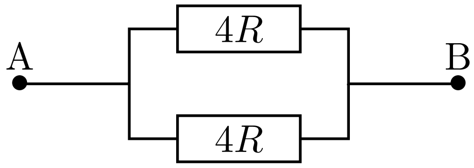
Électrocinétique : permanent et ordre 1 – corrigé

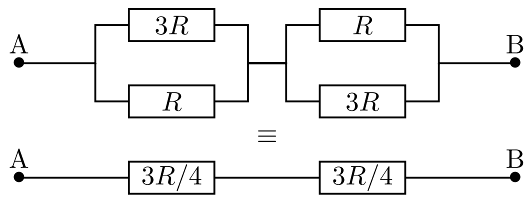
/49 E1 Modélisation d'un dipôle linéaire

/5 1 Si D est un interrupteur ouvert, alors le circuit est composé de deux branches parallèles, avec des résistances R et $3R$ soit $R_{\text{serie}} = R + 3R = 4R$. Or, pour deux résistances R_1 et R_2 en parallèle, on a



$$
\begin{aligned}
&\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} && R_1 = R_2 = 4R\\
\Leftrightarrow\ &\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{2}{4R} && \\
\Leftrightarrow\ &\boxed{R_\infty = 2R} && R = 100\,\Omega\\
\Rightarrow\ &\underline{R_\infty = 200\,\Omega} &&
\end{aligned}
$$

/4 2 Si D est un fil, le circuit est l'association en série de deux résistances R_{eq} identiques correspondant à l'association en parallèle de la résistance $3R$ et de la résistance R, soit $R_{\text{eq}} = 3R/4$.

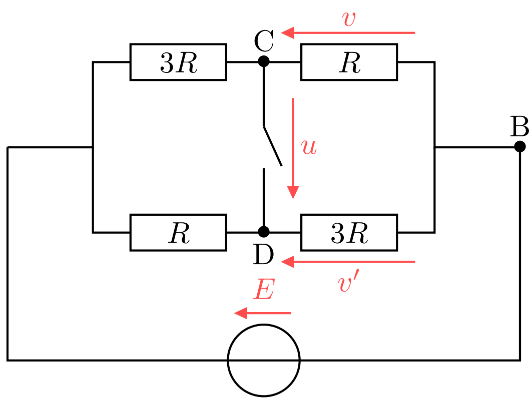


$$\boxed{R_0 = 3R/2} \Rightarrow \underline{R_0 = 150\,\Omega}$$

A Sur une source de tension

/8 3

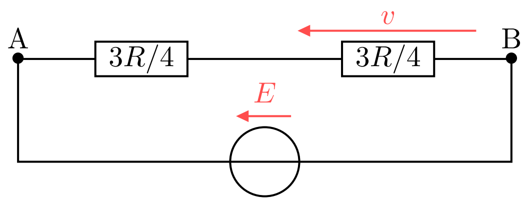
$$
\begin{aligned}
&u = U_{DC} && \text{Additivité des tensions}\\
\Leftrightarrow\ &u = U_{DB} + U_{BC} && \text{Attention au signe}\\
\Leftrightarrow\ &u = v' - v &&
\end{aligned}
$$



On reconnait deux ponts diviseurs de tension. Or, pour une résistance R_2 en série avec une résistance R_1 dans une branche de tension U_{brch}, on a

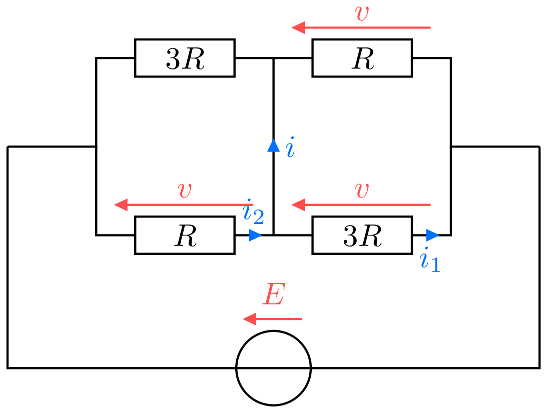
$$
\begin{aligned}
&U_{R_k} = \frac{R_k}{R_1 + R_2} U_{\text{brch}}\\
\Rightarrow\ &v' = \frac{3E}{4} \quad \text{et} \quad v = \frac{E}{4}\\
\Rightarrow\ &\boxed{u = \frac{E}{2}} \Rightarrow \underline{u = 3\,\text{V}}
\end{aligned}
$$

/3 4 Dans ce cas, d'après la question 2, la tension v correspond à la tension aux bornes de la résistance équivalente $R_{\text{eq}} = 3R/4$. On applique la formule du pont diviseur de tension sur l'association en série des deux résistances R_{eq} :



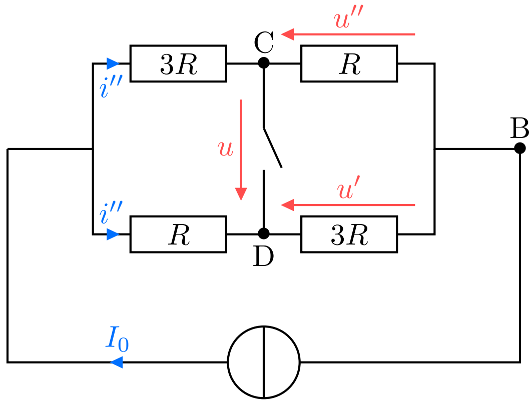
$$\boxed{v = E/2} \Rightarrow \underline{v = 3\,\text{V}}$$

