SUP MPSI3 Corrigé DS02 21 octobre 2022

EXERCICE 1 : Etude d'un réseau en régime permanent : *(≈34 pts)*

Q1. Pour exprimer i, il faut calculer la résistance équivalente à toutes les résistances du réseau.

- On note R_{eq1} la résistance équivalente aux résistances $4R$ et $12R$ en parallèle.

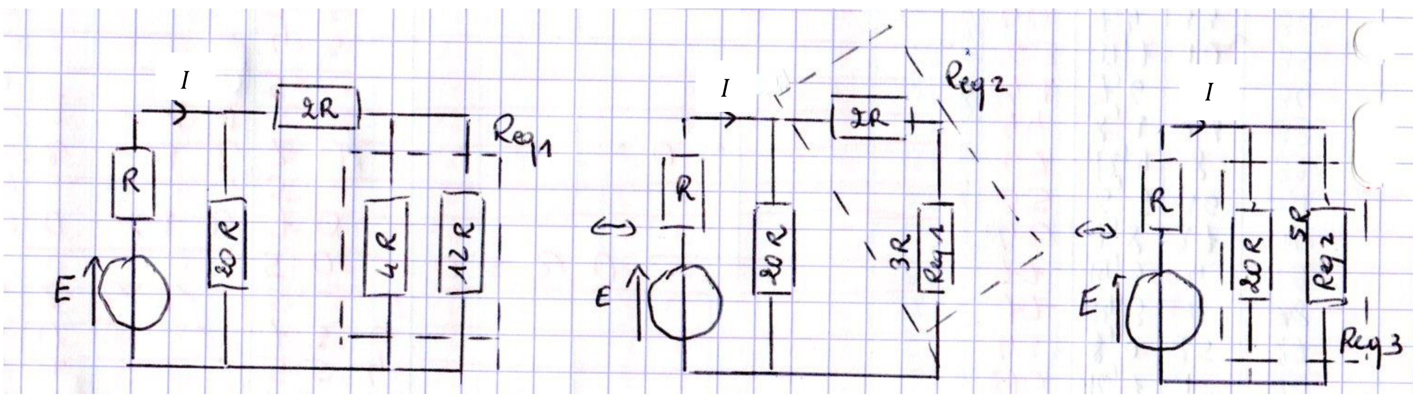
Soit $R_{eq1} = \frac{4R \times 12R}{4R+12R} = \frac{48\,R^2}{16\,R}$; On obtient : $\boxed{\boldsymbol{R_{eq1} = 3R}}$.

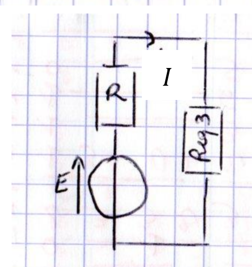
- Cette résistance R_{eq1} est en série avec la résistance $2R$. Soit R_{eq2} cette nouvelle résistance équivalente.

Alors $R_{eq2} = R_{eq1} + 2R = 3R + 2R$; On obtient $\boxed{\boldsymbol{R_{eq2} = 5R}}$.

- Enfin, notons R_{eq3} la résistance équivalente aux résistances R_{eq2} et $20\,R$ en parallèle.

$R_{eq3} = \frac{R_{eq2} \times 20\,R}{R_{eq2}+20\,R} = \frac{5R\times 20R}{5R+20R} = \frac{100\,R^2}{25\,R}$; On obtient : $\boxed{\boldsymbol{R_{eq3} = 4R}}$.





On obtient alors un circuit à une seule maille : Loi de Pouillet pour trouver I :

$I = \frac{E}{R+R_{eq3}} = \frac{E}{R+4R}$; On obtient donc : $\boxed{\boldsymbol{I = \frac{E}{5R}}}$.

- Pour déterminer U_1, on utilise l'additivité des tensions :

$U_1 = E - R\,I = E - R\,\frac{E}{5R} = E - \frac{E}{5}$; On obtient donc : $\boxed{\boldsymbol{U_1 = \frac{4}{5}\,E}}$.

Q2. Il faut reprendre le schéma numéro 2, qui présente U aux bornes de R_{eq1} :

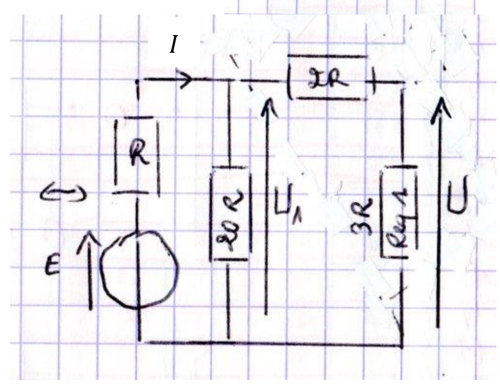
U_1 peut se décaler à l'entrée de la résistance $2R$ comme sur le schéma ci-contre :

On a alors les résistances $2R$ et R_{eq1} qui sont en série. U_1 est la tension globale :

Formule du pont diviseur de tension : $\frac{U}{U_1} = \frac{R_{eq1}}{R_{eq1}+2R} = \frac{3R}{3R+2R}$;

Soit : $\boldsymbol{U = \frac{3}{5}\,U_1}$. Et comme $U_1 = \frac{4}{5}\,E$, on obtient $U = \frac{3}{5} \times \frac{4}{5}\,E$;

Ou encore : $\boxed{\boldsymbol{U = \frac{12}{25}E}}$.



