Exercices sur les régimes transitoires du 1er ordre

Ce document est une compilation des exercices posés en devoirs surveillés d'électricité au département Génie Electrique et Informatique Industrielle de l'IUT de Nantes. Ces devoirs se sont déroulés généralement sans documents, sans calculette et *sans téléphone portable…*

Les devoirs d'une durée de 80 min sont notés sur 20 points. Donc chaque point proposé au barème correspond approximativement à une activité de 4 min.

Ces exercices correspondent au chapitre 13 de la ressource **Baselecpro** sur le site IUTenligne.

Un corrigé avec barème de correction est remis aux étudiants en sortie du devoir (C'est souvent le seul moment où ils vont réfléchir à ce qu'ils ont su (ou pas su) faire dans ce devoir)

Personnellement, je me refuse à manipuler le barème d'un devoir lors de la correction dans le but d'obtenir une moyenne présentable. *(ni trop ni trop peu…)*
La moyenne d'un devoir doit refléter l'adéquation entre les objectifs de l'enseignant et les résultats des étudiants.

Les documents proposés ici sont délivrés dans un format qui permet tout assemblage/désassemblage ou modification à la convenance de l'utilisateur. Les dessins et les équations ont été réalisés avec Word97.

Nos étudiants disposent d'une masse considérable d'informations sur internet. Les enseignants sont maintenant soucieux de leur apprendre à utiliser intelligemment cet immense champ de connaissance. Ils leur apprennent notamment à citer les sources…

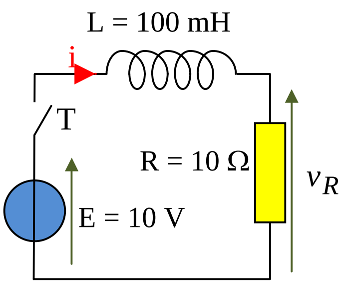
Une version de Baselecpro est disponible sous forme d'un livre aux éditions *Ellipses* dans la collection *Technosup* sous le titre
ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE – Les lois de l'électricité

Michel PIOU - Agrégé de génie électrique – IUT de Nantes – France

Table des matières

1 Régime transitoire. Dipôle R-L (3 pts) 1
2 Dipôle R-L soumis à un échelon de tension. (3pts) 3
3 Régime transitoire R-L avec 2 sources (3 pts) 4
4 Trois cas de régime transitoire R-L avec 2 sources (6 pts) 5
5 Dipôle R-L soumis à un échelon négatif/positif retardé (1,5pts) 7
6 Dipôle R-C soumis à un échelon de tension retardé (6,5 pts) 8
7 Deux instants différents du régime transitoire dans un dipôle R-C (2pts) 12
8 Equations du régime transitoire dans un dipôle R-C (4pts) 13
9 Deux résistances et un condensateur (4 pts) 14
10 Deux résistances, un condensateur et deux sources (8 pts) 15
11 Régime transitoire : principe d'un astable avec un circuit 555. (6 pts) 17
12 Réalisation d'une horloge à l'aide d'un inverseur logique à hystérésis (5 PTS) 20
13 Tension et courant dans un hacheur (7,5 pts) 22

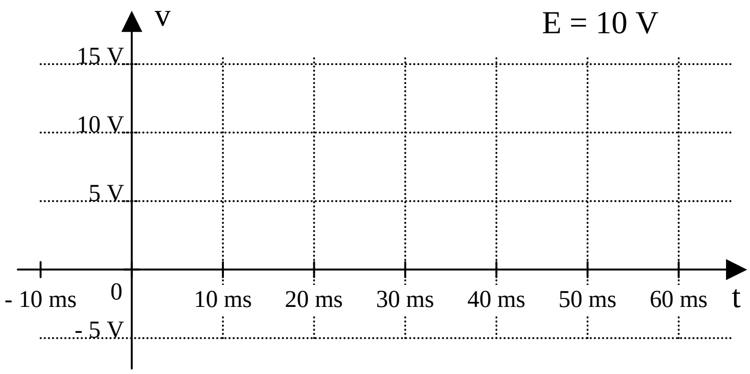
1 Régime transitoire. Dipôle R-L (3 pts)



T : Interrupteur ouvert pour $t < 0$ et fermé pour $t > 0$.