/5 5 Par l'application de la loi des nœuds et de la loi d'Ohm :



$$
\begin{aligned}
&i = i_2 - i_1 = \frac{v}{R} - \frac{v}{3R}\\
\Leftrightarrow\ &\boxed{i = \frac{E}{3R}} \Rightarrow \underline{i = 20\,\text{mA}}
\end{aligned}
$$

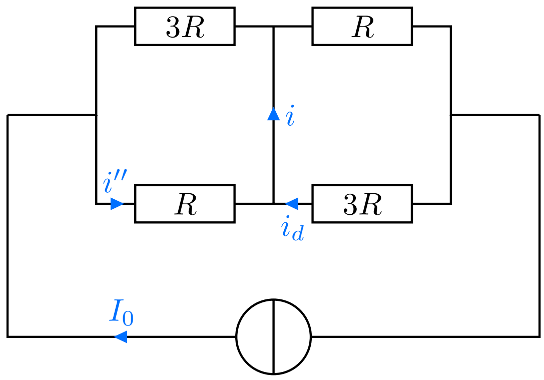
B Sur une source de courant



/5 $\boxed{6}$ Si D est un interrupteur ouvert, alors le courant est le même dans les deux branches qui ont la même résistance équivalente, donc $i'' = I_0/2$ avec la loi des nœuds.

Or, par l'additivité des tensions, $u = u' - u''$. En appliquant la loi d'Ohm, on obtient

$$\boxed{u = RI_0} \Rightarrow \underline{u = 4\,\mathrm{V}}$$



/4 $\boxed{7}$ On reconnaît les conditions d'application d'un pont diviseur de courant : pour deux résistances R_1 et R_2 en parallèle alimentées par un courant I_0 se divisant en i_1 et i_2 respectivement, on a

$$i_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} I_0 \Rightarrow i'' = \frac{\frac{1}{R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{3R}} I_0 \Leftrightarrow i'' = \frac{\frac{1}{R}}{\frac{4}{3R}} I_0$$

$$\Leftrightarrow \boxed{i'' = \frac{3}{4} I_0} \Rightarrow \underline{i'' = 30\,\mathrm{mA}}$$

/4 $\boxed{8}$ D'après la formule du pont diviseur de courant, $i_d = -I_0/4$. Ainsi,

$$i = i'' + i_d \Leftrightarrow \boxed{i = \frac{I_0}{2}} \Rightarrow \underline{i = 20\,\mathrm{mA}}$$

C Application

/4 $\boxed{9}$ Dans le cas où D' est un générateur de tension de f.e.m. $u' = E$:

- Si D est un interrupteur ouvert, $i = 0$ et $u = E/2$: $E = bE/2$, donc $\boxed{b = 2}$
- Si D est un fil, $u = 0$ et $i = E/(3R)$: $E = aE/(3R)$, donc $\boxed{a = 3R}$

Dans le cas où D' est un générateur de courant de c.e.m. $i' = I_0$:

- Si D est un fil, $u = 0$ et $i = I_0/2$: $I_0 = cI_0/2$, donc $\boxed{c = 2}$
- Si D est un interrupteur ouvert, $i = 0$ et $u = RI_0$: $I_0 = dRI_0$, donc $\boxed{d = 1/R}$

/3 $\boxed{10}$ Par application de la loi d'Ohm sur le dipôle AB, et sur la résistance ρ :

$$R_{AB} = u'/i' \quad \text{et} \quad u = \rho i$$

On remplace u dans les expressions de u' et de i' :

$$u' = (3R + 2\rho)i \quad \text{et} \quad i' = \left(2 + \frac{\rho}{R}\right) i$$

En faisant le rapport des deux, on obtient la résistance équivalente :

$$\boxed{R_{AB} = R \times \frac{3R + 2\rho}{2R + \rho}}$$

/2 $\boxed{11}$ $\lim_{\rho\to\infty} R_{AB} = 2R = R_\infty$, il y a cohérence avec la réponse à la question $\boxed{1}$.

/2 $\boxed{12}$ $\lim_{\rho\to 0} R_{AB} = 3R/2 = R_0$, il y a cohérence avec la réponse à la question $\boxed{2}$.

/39 E2 Point de fonctionnement d'une diode

/2 $\boxed{1}$ Une diode bloquée est modélisable par un interrupteur ouvert ($i = 0$).

/5 $\boxed{2}$ Le coefficient directeur est donné par le taux d'accroissement

$$\boxed{a = \frac{i_C}{u_C - u_s}} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} i_C = 0{,}500\,\mathrm{A} \\ u_C = 0{,}70\,\mathrm{V} \\ u_s = 0{,}60\,\mathrm{V} \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \underline{a = 5{,}0\,\mathrm{S}}$$

Pour déterminer l'ordonnée à l'origine, on utilise le point d'abscisse u_s et d'ordonnée nulle :

$$0 = au_s + b \quad \text{soit} \quad \boxed{b = -au_s = \frac{-i_C u_s}{u_C - u_s}} \Rightarrow \underline{b = -3{,}0\,\mathrm{A}}$$

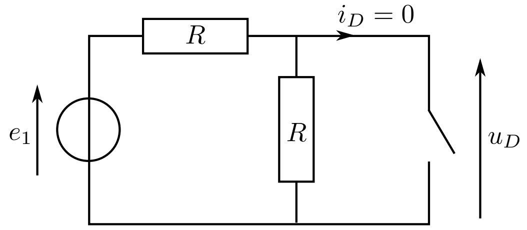
/2 $\boxed{3}$ D'après l'additivité des tensions et la loi d'Ohm, $u = ri - e$, soit $\boxed{i = \frac{e}{r} + \frac{u}{r}}$.

