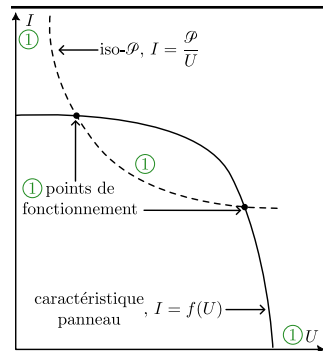
$$\mathcal{P} = U \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{\mathcal{P}}{U} \quad \text{soit} \quad I_{\text{isoP}} = \frac{\text{cte}}{U}$$

Ce sont donc des parties d'hyperboles ①, ce qui est bien ce qu'on observe sur le graphique. ①

On appelle « point de fonctionnement » d'un dipôle le point de sa caractéristique lors de son fonctionnement.

- /6 6 Recopier sommairement la Figure D2.22 en y traçant une courbe $I = f(U)$ et une iso-puissance. En déduire qu'il existe *a priori* 2 points de fonctionnement possibles pour un panneau solaire et les indiquer sur le schéma.

Réponse

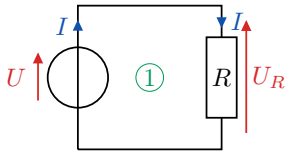


Lors du fonctionnement du panneau, l'intensité a une valeur bien définie pour une tension donnée. Le point de fonctionnement est donc un point de la courbe $I = f(U)$, mais également un point d'une iso-puissance. ①

On observe alors deux intersections possibles ① entre la courbe et une iso-puissance, indiqués sur le schéma.

- /6 [7] On branche en sortie de ce panneau, considéré comme un générateur de tension U , un conducteur ohmique de résistance R . Faire un schéma normalisé du circuit correspondant, et en déduire l'expression de l'intensité I dans le circuit. Superposer cette relation à la caractéristique du panneau recopiée question [6], et conclure quant au point de fonctionnement effectif du panneau.

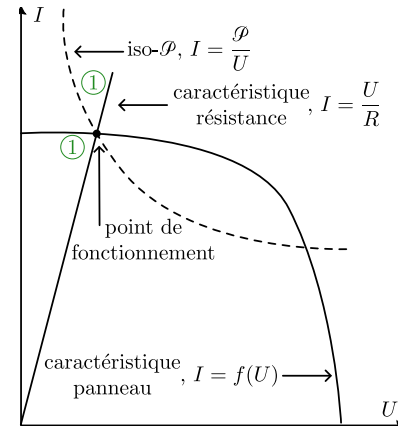
Réponse



Avec un loi des mailles et loi d'OHM, on trouve

$$U = U_R \Leftrightarrow U = RI \Leftrightarrow I = \frac{U}{R}$$

La caractéristique de la résistance est donc une droite passant par l'origine, et de pente $1/R$. On constate que cette droite n'a qu'une intersection avec la courbe $I = f(U)$, d'où le point de fonctionnement effectif du panneau.



- /8 [8] En étudiant toutes les caractéristiques du panneau selon $\sigma_{\text{irradiance}}$ et les courbes iso-puissance de la Figure D2.22, justifier qualitativement par un nouveau schéma qu'à irradiance donnée, la puissance électrique fournie par le panneau à la résistance passe par un maximum pour une valeur R^* de la résistance. **Application** : pour une irradiance $\sigma_{\text{irradiance}} = 1,0 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$, relever $\mathcal{P}_{\text{max}}$ sur le graphique et calculer la valeur de R^* correspondante.

Réponse

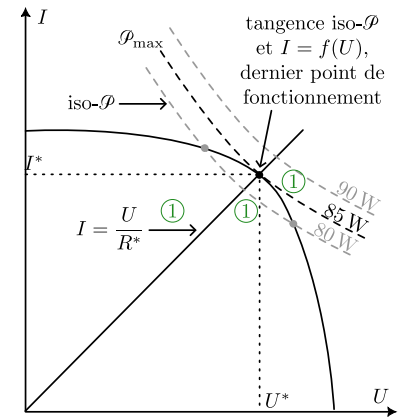
La puissance fournie suit l'augmentation des hyperboles iso-puissance. On remarque alors qu'au-delà d'une certaine puissance maximale, il n'y a plus d'intersection : la puissance maximale est donc atteinte pour l'hyperbole donnant **une seule intersection** avec la courbe $I = f(U)$, ce qui correspond à une iso-puissance tangente à la caractéristique du panneau.