Questions :

Etablir le schéma des conditions initiales ($t = 0^+$) et le schéma du régime forcé ($t \to \infty$) en indiquant la valeur du courant et de la tension *v*.
Représenter ci-dessous le graphe de $v_R(t)$ pour $-10\ ms < t < 60\ ms$.
Etablir l'expression analytique de $v_R(t)$ pour $t > 0$.

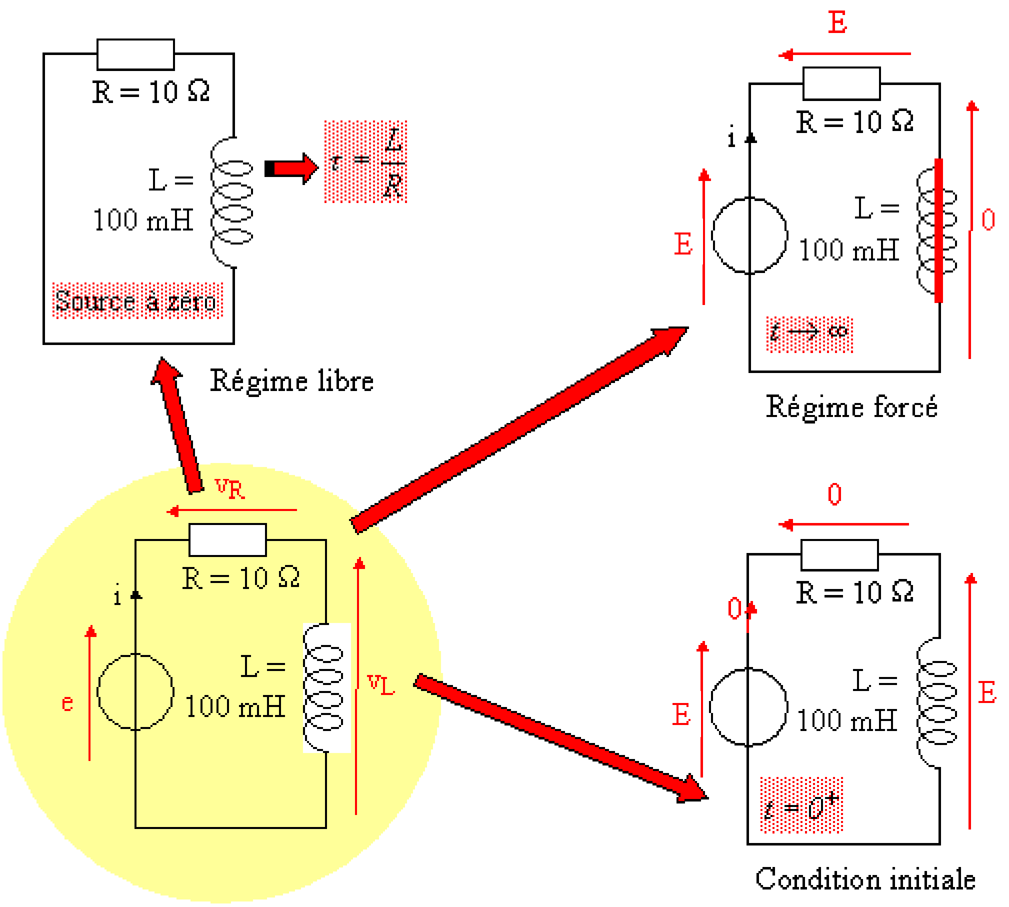


On pourra utiliser l'une des formules :

$$f(t) = \left(f(t_o) - F_F\right).e^{-\frac{(t-t_o)}{\tau}} + F_F \quad \text{ou}$$

$$f(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + F_F$$

Corrigé:



Aux bornes de la résistance :

$$v_R(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + E \text{ avec}$$

$v(0) = 0$ et $\tau = \dfrac{L}{R} = 0.01\,s$.

$$\Rightarrow v_R(0) = A.e^0 + E = A + E = 0$$

$$v_R(t) = -E.e^{-\frac{t}{0,01}} + E$$

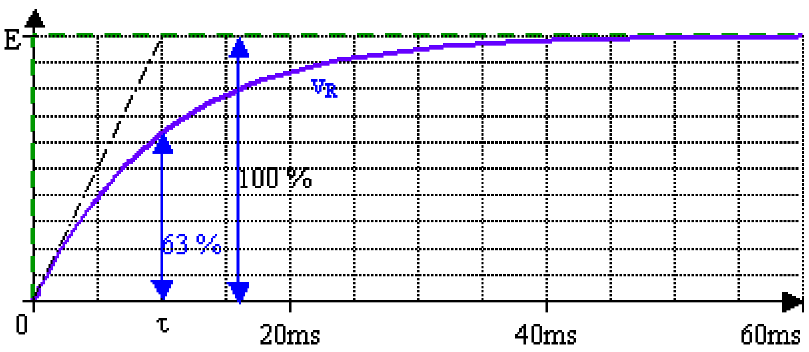
$$\Rightarrow v_R(t) = -10.e^{-100.t} + 10$$

On peut également utiliser la formule

$$v_R(t) = \left(v_R(0) - v_{R\,f}\right).e^{-\frac{t}{\tau}} + v_{R\,f}$$

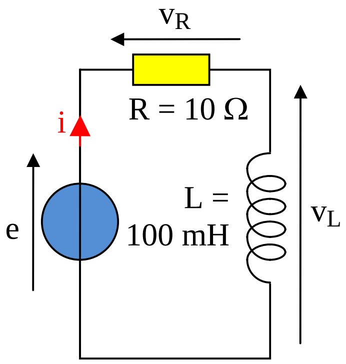
$$\Rightarrow v_R(t) = (0 - E).e^{-\frac{t}{\tau}} + E$$

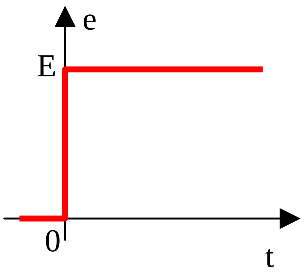
$$\Rightarrow v_R(t) = -10.e^{-100.t} + 10$$



Car $t_0 = 0$ et $v_{R\,f} = E = 10\,V$

2 Dipôle R-L soumis à un échelon de tension. (3pts)



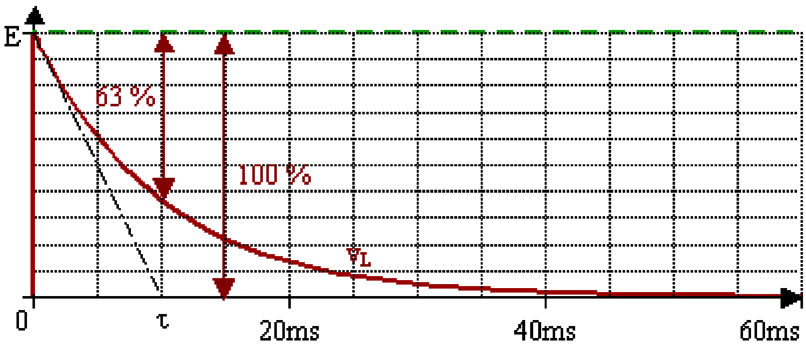


Soit le dipôle R.L série ci-contre alimenté par une source de tension e(t) produisant un échelon de tension E à partir de *t = 0*.

Pour *t < 0 : i(t) = 0 et e(t) = 0*.