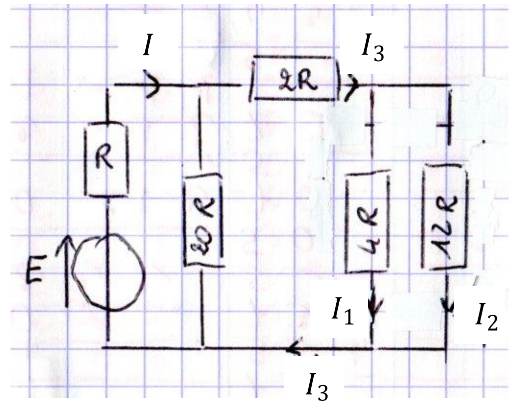
Q3. Pour obtenir les intensités I_1 et I_2, on exploite la loi d'Ohm en convention récepteurs aux bornes des résistances $4R$ et $12R$ respectivement.

D'où : $U = 12R\,I_2$; Soit : $I_2 = \frac{U}{12R} = \frac{\frac{12}{25}E}{12\,R}$; ainsi : $\boxed{\boldsymbol{I_2 = \frac{E}{25\,R}}}$.

Et de même, $U = 4R\,I_1$; Soit : $I_1 = \frac{U}{4\,R} = \frac{\frac{12}{25}E}{4\,R}$; ainsi : $\boxed{\boldsymbol{I_1 = \frac{3\,E}{25\,R}}}$.

Pour obtenir I_3 : Loi des nœuds : $I_3 = I_1 + I_2 = \frac{3\,E}{25\,R} + \frac{E}{25\,R}$; Soit : $\boxed{\boldsymbol{I_3 = \frac{4\,E}{25\,R}}}$.

Q4. Les résistances $4R$ et $12R$ sont en parallèle.
I_3 est l'intensité globale qui arrive au nœud ou en repart, comme indiqué sur le schéma ci-contre :



Formule du pont diviseur de courant : *Attention, il faut prendre la résistance de l'autre branche ou bien travailler avec les conductances.*
$\frac{I_1}{I_3} = \frac{12\,R}{12\,R+4R} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$; Ainsi : $\boxed{\boldsymbol{I_1 = \frac{3}{4}\, I_3}}$;
Cohérent avec le résultat précédent.
De même : $\frac{I_2}{I_3} = \frac{4\,R}{12\,R+4R} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$; Ainsi : $\boxed{\boldsymbol{I_2 = \frac{1}{4}\, I_3}}$.
Cohérent avec le résultat précédent.

Q5. Le générateur idéal de f.e.m. E délivre I ; Alors $\boxed{\boldsymbol{P_g = EI}}$;
Soit $P_g = E\ \frac{E}{5R}$; Ainsi : $\boxed{\boldsymbol{P_g = \frac{E^2}{5R}}}$;

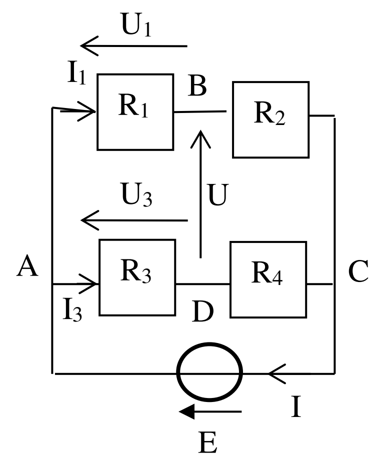
Q6. La résistance $12R$ est traversée par I_2 ;
Ainsi : $\boxed{\boldsymbol{P_J = 12RI_2^2}}$; D'où ; $P_J = 12R\left(\frac{E}{25\,R}\right)^2$; Ainsi : $\boxed{\boldsymbol{P_J = \frac{12\,E^2}{625\ R}}}$;

- Enfin : $\frac{P_J}{P_g} = \frac{\frac{12\,E^2}{625R}}{\frac{E^2}{5\ R}}$; Ainsi : $\frac{P_J}{P_g} = \frac{12}{625} \times 5 = \frac{12}{125}$; <u>Ccl</u> : $\boxed{\boldsymbol{P_J \approx \frac{1}{10} P_g \approx \frac{10}{100}\ P_g}}$;

La **<u>résistance 12R consomme donc environ 10 % de l'énergie fournie par le générateur</u>**.