/6 $\boxed{4}$ Deux dipôles sont équivalents s'ils ont la même caractéristique. On en déduit $i = i_D$ si $u = u_D$, soit $e/r = b$ et $1/r = a$:

$$\boxed{r = 1/a = 0{,}20\,\Omega} \quad \text{et} \quad \boxed{e = b/a = -u_s = -0{,}60\,\mathrm{V}}$$

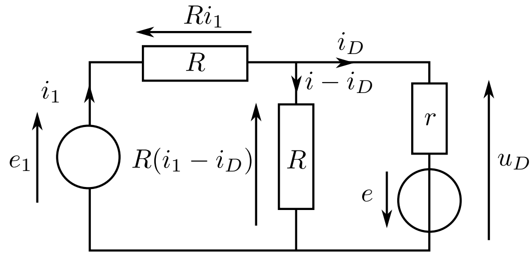
/5 $\boxed{5}$ En remplaçant la diode par un interrupteur, on reconnait un pont diviseur de tension : $u_D = \frac{e_1}{2}$. La diode est bloquée si $u_D < u_s$, donc il faut que

$$\boxed{e_1 < 2u_s}$$



/10 $\boxed{6}$ On refait le circuit en faisant attention à l'orientation de la tension e. La loi des nœuds et les lois d'Ohm sont appliquées sur le schéma. On définit u_D comme étant la tension aux bornes des trois branches en parallèle :

$$\begin{aligned} & u_D = e_1 - Ri_1 && (2.1) \\ \Leftrightarrow\ & u_D = R(i_1 - i_D) && (2.2) \\ \Leftrightarrow\ & u_D = ri_D - e && (2.3) \end{aligned}$$



$$(2.1) + (2.2) \Rightarrow 2u_D = e_1 - Ri_D \quad \text{soit} \quad i_D = \frac{e_1 - 2u_D}{R}$$

$$(2.3) \Rightarrow u_D = \frac{r}{R}(e_1 - 2u_D) - e \quad \text{soit} \quad \boxed{u_D = \frac{re_1 - Re}{2r + R}} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} r = 0{,}20\,\Omega \\ e_1 = 10\,\mathrm{V} \\ R = 4{,}0\,\Omega \\ e = -0{,}60\,\mathrm{V} \end{cases}$$

A.N. : $\underline{u_D = 1{,}0\,\mathrm{V}}$

On remarque que $u_D > u_s$, donc la <u>diode est bien passante</u>. Pour trouver i_D on utilise la caractéristique de la diode :

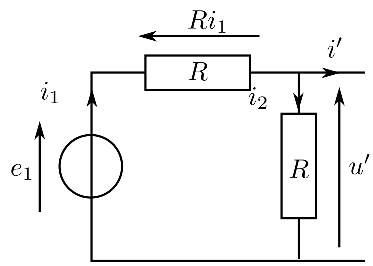
$$\boxed{i_D = au_D + b} \Rightarrow \underline{i_D = 2{,}0\,\mathrm{A}}$$

/5 $\boxed{7}$ Loi des mailles et loi d'Ohm :

$$\begin{aligned} & u' = e_1 - Ri_1 \quad \text{et} \quad u' = Ri_2 \\ \Leftrightarrow\ & i_1 = \frac{e_1 - u'}{R} \quad \text{et} \quad i_2 = u'/R \\ \Rightarrow\ & \boxed{i' = \frac{e_1}{R} - \frac{2}{R}u'} \end{aligned}$$

On isole

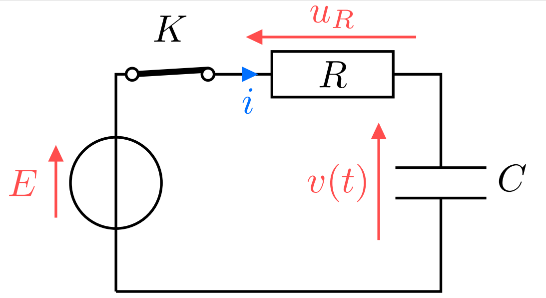
$i' = i_1 - i_2$



/4 $\boxed{8}$ Voir Figure 2.6. On lit les coordonnées du point d'intersection $I(1{,}0\,\mathrm{V}; 2{,}0\,\mathrm{A})$. Cela correspond aux valeurs déterminées précédemment.

/45 P1 Balise lumineuse

/16 1 La tension aux bornes d'un condensateur est une fonction continue du temps donc $v(t=0^+) = v(t=0^-) = 0 < U_a$. Le tube est par conséquent éteint et la lampe est donc assimilable à un interrupteur ouvert. Avec une loi des mailles :



$$\begin{aligned} & u_R(t) + v(t) = E \\ \Leftrightarrow\ & Ri(t) + v(t) = E \\ \Leftrightarrow\ & RC\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + v(t) = E \\ \Leftrightarrow\ & \boxed{\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + \frac{v(t)}{\tau} = \frac{E}{\tau}} \end{aligned}$$