Donner l'expression et représenter $v_L(t)$ pour t > 0.
(Ne pas oublier de graduer les deux axes)

Corrigé :



$v_L(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + 0$ avec $v_L(0^+) = E$.

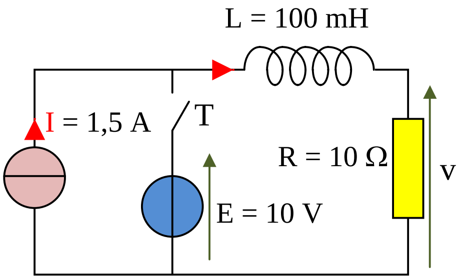
$\Rightarrow v_L(0^+) = A.e^0 = A = E$

$v_L(t) = E.e^{-\frac{t}{0{,}01}}$ *(1,5pt)*

On pouvait également utiliser la formule $v_L(t) = \left(v_L(t_0) - v_{L\,f}\right)e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} + v_{L\,f}$ Avec $t_0 = 0$ et $v_{L\,f} = 0$

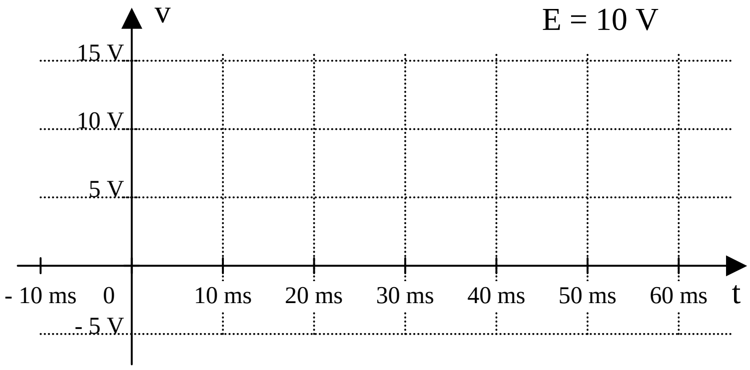
Voir le corrigé dans « Baselecpro » chapitre 13 exercice1

3 Régime transitoire R-L avec 2 sources (3 pts)

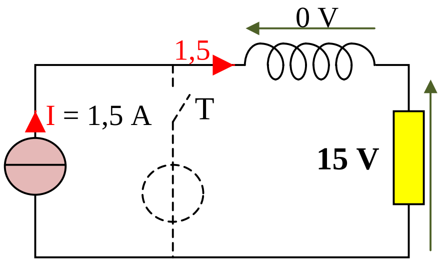


T : Interrupteur ouvert pour $t < 0$ et fermé pour $t > 0$.

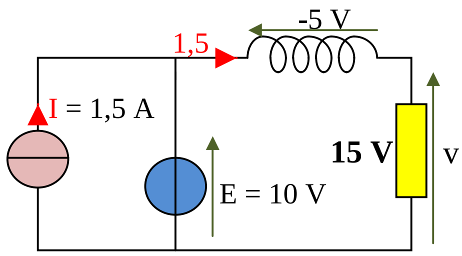
Questions :
Représenter ci-dessous le graphe de v(t) pour $-10\ ms < t < 60\ ms$.
Etablir l'expression analytique de v(t) pour $t > 0$.



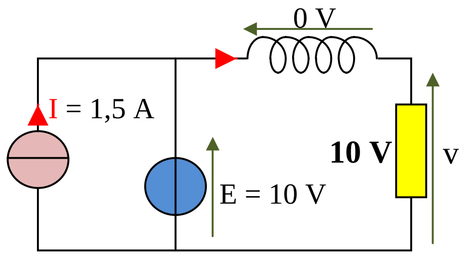
Corrigé :