EXERCICE 2 : Etude d'un pont de Wheatstone en régime permanent : *(≈33pts)*

Q1. $\boxed{U_1 = V_A - V_B}$; $\boxed{U_3 = V_A - V_D}$; Et $\boxed{U = V_B - V_D}$.



I - Etude du réseau ci-contre par différentes méthodes :

Q2. Lois de Kirchhoff :

- Loi des nœuds : $I = I_1 + I_3$.
- Loi des mailles en bas : $E - R_3I_3 - R_4I_3 = 0$; Soit : $\boxed{I_3 = \frac{E}{R_3+R_4}}$;
- Loi des mailles ds la grande maille : $E - R_1I_1 - R_2I_1 = 0$;

Soit : $\boxed{I_1 = \frac{E}{R_1+R_2}}$;

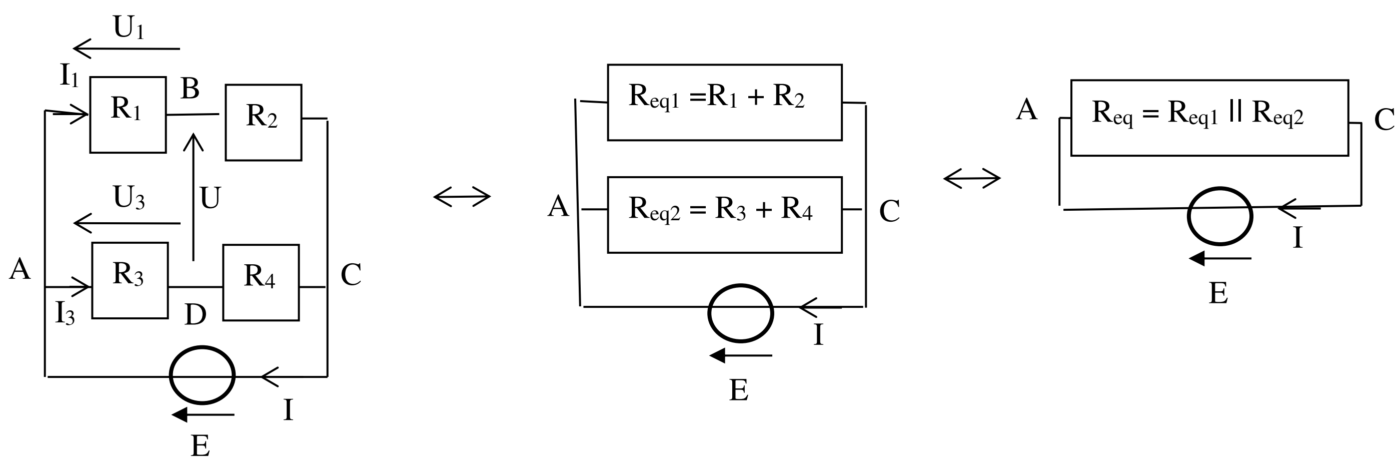
- En appliquant la loi des nœuds, il vient : $I = \frac{E}{R_1+R_2} + \frac{E}{R_3+R_4}$

Ou encore : $\boxed{I = \frac{E(R_1+R_2+R_3+R_4)}{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}}$;

- Enfin : Loi d'Ohm en convention récepteur : $U_1 = R_1 I_1$; Soit : $\boxed{U_1 = \frac{R_1\,E}{R_1+R_2}}$;

Et de même : $U_3 = R_3 I_3$; Soit : $\boxed{U_3 = \frac{R_3\,E}{R_3+R_4}}$;

Q3. Simplification du réseau :



$$\boxed{R_{eq} = \frac{R_{eq1}R_{eq2}}{R_{eq1}+R_{eq2}} = \frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1+R_2+R_3+R_4}}$$

Sur le circuit à une maille : <u>Loi de Pouillet</u> $\boxed{: I = \frac{E}{R_{eq}}}$; Ainsi : $\boxed{I = \frac{E(R_1+R_2+R_3+R_4)}{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}}$;

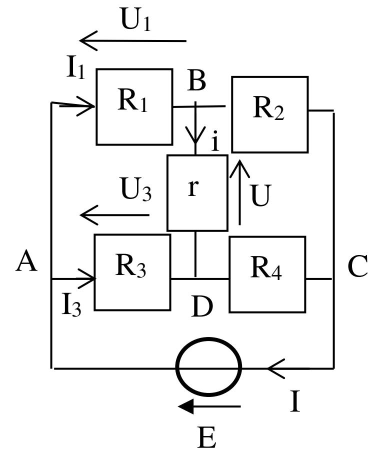
Q4. En utilisant les formules du pont diviseur de tension, sur le circuit initial :
Dans la maille du bas, les résistances R_3 et R_4 sont en série et E alimente la totalité :
Ainsi : $\frac{U_3}{E} = \frac{R_3}{R_3+R_4}$; Soit : $\boxed{U_3 = \frac{R_3}{R_3+R_4}\,E}$;
De même dans la grande maille, les résistances R_1 et R_2 sont en série et E alimente la totalité :
Ainsi : $\frac{U_1}{E} = \frac{R_1}{R_1+R_2}$; Soit : $\boxed{U_1 = \frac{R_1}{R_1+R_2}\,E}$;

- De plus, $U = V_B - V_D = V_B - V_A + V_A - V_D$; Soit : $\boxed{U = U_3 - U_1}$ (par additivité des tensions).