$u_R(t) = Ri(t)$

$i(t) = C\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$

$\tau = RC$

L'équation homogène est

$$\frac{\mathrm{d}v_h}{\mathrm{d}t} + \frac{v_h}{\tau} = 0$$

de solution

$$v_h(t) = A\mathrm{e}^{-t/\tau}$$

Une solution particulière $v_p(t) = \lambda$ donne

$$\underbrace{\frac{\mathrm{d}\cancel{\lambda}}{\cancel{\mathrm{d}t}}}_{=0} + \frac{\lambda}{\tau} = E \Leftrightarrow \boxed{\lambda = E}$$

$$\begin{aligned} & v(t) = v_h(t) + v_p \\ \Leftrightarrow\ & v(t) = A\mathrm{e}^{-t/\tau} + E \\ \text{or,}\quad & v(0) = A + E = 0 \\ \Leftrightarrow\ & \boxed{A = -E} \\ \Rightarrow\ & \boxed{v(t) = E\left(1 - \mathrm{e}^{-t/\tau}\right)} \end{aligned}$$

On remplace

Condition initiale

On isole A

On combine

/3 2 La décharge s'amorce à l'instant t_a tel que $v(t_a) = U_a$. Soit

$$\begin{aligned} & E\left(1 - \mathrm{e}^{-t_a/\tau}\right) = U_a \\ \Leftrightarrow\ & 1 - \mathrm{e}^{-t_a/\tau} = \frac{U_a}{E} \\ \Leftrightarrow\ & \mathrm{e}^{-t_a/\tau} = \frac{E - U_a}{E} \\ \Leftrightarrow\ & \frac{-t_a}{\tau} = \ln\left(\frac{E - U_a}{E}\right) \\ \Leftrightarrow\ & \boxed{t_a = \tau \ln\left(\frac{E}{E - U_a}\right)} \end{aligned}$$

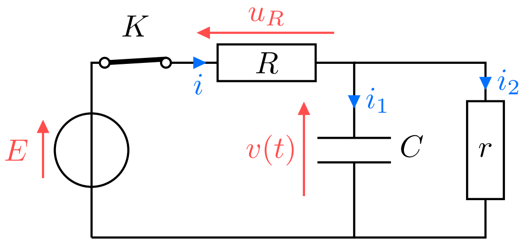
$\div E$

On isole $\mathrm{e}^{-t_a/\tau}$

$\ln(\,)$

$-\ln(a) = \ln\left(\frac{1}{a}\right)$

/11 3 La lampe est maintenant assimilable à une résistance r. On obtient alors le nouveau schéma équivalent :



Avec une loi des mailles et la loi d'Ohm :

$$\begin{aligned} & u_R + v = E \\ \Leftrightarrow\ & Ri + v = E \\ \Leftrightarrow\ & R(i_1 + i_2) + v = E \\ \Leftrightarrow\ & R\left(C\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + \frac{v}{r}\right) + v = E \\ \Leftrightarrow\ & RC\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + \left(\frac{R}{r} + 1\right) v = E \\ \Leftrightarrow\ & rC\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + \left(1 + \frac{r}{R}\right) v = \frac{r}{R}E \\ \Rightarrow\ & \boxed{rC\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + v = 0} \\ & \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + \frac{v}{\tau'} = 0 \end{aligned}$$

Loi d'Ohm

$i = i_1 + i_2$

$i_1 = C\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$ et $i_2 = \frac{v}{r}$

On simplifie

On néglige les termes en $\frac{r}{R}$

$\tau' = rC$

Ainsi,

$$
\begin{aligned}
v(t) &= A'\mathrm{e}^{-t/\tau'} && \text{Condition initiale}\\
\text{or,}\quad v(t_a) &= A'\mathrm{e}^{-t_a/\tau'} = U_a && \text{On isole } A'\\
\Leftrightarrow &\boxed{A' = U_a\mathrm{e}^{t_a/\tau'}} && \text{On combine}\\
\Rightarrow &\boxed{v(t) = Ua\mathrm{e}^{-(t-t_a)/\tau'}}
\end{aligned}
$$

/3 $\boxed{4}$ La décharge se termine à l'instant t_{ex} tel que $v(t_{ex}) = U_{ex}$. Soit

$$
\begin{aligned}
U_a\mathrm{e}^{-(t_{ex}-t_a)/\tau'} &= U_{ex} && \div U_a\\
\Leftrightarrow \mathrm{e}^{-(t_{ex}-t_a)/\tau'} &= \frac{U_{ex}}{U_a} && \ln(\ )\\
\Leftrightarrow -\frac{t_{ex}-t_a}{\tau'} &= \ln\left(\frac{U_{ex}}{U_a}\right) && -\ln(a) = \ln\left(\tfrac{1}{a}\right)\\
\Leftrightarrow &\boxed{t_{ex} = t_a + \tau'\ln\left(\frac{U_a}{U_{ex}}\right)}
\end{aligned}
$$

/2 $\boxed{5}$

$$\boxed{T_1 = t_{ex} - t_a = \tau'\ln\left(\frac{U_a}{U_{ex}}\right)}$$

/6 $\boxed{6}$ Par analogie directe avec la première question, dans cette phase,

$$v(t) = A''\mathrm{e}^{-t/\tau} + E \qquad \text{et} \qquad \tau = RC$$

La nouvelle condition initiale s'écrit désormais $v(t = t_{ex}) = U_{ex}$. Soit

$$A''\mathrm{e}^{-t_{ex}/\tau} + E = U_{ex} \quad \Leftrightarrow \quad A'' = (U_{ex} - E)\mathrm{e}^{t_{ex}/\tau}$$

Dont on déduit, après calcul, $\boxed{v(t) = (U_{ex} - E)\mathrm{e}^{-(t-t_{ex})/\tau} + E}$.