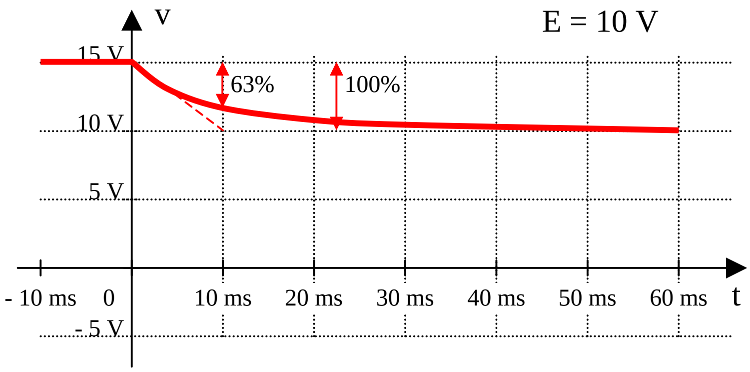
$t < 0$ $v = R.I = 10\ .\ 1{,}5 = 15\ V$
Courant constant dans l'inductance => tension nulle à ses bornes



$t = 0^+$ Pas de discontinuité du courant dans l'inductance
$v = R.I = 10\ .\ 1{,}5 = 15\ V$



$t \to \infty$ Courant constant dans l'inductance => tension nulle à ses bornes => $v = 10\ V$



Valeur de la constante de temps :

$$\frac{L}{R} = \frac{10^{-1}}{10} = 10^{-2}\ s = 10\ ms$$

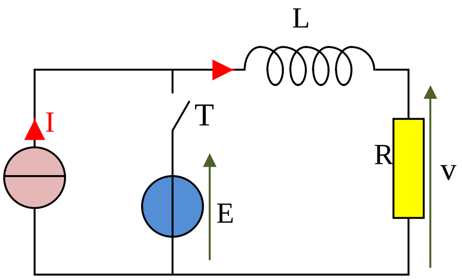
pour $t > 0$:

$$v(t) = \left(v(0) - v_f\right).e^{-\frac{t}{\tau}} + v_f$$

$$\Rightarrow v(t) = \left(15 - 10\right).e^{-\frac{t}{10^{-2}}} + 10$$

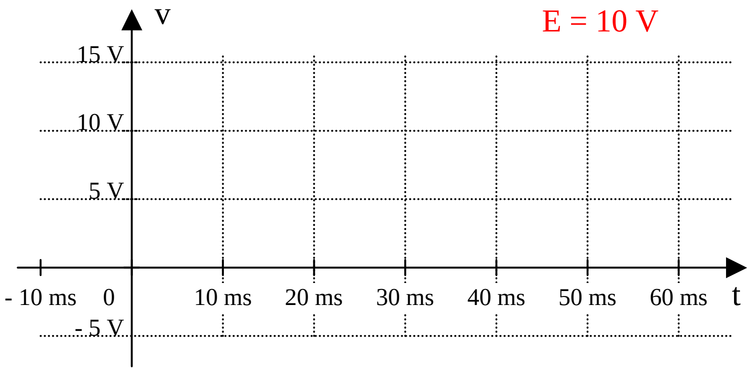
$$\Leftrightarrow v(t) = 5.e^{-100\ .\ t} + 10$$

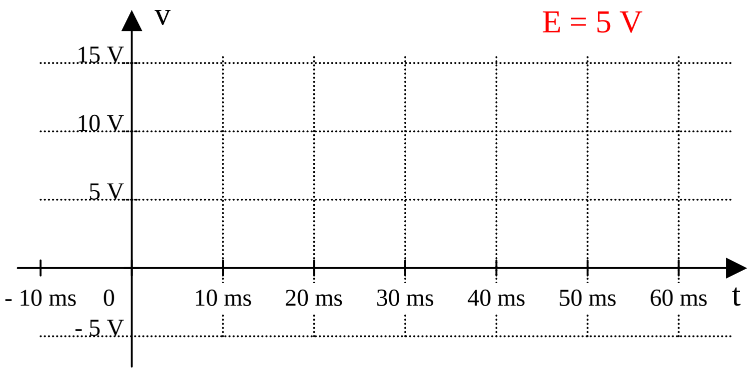
4 *Trois cas de régime transitoire R-L avec 2 sources (6 pts)*