Sur le graphique, on relève

$$\mathcal{P}_{\text{max}} \approx 85 \text{ W} \quad \text{avec} \quad I^* \approx 4,8 \text{ A} \quad \text{et} \quad U^* \approx 17,5 \text{ V}$$

Ainsi

$$R^* = \frac{U^*}{I^*} \Rightarrow R^* \approx 3,6 \Omega$$



- /6 [9] Exprimer $P_{\text{reçue}}$ la puissance reçue par le panneau en fonction de $\sigma_{\text{irradiance}}$, N et a . Faire l'application numérique, en prenant $a \approx \frac{1}{8} \text{ m}$ et $\sigma_{\text{irradiance}} = 1,0 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$. Exprimer alors le rendement η du panneau en fonction de P_{max} et $P_{\text{reçue}}$, puis faire l'application numérique. Le rendement obtenu est-il cohérent avec celles données dans le Tableau D2.1 ?

Réponse

$$P_{\text{reçue}} = \sigma_{\text{irradiance}} \cdot S \Leftrightarrow P_{\text{reçue}} = \sigma_{\text{irradiance}} \cdot N a^2 \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \sigma_{\text{irradiance}} = 1,0 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} = 1,0 \times 10^3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \\ N = 9 \times 4 = 36 \\ a = \frac{1}{8} \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{A.N. : } P_{\text{reçue}} \approx 56 \text{ W}$$

Or,

$$\eta = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{reçue}}} \Rightarrow \eta \approx 0,15 = 15 \%$$

C'est cohérent avec le rendement d'une cellule en silicium polycristallin, comme indiqué dans le Tableau D2.1.

NOM :

Indiquez « Voir annexe »

Prénom :

Ne pas rendre si pas complété

Annexe : problème 1

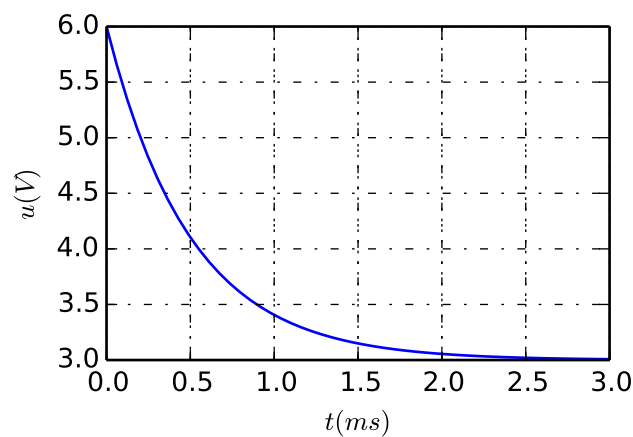
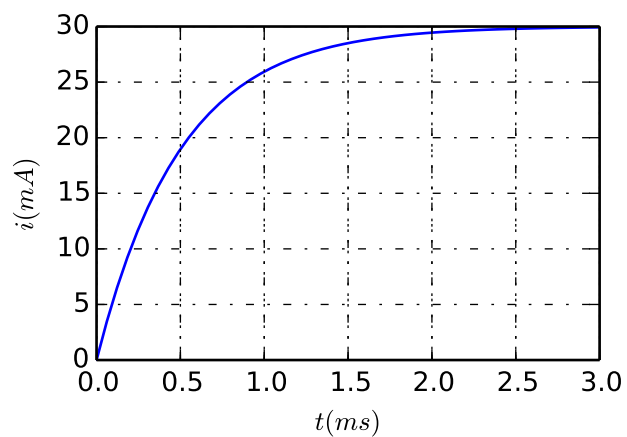


FIGURE D2.23 – Annexe question 6.