Le nouvel allumage de la lampe est réalisée à la condition $v(t = t_{ex} + T_2) = U_a$, soit

$$(U_{ex} - E)\mathrm{e}^{-T_2/\tau} + E = U_a$$

$$\text{D'où} \qquad \boxed{T_2 = \tau\ln\left(\frac{U_{ex}-E}{U_a-E}\right)}$$

/2 $\boxed{7}$

$$T = T_1 + T_2 \Leftrightarrow \boxed{T = \tau\ln\left(\frac{U_{ex}-E}{U_a-E}\right) + \tau'\ln\left(\frac{U_a}{U_{ex}}\right)}$$

/2 $\boxed{8}$ Les flashs lumineux sont très brefs devant la durée entre deux flashs, permettant de bien les distinguer d'un autre signal lumineux (phare).

/84 P2 Régimes transitoires successifs d'un circuit RL

A Étude pour $t \in]0, t_1[$

/6 [1] À l'instant $t = 0^-$, le circuit est en régime permanent, et les interrupteurs sont ouverts. Comme le circuit est ouvert, il n'y a pas de courant circulant dans le circuit. Par continuité de l'intensité traversant la bobine, on en déduit $\boxed{i(0^+) = i(0^-) = 0}$. Comme il n'y a pas de courant à $t = 0^+$, les tensions aux bornes des résistances sont nulles. En appliquant la loi des mailles : $\boxed{u(0^+) = E}$

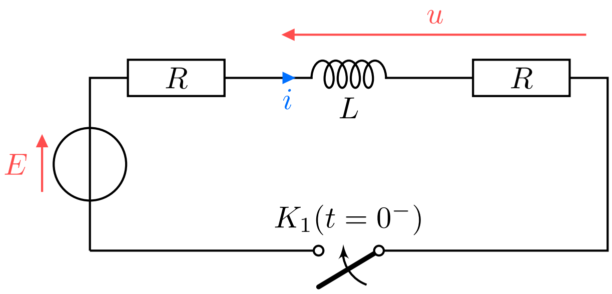


Figure 2.1 – Schéma à $t = 0^-$.

/4 [2] En régime permanent, la bobine se comporte comme un fil. Le circuit se résume à un générateur alimentant deux résistances :

$$\boxed{i(t_1^-) = \frac{E}{2R} \quad \text{et} \quad u(t_1^-) = \frac{E}{2}}$$

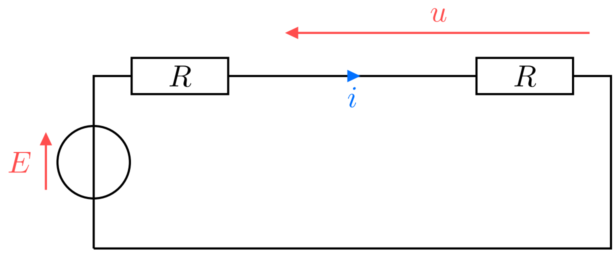


Figure 2.2 – Schéma à $t = t_1^-$.

/5 [3] On utilise le circuit en régime transitoire pour $t \in]0, t_1[$. On applique la loi des mailles :

$$E = Ri + L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + Ri \quad \text{soit} \quad \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + \frac{2R}{L}i = \frac{E}{L}$$

$$\Rightarrow \boxed{\tau_1 = \frac{L}{2R} \quad \text{et} \quad A_1 = \frac{E}{L}}$$

/8 [4] On a :

Équation homogène :

$$\frac{\mathrm{d}i_h}{\mathrm{d}t} + \frac{i_h}{\tau_1} = 0$$

de solution

$$i_h = B_1 \mathrm{e}^{-t/\tau_1}$$

Une solution particulière $i_p(t) = \lambda$ donne

$$\underbrace{\cancel{\frac{\mathrm{d}\lambda}{\mathrm{d}t}}}_{=0} + \frac{\lambda}{\tau_1} = \frac{E}{L} \Leftrightarrow \boxed{\lambda = \frac{E}{2R}}$$

$$i(t) = i_h(t) + i_p(t)$$

On remplace

$$\Leftrightarrow i(t) = B_1 \exp(-t/\tau_1) + \frac{E}{2R}$$

Condition initiale

$$\text{or,} \quad i(0) = 0 = B_1 + \frac{E}{2R}$$

On isole B_1

$$\Leftrightarrow \boxed{B_1 = -\frac{E}{2R}}$$

On combine

$$\Rightarrow \boxed{i(t) = \frac{E}{2R}\left(1 - e^{-t/\tau_1}\right) \quad \text{pour} \quad t \in]0; t_1[}$$

Quand on atteint le régime permanent, $\lim_{t \gg \tau_1} i(t) = E/(2R)$, ce qui cohérent avec la réponse à la question [2].

/4 [5] On applique la loi des mailles :

$$u(t) = E - Ri(t) \quad \text{donc} \quad \boxed{u(t) = \frac{E}{2}\left(1 + e^{-t/\tau_1}\right) \quad \text{pour } t \in]0; t_1[}$$

On vérifie que $u(0) = E$.

Quand on atteint le régime permanent, $\lim_{t \gg \tau_1} u(t) = E/2$, ce qui cohérent avec la réponse à la question [2].

/8 [6] Voir Figure 3.1 : on lit $\boxed{\tau_1 = 0{,}5\,\mathrm{ms} \ll t_1}$, donc on peut considérer que le circuit est en régime permanent à l'instant $t = t_1^-$.

On lit $u(t=0) = 6\,\mathrm{V}$ et $i(t \gg \tau_1) = 30\,\mathrm{mA}$. Or d'après l'étude théorique, $\boxed{u(t=0) = E = 6\,\mathrm{V}}$, $i(t \gg \tau_1) = E/2R$, donc $\boxed{R = 100\,\Omega}$. Enfin $\tau_1 = L/2R$, donc $\boxed{L = 0{,}1\,\mathrm{H}}$.