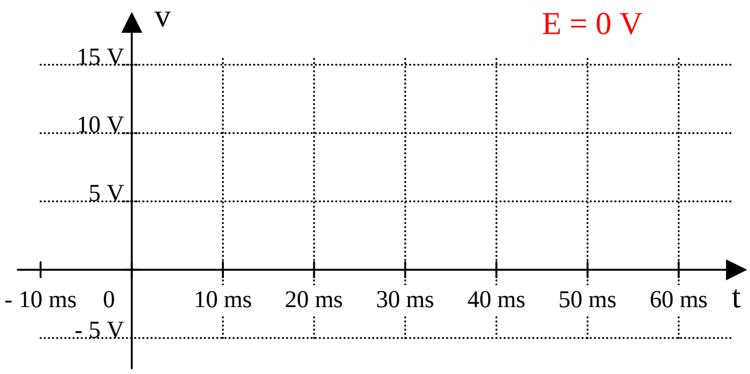


Données :
I : source de courant constant de valeur 0,5 A.
L = 100 mH. R = 10 Ω.
E : source de tension constante.
T : Interrupteur ouvert pour $t < 0$ et fermé pour $t > 0$.

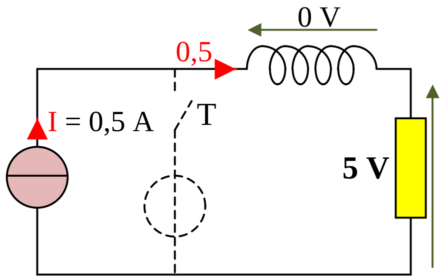
Questions :
Représenter ci-dessous le graphe de v(t) pour $-10\ ms < t < 60\ ms$ dans les trois cas suivants :
E = 10 V, E = 5 V et E = 0 V.



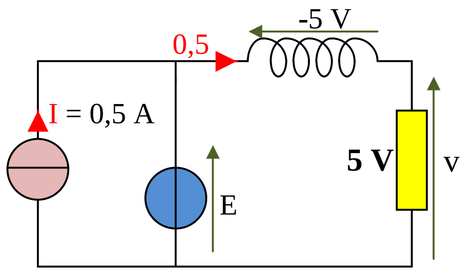




Corrigé :

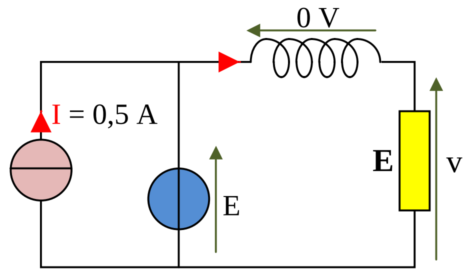


$t < 0 \quad v = R.I = 10\,.\,0{,}5 = 5\,V$
Courant constant dans l'inductance => tension nulle à ses bornes



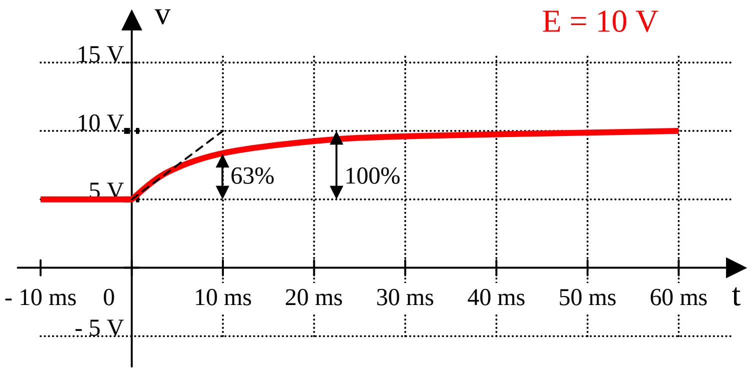
$t = 0^+$ Pas de discontinuité du courant dans l'inductance
$v = R.I = 10\,.\,0{,}5 = 5\,V$