Ainsi : $U = \frac{R_3}{R_3+R_4}E - \frac{R_1}{R_1+R_2}E$; Soit : $U = \frac{R_3(R_1+R_2)-R_1(R_3+R_4)}{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}E$; Ou encore : $\boxed{U = \frac{R_2\,R_3 - R_1R_4}{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}\,E}$;

- <u>**U est nulle**</u> lorsque le numérateur est nul, donc pour $\boxed{R_1R_4 = R_2\,R_3}$;

<u>II - On branche maintenant entre les bornes B et D un ampèremètre de précision, que l'on modélise par un conducteur ohmique de résistance *r* :</u>



Q5. Soit i l'intensité traversant l'ampèremètre modélisé ci-contre par la résistance r. On a $\boxed{\mathbf{U = r\,i = V_B - V_D}}$; Ainsi $\boxed{\mathbf{i = 0, \text{ pour } V_B = V_D}}$;

Q6. On règle la valeur de la résistance variable R_2 de façon à obtenir $U = 0$ au voltmètre ou i = 0 à l'ampèremètre ;

On en déduit la valeur de la résistance inconnue R_3 telle que : $\boxed{\boldsymbol{R_3 = \frac{R_1\,R_4}{R_2}};}$

On peut ainsi **<u>déterminer la valeur d'une résistance inconnue.</u>**

PROBLEME 1 : Etude d'une lampe de secours rechargeable : *($\approx$63 pts)*

(D'après CCINP TSI 2022)

Q1. Loi des mailles : $\boldsymbol{u_c(t) - Ri(t) = 0}$.

Relation courant tension aux bornes du condensateur **<u>en convention générateur</u>** : $\boldsymbol{i(t) = -C\,\frac{u_c(t)}{dt}}$;

D'où : $u_c(t) + RC\,\frac{du_c(t)}{dt} = 0$;

Sous forme canonique, il vient : $\boxed{\boldsymbol{\frac{du_c(t)}{dt} + \frac{u_c(t)}{RC} = \frac{du_c(t)}{dt} + \frac{u_c(t)}{\tau} = 0\ ;\ \text{En posant } \tau = RC}}$.

- Solution générale = solution homogène (puisque le second membre est nul) de la forme :

$u_c(t) = A\,e^{-t/\tau}$.

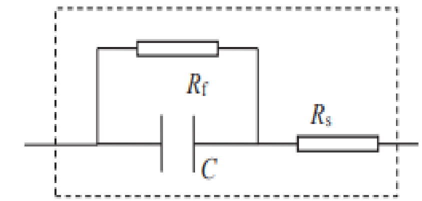
Condition initiale : A $t = 0$, $u_c(0^-) = u_c(0^+) = U_0$, car C assure la continuité de la tension à ses bornes.

Alors $A\,e^0 = \boldsymbol{U_0} = \boldsymbol{A}$; <u>Conclusion</u> : $\boxed{\boldsymbol{u_c(t) = U_0\,e^{-t/\tau}\ ,\ \text{avec } \tau = RC.}}$

Q2. D'après l'énoncé, $5\tau = 20$ min ; donc $\underline{\boldsymbol{\tau = RC = 4\ \text{min} = 240\ \text{s}}}$; Alors : $\boxed{\boldsymbol{R = \frac{\tau}{C}}}$.

<u>AN</u> : $R = \frac{240}{10}$; On obtient : $\underline{\boldsymbol{R = 24\ \Omega}}$.

Q3. Les deux résistances doivent modifier au minimum le circuit. Ainsi, on devrait avoir **<u>$\boldsymbol{R_f}$ grande,</u>** pour que l'intensité qui la traverse soit faible et **<u>$\boldsymbol{R_s}$ petite</u>**, afin de minimiser les pertes par effet Joule.



Q4. Lorsque la DEL est bloquée, l'intensité reste nulle, donc elle se comporte comme un **<u>interrupteur ouvert.</u>**

- Lorsqu'elle est passante, la caractéristique de la diode est une droite oblique d'équation : $\boldsymbol{i = \alpha\,u_d + \beta}$.