B Étude pour $t \in]t_1;t_2[$

/5 [7] Par continuité du courant circulant à travers une bobine :

$$\boxed{i(t_1^+) = i(t_1^-) = \frac{E}{2R}}$$

D'après la loi des mailles :

$$\begin{aligned}
& E = R(i_g(t_1^+)) + u(t_1^+) && \quad i_g = i + i_d \\
\Leftrightarrow\ & E = R\left(i(t_1^+) + i_d(t_1^+)\right) + u(t_1^+) && \quad Ri_d(t_1^+) = u(t_1^+) \\
\Leftrightarrow\ & E = Ri(t_1^+) + 2u(t_1^+) && \quad \text{On isole } u \\
\Leftrightarrow\ & u(t_1^+) = \frac{E - Ri(t_1^+)}{2} && \quad i(t_1^+) = \tfrac{E}{2R} \\
\Leftrightarrow\ & \boxed{u(t_1^+) = \frac{E}{4}}
\end{aligned}$$

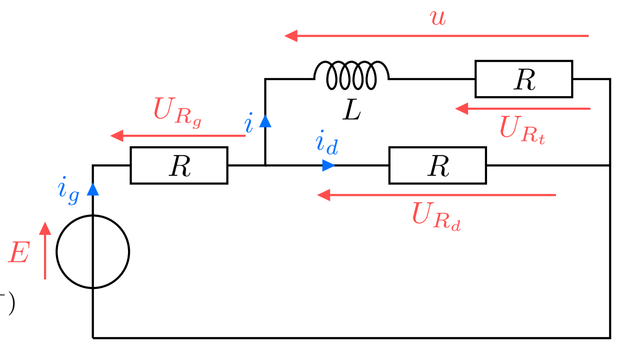


Figure 2.3 – Schéma à $t = t_1^+$.

/8 [8] En régime permanent, la bobine se comporte comme un fil. Le circuit se résume à un générateur alimentant trois résistances. On associe les deux résistances en parallèle et on applique la formule du pont diviseur de tension :

$$u(t_2^-) = \frac{R/2}{R + R/2}E \Rightarrow \boxed{u(t_2^-) = \frac{E}{3}} \Rightarrow \boxed{i(t_2^-) = \frac{E}{3R}}$$

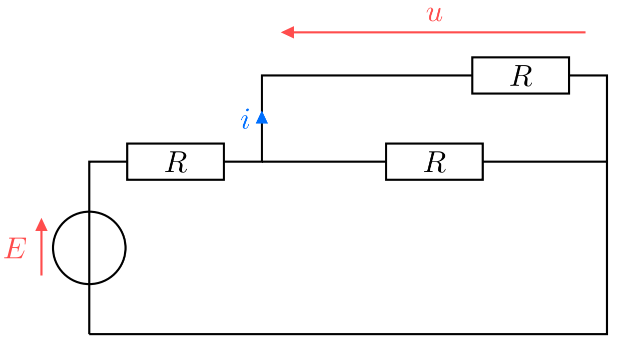


Figure 2.4 – Schéma à $t = t_2^-$.

/3 [9] On utilise le circuit en régime transitoire pour $t \in]t_1,t_2[$.

$$\begin{aligned}
& E = R(i_g) + u && \quad i_g = i + i_d \\
\Leftrightarrow\ & E = Ri + Ri_d + u && \quad Ri_d = u \\
\Leftrightarrow\ & E = Ri + 2u && \quad u = L\tfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + Ri \\
\Leftrightarrow\ & E = Ri + 2L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + 2Ri && \quad \text{Forme canonique} \\
\Leftrightarrow\ & \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + \frac{3R}{2L}i = \frac{E}{2L} && \quad \text{On identifie} \\
\Rightarrow\ & \boxed{\tau_2 = \frac{2L}{3R} \quad \text{et} \quad A_2 = \frac{E}{2L}}
\end{aligned}$$

/6 [10] La solution est la somme de la solution de l'équation homogène et d'une solution particulière :

$$i(t) = i_h(t) + i_p(t) = B_2 \exp(-t/\tau_2) + \frac{E}{3R}$$

On utilise la condition initiale pour déterminer la constante B_2 :

$$i(t_1) = \frac{E}{2R} = B_2 e^{-t_1/\tau_2} + \frac{E}{3R} \quad \text{soit} \quad B_2 = \frac{E}{6R}e^{t_1/\tau_2}$$

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

Quand on atteint le régime permanent, $\lim_{(t-t_1)\gg\tau_2} i(t) = E/(3R)$, ce qui cohérent avec la réponse à la question [8].

/4 [11]

$$\boxed{u(t) = L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + Ri = \frac{E}{6}\left[2 - \frac{1}{2}e^{-(t-t_1)/\tau_2}\right]}$$

On vérifie que $u(t_1) = E/4$.

Quand on atteint le régime permanent, $\lim_{(t-t_1)\gg\tau_2} u(t) = E/3$, ce qui cohérent avec la réponse à la question [8].