Condition initiale



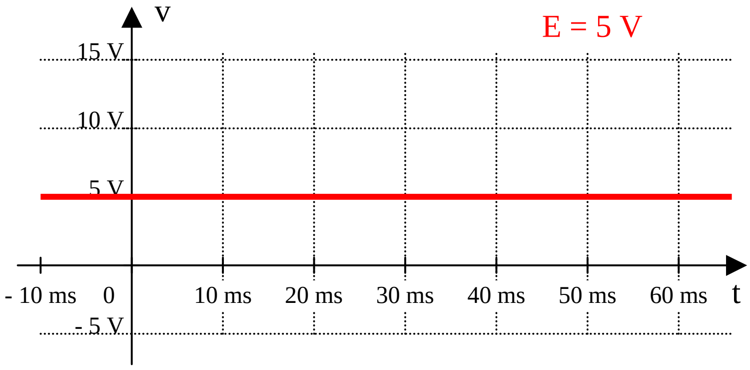
$t \to \infty$ Courant constant dans l'inductance => tension nulle à ses bornes => $v = E$

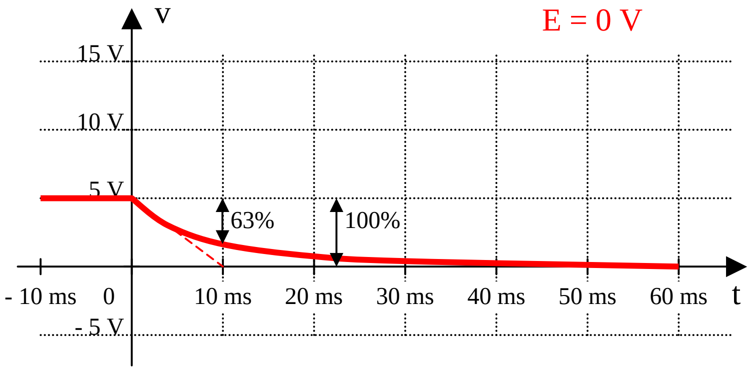
Régime forcé



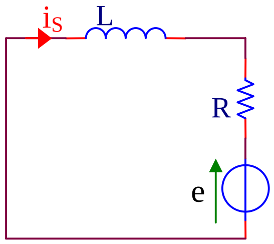
La constante de temps est : $\tau = \dfrac{L}{R} = 10\ ms$

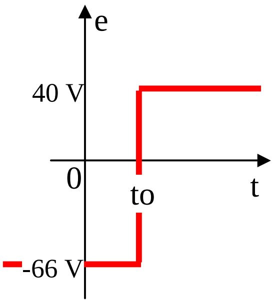
Le signal parcourt 63% du chemin restant à parcourir en une constante de temps. Le régime permanent $v = E$ est atteint au bout de $4\tau = 40\ ms$ (à 2% près)





5 Dipôle R-L soumis à un échelon négatif/positif retardé (1,5pts)





Le circuit ci-contre est constitué d'une résistance $R = 2\ \Omega$, d'une inductance $L = 2\ mH$ et d'une source de tension (orientée dans le sens de la flèche) dont la valeur est $E = 40\ V$ lorsque $t > to$ (avec $to = 0{,}5\ ms$).

On sait qu'à $t = to = 0{,}5\ ms$: $i_S = 33\ A$.