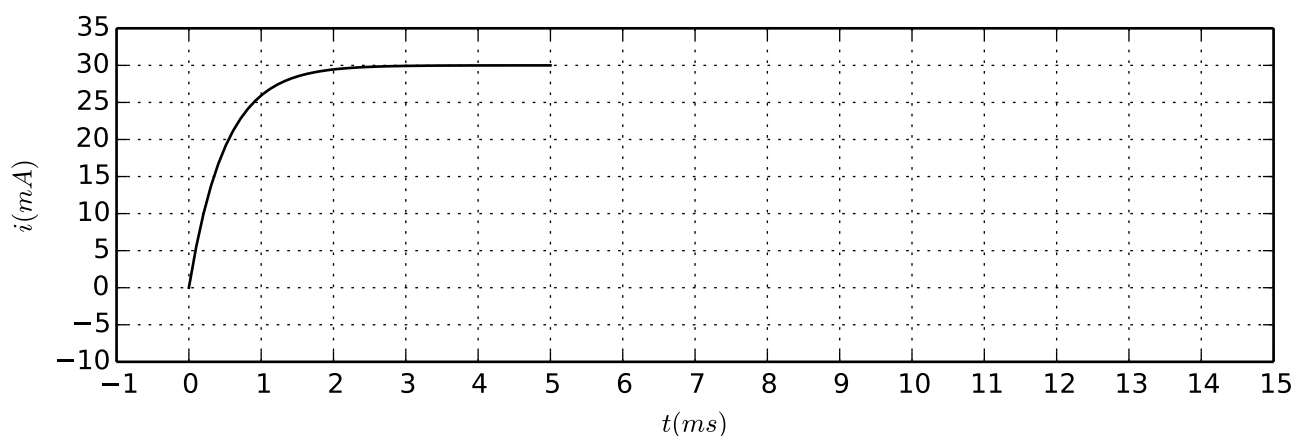


FIGURE D2.24 – Annexe question 17.

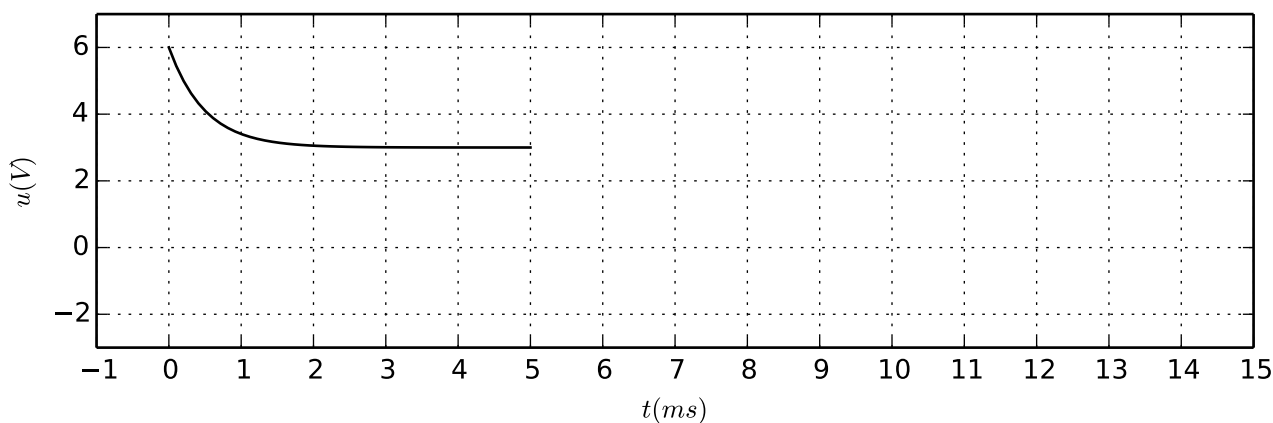


FIGURE D2.25 – Annexe question 18.

Copie /