C Étude pour $t \in]t_2 ; +\infty[$

/3 12 La branche contenant le générateur est ouverte donc n'a aucune influence sur le circuit et n'est pas représentée. Par continuité du courant circulant à travers une bobine :

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

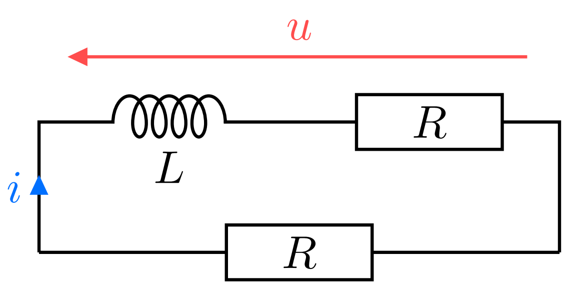


Figure 2.5 – Schéma à $t = t_2^+$.

/2 13 En régime permanent, la bobine se comporte comme un fil. Le circuit se résume à deux résistances sans alimentation :

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

/2 14 On utilise le circuit en régime transitoire pour $t \in]t_2, +\infty[$. On applique la loi des mailles

$$L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + 2Ri = 0 \quad \text{soit} \quad \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + \frac{2R}{L}i = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{\tau_3 = \frac{L}{2R} \quad \text{et} \quad A_3 = 0}$$

/2 15

$$i(t) = B_3 \mathrm{e}^{-t/\tau_3}$$

Condition initiale

$$\text{or,} \quad i(t_2) = B_3 \mathrm{e}^{-t_2/\tau_3} = \frac{E}{3R}$$

On isole B_3

$$\Leftrightarrow \boxed{B_3 = \frac{E}{3R}\mathrm{e}^{t_2/\tau_3}}$$

On combine

$$\Rightarrow \boxed{i(t) = \frac{E}{3R} e^{-(t-t_2)/\tau_3} \quad \text{pour} \quad t \in]t_2 ; +\infty[}$$

/2 16 Par la loi d'Ohm :

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

D Combinaison des régimes

/7 17 On calcule les temps :

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

Voir Figure 3.2

/5 18 Voir Figure 3.3

Annexe : exercice 2

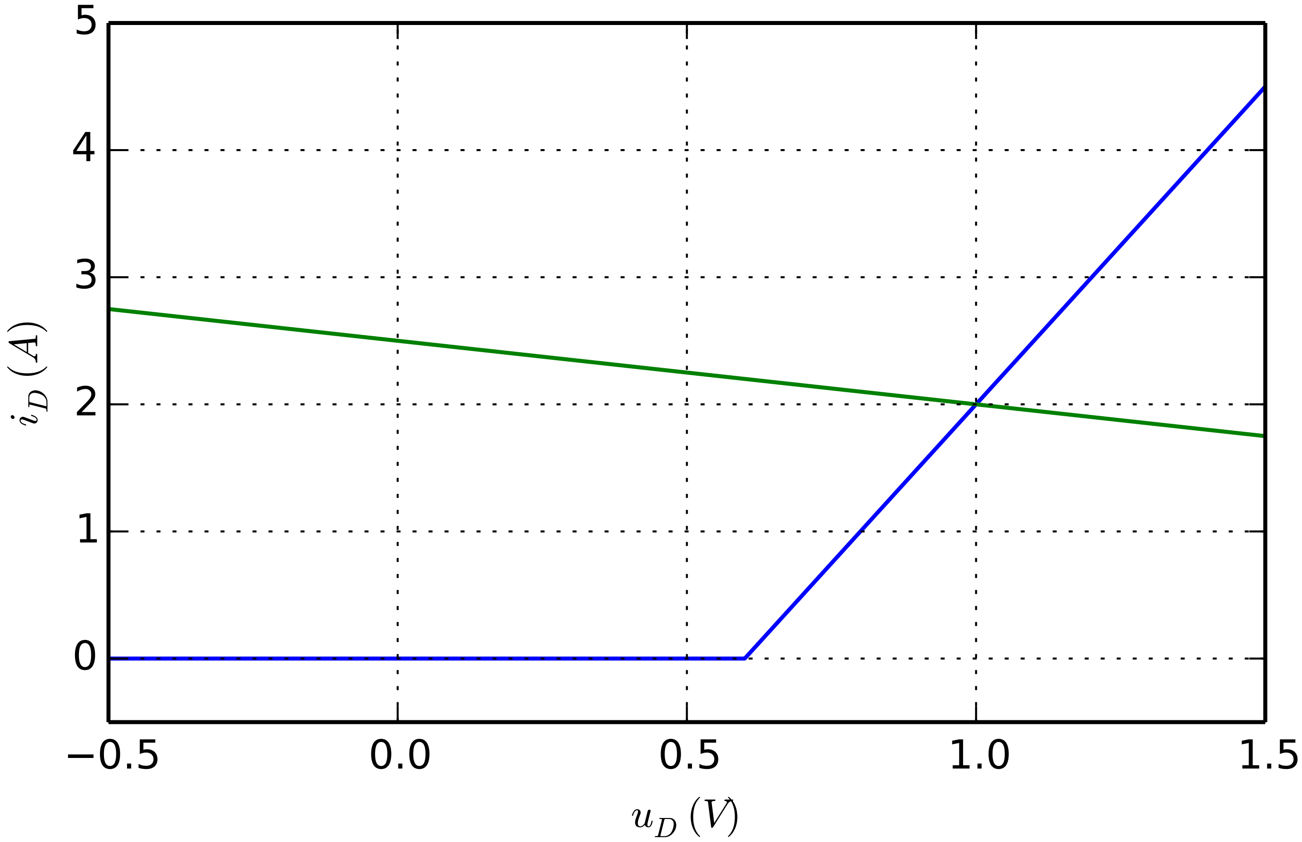
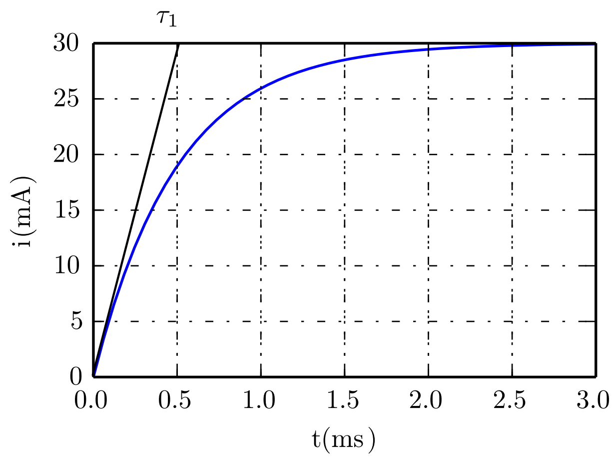


Figure 2.6 – Annexe question 8.