Il faut déterminer α et β :

α est le coefficient directeur de la droite : $\alpha = \frac{250.10^{-3}}{0{,}5} = \frac{0{,}25}{0{,}5} = \frac{25}{50}$; Soit $\underline{\boldsymbol{\alpha = 0{,}5\ \text{S (ou } \Omega^{-1})}}$.

β l'ordonnée à l'origine telle que : $0 = 0{,}5 \times\ 2{,}3 + \beta$; Soit $\beta = -1{,}15$;

D'où l'**<u>équation de la caractéristique : $\boldsymbol{i = 0{,}5\,u_d - 1{,}15}$</u>** (*)

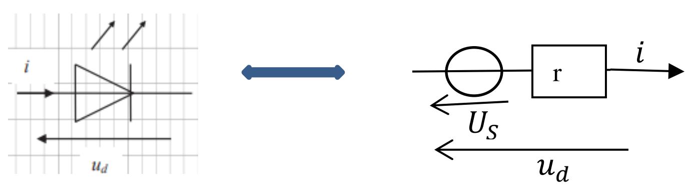
On souhaite modéliser la DEL sous forme d'un générateur de Thévenin, donc on veut une équation de la forme : $u_d = \alpha' i + \beta'$.

Il faut donc sortir u_d de l'équation précédente (*) : $0{,}5\,u_d = i + 1{,}15$; Ou encore : $u_d = \frac{i}{0{,}5} + \frac{1{,}15}{0{,}5} = 2i + \frac{11{,}5}{5}$

Qui se simplifie en $u_d = 2i + 2{,}3$; De la forme $\boxed{\boldsymbol{u_d = U_S + ri\ \text{avec}\ r = 2\ \Omega\ \text{et}\ U_S = 2{,}3\ \text{V}}}$.

On peut donc modéliser la diode passante par une **<u>association série d'une f.e.m. $\boldsymbol{U_S}$ et une résistance $\boldsymbol{r}$ en convention récepteur.</u>**

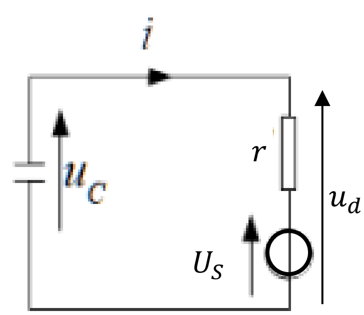
D'où le schéma électrique équivalent.



Q5. Schéma ci-contre.

i et u_d dont de sens opposés.

u_d et U_S sont de même sens.



Loi des mailles : $u_c(t) - ri(t) - U_S = 0$.

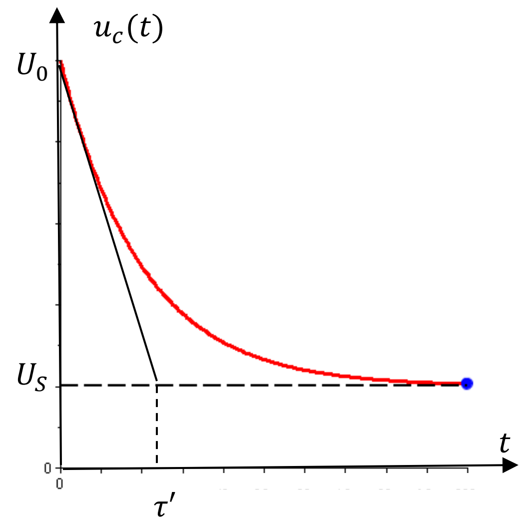
Relation courant tension aux bornes du condensateur **<u>en convention générateur</u>** : $\boldsymbol{i(t) = -C\,\frac{u_c(t)}{dt}}$;

D'où : $u_c(t) + rC\,\frac{u_c(t)}{dt} - U_S = 0$.

Sous forme canonique, il vient : $\boxed{\boldsymbol{\frac{du_c(t)}{dt} + \frac{u_c(t)}{rC} = \frac{du_c(t)}{dt} + \frac{u_c(t)}{\tau'} = \frac{U_S}{rC}\ ;}}$

$\boxed{\textbf{En posant } \boldsymbol{\tau' = rC}}$.