Annexe : problème 2



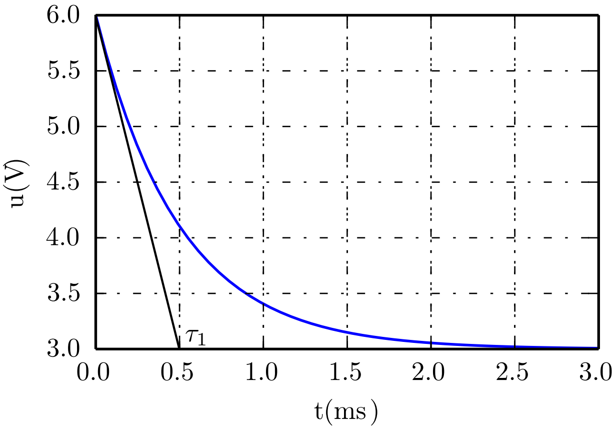


Figure 3.1 – Annexe question 6.

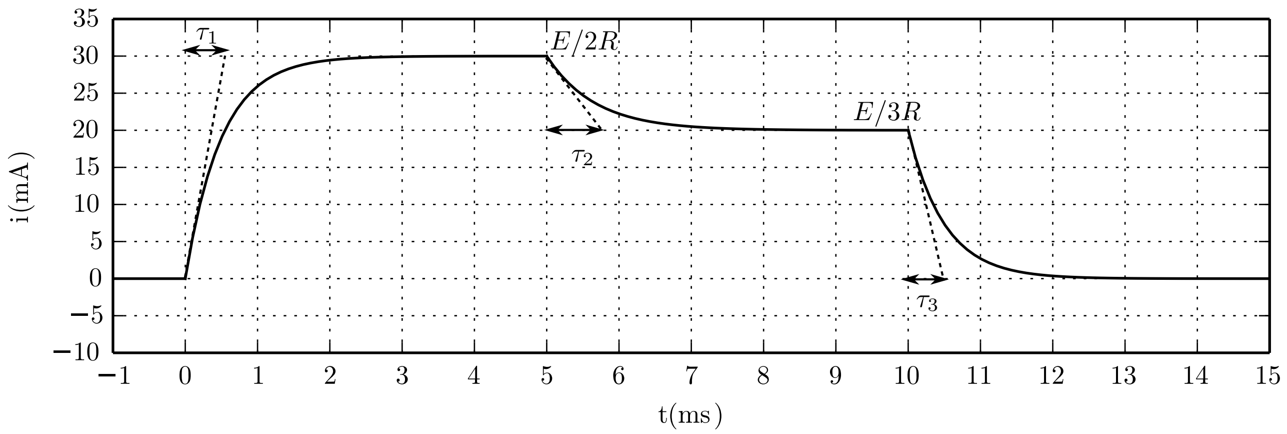


Figure 3.2 – Annexe question 16.

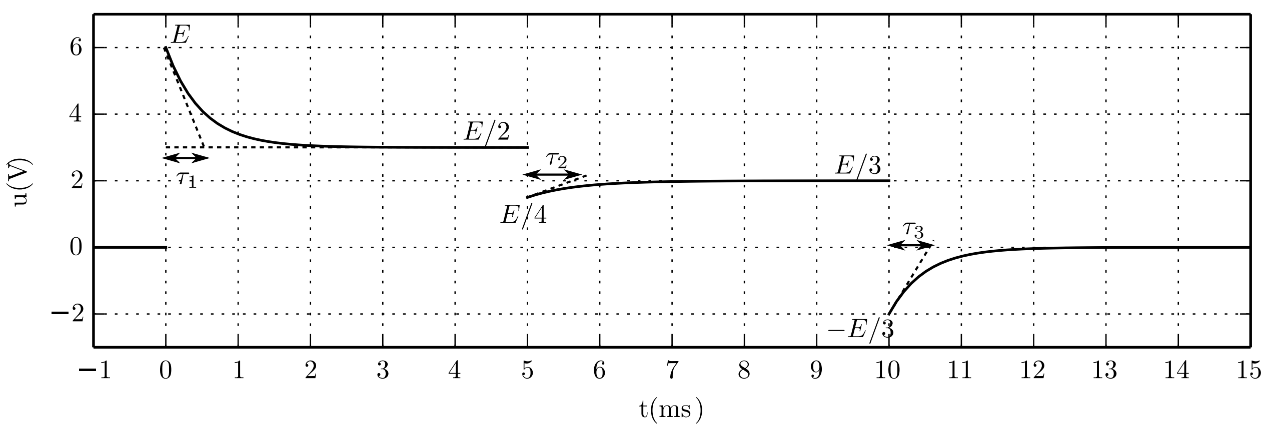


Figure 3.3 – Annexe question 17.