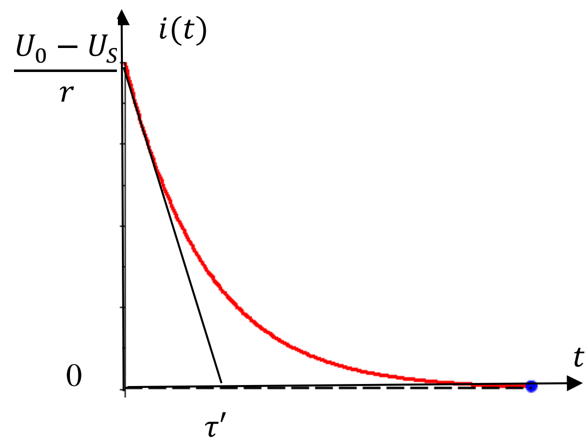
Q6. Solution homogène de la forme : $\boldsymbol{u_{ch}(t) = B\, e^{-t/\tau'}}$.
Solution particulière constante ; Elle satisfait à l'équation différentielle ; Soit : $\boldsymbol{u_{cP} = U_S}$.
Solution générale : $u_c(t) = u_{ch}(t) + u_{cP} = B\, e^{-t/\tau'} + U_S$.
Condition initiale : A $t = 0$, $u_c(0^-) = u_c(0^+) = U_0$, car C assure la continuité de la tension à ses bornes.
Alors $B\, e^0 + U_S = U_0$; D'où : $\boldsymbol{B = U_0 - U_S}$;
Conclusion : $\boxed{\boldsymbol{u_c(t) = U_S + (U_0 - U_S)\, e^{-t/\tau'}}\textbf{, avec } \boldsymbol{\tau' = rC}.}$



- Allure de $u_c(t)$: ci-contre.

$\boldsymbol{u_c(0^+) = U_0}$ et $\boldsymbol{\lim_{t\to\infty} u_c(t) = U_S}$.
L'intersection de la tangente à l'origine avec l'asymptote horizontale donne accès à τ'.

Q7. On a vu que $\boldsymbol{i(t) = -C\, \frac{u_c(t)}{dt}}$;
Soit : $i(t) = -C\left(-\frac{1}{\tau'}\right)(U_0 - U_S)e^{-\frac{t}{\tau'}}$;
Qui se simplifie en $\boxed{\boldsymbol{i(t) = \left(\frac{U_0 - U_S}{r}\right)e^{-t/\tau'}}}$.



- Allure de $i(t)$: ci-contre.

$\boldsymbol{i(0^+) = \frac{U_0 - U_S}{r}}$ et $\boldsymbol{\lim_{t\to\infty} i(t) = 0}$.
L'intersection de la tangente à l'origine avec l'axe des temps donne accès à τ'.

Q8. On remarque que $\boxed{\boldsymbol{u_{c\,max} = U_0 = 3,3\ V}}$ et $\boxed{\boldsymbol{i_{max} = \frac{U_0 - U_S}{r}}}$
D'où : et $i_{max} = \frac{3,3-2,3}{2}$; on obtient $\underline{\boldsymbol{i_{max} = 0,5\ A}}$.
D'après le tableau 1, $\underline{\boldsymbol{i_{max} = 250\ \textbf{mA et}\ u_{c\,max} = 2,8\ V}}$.
Conclusion : Il faut restreindre la charge initiale du condensateur (pour limiter $u_{c\,max}$) en **secouant moins longtemps** (≈20 s) et ajouter **une résistance R' en série avec la LED** pour diviser par deux, la valeur initiale de l'intensité.

Q9. D'après l'énoncé, la lampe éclaire tant que $u_d > U_S + 0{,}1$ V.
D'après le schéma de la question Q5, $\boldsymbol{u_c = u_d}$.
Ainsi, la lampe éclaire tant que $U_S + (U_0 - U_S)\, e^{-t/\tau'} > U_S + 0{,}1$ V
A la limite, en $t = T$, on aura : $(U_0 - U_S)\, e^{-T/\tau'} = 0{,}1$ V
Or $U_0 - U_S = 1$V ; Ainsi, on obtient : $e^{-T/\tau'} = 0{,}1$; Soit : $-\frac{T}{\tau'} = \ln(0{,}1) = -\ln(10)$.
Ainsi : $\boxed{\boldsymbol{T = \tau' \ln(10) = rC \ln(10)}}$; AN : $T = 2 \times 10 \times 2{,}3$; On obtient $\underline{\boldsymbol{: T \approx 46\ s}}$.
Conclusion : On est **loin des 20 min annoncées** !

Q10. On sait que l'énergie emmagasinée dans le condensateur se met sous la forme : $\boldsymbol{W = \frac{1}{2}\, C\, U^2}$.
Ainsi, l'énergie initiale sera : $W_i = \frac{1}{2}\, C\, {U_0}^2$; Et l'énergie finale : $W_{Fin} = \frac{1}{2}\, C\, {U_{Fin}}^2$.
Alors le pourcentage d'énergie restante dans le condensateur lorsque la DEL cesse d'émettre de la lumière est :
$\boxed{\boldsymbol{P = 100 \times \frac{W_{Fin}}{W_i} = 100 \times \frac{{U_{Fin}}^2}{{U_0}^2}}}$.

PROBLEME 2 : Etude d'un circuit RL transitoire : *(D'après AGRO) (≈43 pts)*

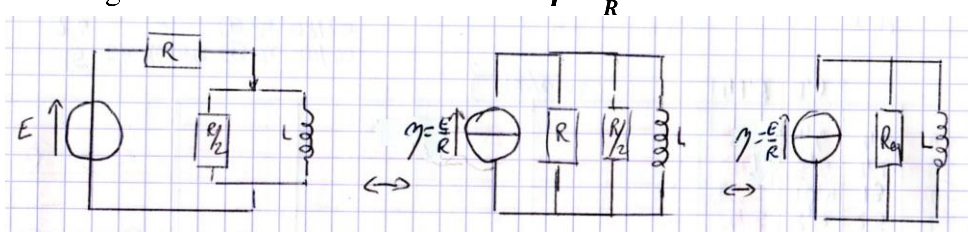
Q1. Oui, le **courant dans la bobine est continu à t = 0**, car une bobine assure la continuité de l'intensité qui la traverse.
Par contre, à priori il y a **discontinuité de la tension aux bornes de la bobine** à t = 0.
Et aussi, **discontinuité du courant dans la résistance R** à t = 0.

Q2. Pour $t < 0$, K est ouvert, donc $i_L(0^-) = 0$; Par continuité $\boxed{\boldsymbol{i_L(0^+) = 0}}$.
Loi des nœuds à $t = 0^+$: $i(0^+) = i_R(0^+) + i_L(0^+)$; Soit : $\boldsymbol{i(0^+) = i_R(0^+)}$.
Loi des mailles dans la maille de gauche, à $t = 0^+$: $E - Ri(0^+) - \frac{R}{2}\, i_R(0^+) = 0$
Soit : $E = \left(R + \frac{R}{2}\right) i_R(0^+)$; D'où : $\boldsymbol{i_R(0^+) = i(0^+) = \frac{2E}{3R}}$ et $s(0^+) = \frac{R}{2} i_R(0^+) = \frac{R}{2}\frac{2E}{3R}$;
On obtient bien : $\boxed{\boldsymbol{s(0^+) = \frac{E}{3}}}$.
Autre méthode : Comme $i_L(0^+) = 0$, alors $i(0^+) = i_R(0^+)$ et les résistances R et $\frac{R}{2}$ peuvent être considérées comme en série. Pont diviseur de tension à $t = 0^+$: $\frac{s(0^+)}{E} = \frac{\frac{R}{2}}{\frac{R}{2}+R} = \frac{\frac{R}{2}}{3\frac{R}{2}} = \frac{1}{3}$; D'où : $\boxed{\boldsymbol{s(0^+) = \frac{E}{3}}}$.

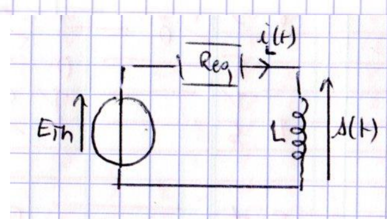
Q3. Lorsque $t \to \infty$, le régime permanent est atteint et la **bobine se comporte comme un fil**.
Ainsi, $\boxed{\boldsymbol{\lim_{t\to\infty}(s) = 0}}$, car cela correspond à la tension aux bornes d'un fil.

Q4. On cherche l'équation différentielle en $s(t)$:
Loi des mailles à gauche : $E - Ri(t) - s(t) = 0$.
Il faut supprimer $i(t)$: Loi des nœuds : $i(t) = i_R(t) + i_L(t)$.
Ainsi, on obtient : $E = R[i_R(t) + i_L(t)] + s(t)$. (*)
Il reste à exprimer les intensités $i_L(t)$ et $i_R(t)$ en fonction de $s(t)$: $s(t) = L\,\frac{d\,i_L(t)}{dt}$ et $s(t) = \frac{R}{2}\, i_R(t)$.
Il faut donc dériver (*) : $0 = R\frac{d\,i_R(t)}{dt} + R\,\frac{d\,i_L(t)}{dt} + \frac{d\,s(t)}{dt}$
Ainsi, il vient : $2\frac{d\,s(t)}{dt} + \frac{R}{L}\, s(t) + \frac{d\,s(t)}{dt} = 0$; Enfin sous forme canonique, on obtient : $\boxed{\boldsymbol{\frac{d\,s(t)}{dt} + \frac{R}{3L} s(t) = 0}}$.

Q5. Par simplification du réseau : On garde bien la bobine à droite.
On transforme le générateur de Thévenin en générateur de Norton : On a alors $\boldsymbol{\eta = \frac{E}{R}}$.



Puis les résistances R et $\frac{R}{2}$ sont en parallèle, alors $R_{eq} = \frac{R\frac{R}{2}}{R+\frac{R}{2}} = \frac{\frac{R}{2}}{\frac{3}{2}}$; Ainsi, $\boxed{\boldsymbol{R_{eq} = \frac{R}{3}}}$.
On repasse alors en générateur de Thévenin : $E_{Th} = R_{eq}\,\eta = \frac{R}{3}\frac{E}{R}$;
Ainsi : $\boxed{\boldsymbol{E_{Th} = \frac{E}{3}}}$.



On a alors un circuit à une seule maille :
Loi des mailles : $E_{Th} - R_{eq}\, i_L(t) - s(t) = 0$. (**)
Il faut supprimer $i_L(t)$: $s(t) = L\,\frac{d\,i_L(t)}{dt}$
On dérive donc (**) , il vient : $0 = R_{eq}\frac{d\,i_L(t)}{dt} + \frac{d\,s(t)}{dt}$;
Soit : $\frac{d\,s(t)}{dt} + \frac{R_{eq}}{L}\, s(t) = 0$; Et enfin : $\boxed{\boldsymbol{\frac{d\,s(t)}{dt} + \frac{R}{3L} s(t) = 0}}$.

Q6. Solution de cette équation différentielle :

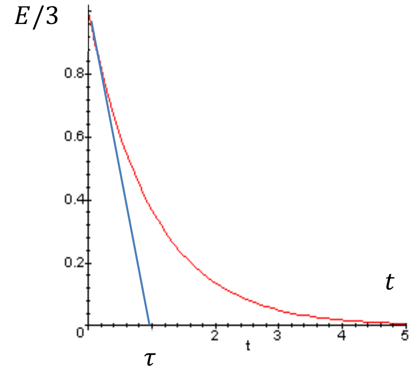
On pose $\boxed{\boldsymbol{\tau = \frac{3L}{R}}}$. ***Solution homogène = solution générale,*** car le second membre est nul.

$s(t)$ est de la forme $\boxed{\boldsymbol{s(t) = \mathrm{A}\ \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)}}$

CI pour déterminer A : CI : A $t = 0^+$, on a dejà vu en Q2 que $s(0^+) = \frac{E}{3}$; Donc $\boxed{\boldsymbol{\mathrm{A} = \frac{E}{3}}}$

Ainsi : $\boxed{\boldsymbol{s(t) = \frac{E}{3}\ \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\ \text{avec}\ \tau = \frac{3L}{R}}}$

D'où l'allure de $s(t)$ ci-contre :



<u>Remarque</u> : On retrouve bien que $\lim_{t \to \infty,} (s) = 0$.

Q7. On cherche t_0 tel que $s(t_0) = \frac{s(t=0^+)}{10} = \frac{E}{3 \times 10}$.

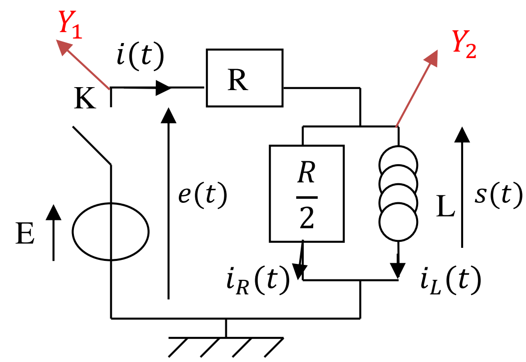
On a alors : $s(t) = \frac{E}{3}\ \exp\left(-\frac{t_0}{\tau}\right) = \frac{E}{3 \times 10}$; D'où : $\exp\left(-\frac{t_0}{\tau}\right) = \frac{1}{10} = 0{,}1$.

Soit : $-\frac{t_0}{\tau} = \ln(0{,}1) = -\ln(10)$;

Enfin : $\boxed{\boldsymbol{t_0 = \tau \ln(10) = \frac{3L}{R}\ \ln(10)}}$.

Q8. Pour visualiser $e(t)$ et $s(t)$, il suffit de brancher l'oscilloscope comme ci-contre.

La masse de l'oscilloscope est reliée à la masse du GBF, un <u>**transformateur d'isolement n'est pas nécessaire**</u>.



Q9. On vous donne t_0 = 3,0 µs et R = 1000 Ω.

Or $t_0 = \frac{3L}{R}\ \ln(10)$; D'où : $\boxed{\boldsymbol{L = \frac{R\, t_0}{3 \ln(10)}}}$.

<u>AN</u> : $L = \frac{1000 \times 3.10^{-6}}{3 \ln(10)} = \frac{10^{-3}}{\ln(10)} = \frac{1}{2{,}3} . 10^{-3}$;

On obtient <u>$\boldsymbol{L \approx}$ **0,4 mH**</u>.

Q10. Pour pouvoir observer l'évolution complète de $s(t)$, il faut que $\boldsymbol{\frac{T}{2} \geq 5\,\tau}$.

Soit $T \geq 10\,\tau = \frac{30\,L}{R}$; Ou encore $\boxed{\boldsymbol{f \leq \frac{R}{30\,L}}}$.

<u>AN</u> : $f \leq \frac{1000}{30 \times 0{,}4.10^{-3}} = \frac{10^6}{12} \approx 0{,}08.10^6 \approx 8.10^4 \approx 80.10^3$; Il faut donc <u>$\boldsymbol{f \leq}$ **80 kHz.**</u>