- Préciser la valeur numérique de la constante de temps.
- Préciser la valeur numérique de i_S en régime forcé (lorsque $t \to \infty$)
- Etablir l'équation de $i_S(t)$ pour $t > 0{,}5\ ms$ ([1]) *On ne demande pas de justification.*

Corrigé :

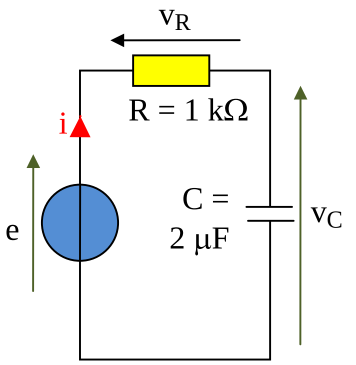
Constante de temps : $\frac{L}{R} = \frac{2.10^{-3}}{2} = 10^{-3}\ s$ 0,5 pt

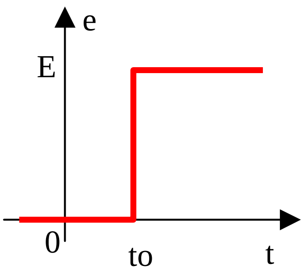
En régime forcé, l'inductance se comporte comme un court-circuit donc $i_{S\ forcé} = -40/2 = -20\ A$ 0,5 pt

$$\Rightarrow i_S(t) = (33 + 20).e^{-\frac{t - 5.10^{-4}}{10^{-3}}} - 20$$ 0,5 pt

([1]) On rappelle les relations : $f(t) = \left(f(t_0) - F_F\right).e^{-\frac{t - t_0}{\tau}} + F_F$ et $t_1 - t_0 = \tau.ln\left(\frac{V_0 - V_F}{V_1 - V_F}\right)$

6 Dipôle R-C soumis à un échelon de tension retardé (6,5 pts)





Soit le dipôle R.C série ci-contre alimenté par une source de tension e(t) produisant un échelon de tension E = 10 V à partir de l'instant $to = 2\ ms$.

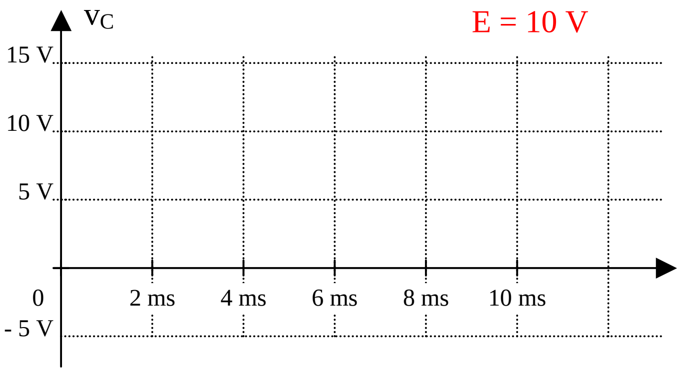
Pour $t < to$: $v_C(t) = 0$ et $e(t) = 0$.

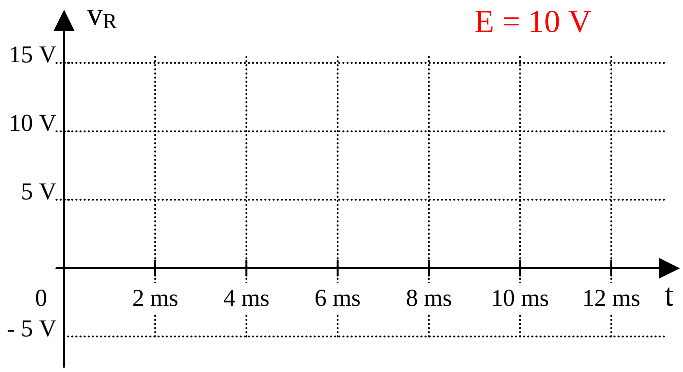
a) Pour $t > to$, Exprimer l'équation différentielle de $v_C(t)$ en fonction de E, R et C.

b) Pour $t > to$, représenter le schéma du régime libre, le schéma du régime forcé et le schéma des conditions initiales (à $t = to^+$).

c) Représenter ci-dessous $v_C(t)$ et $v_R(t)$ pour $t > to$.

d) Exprimer $v_C(t)$ et $v_R(t)$ pour $t > to$.





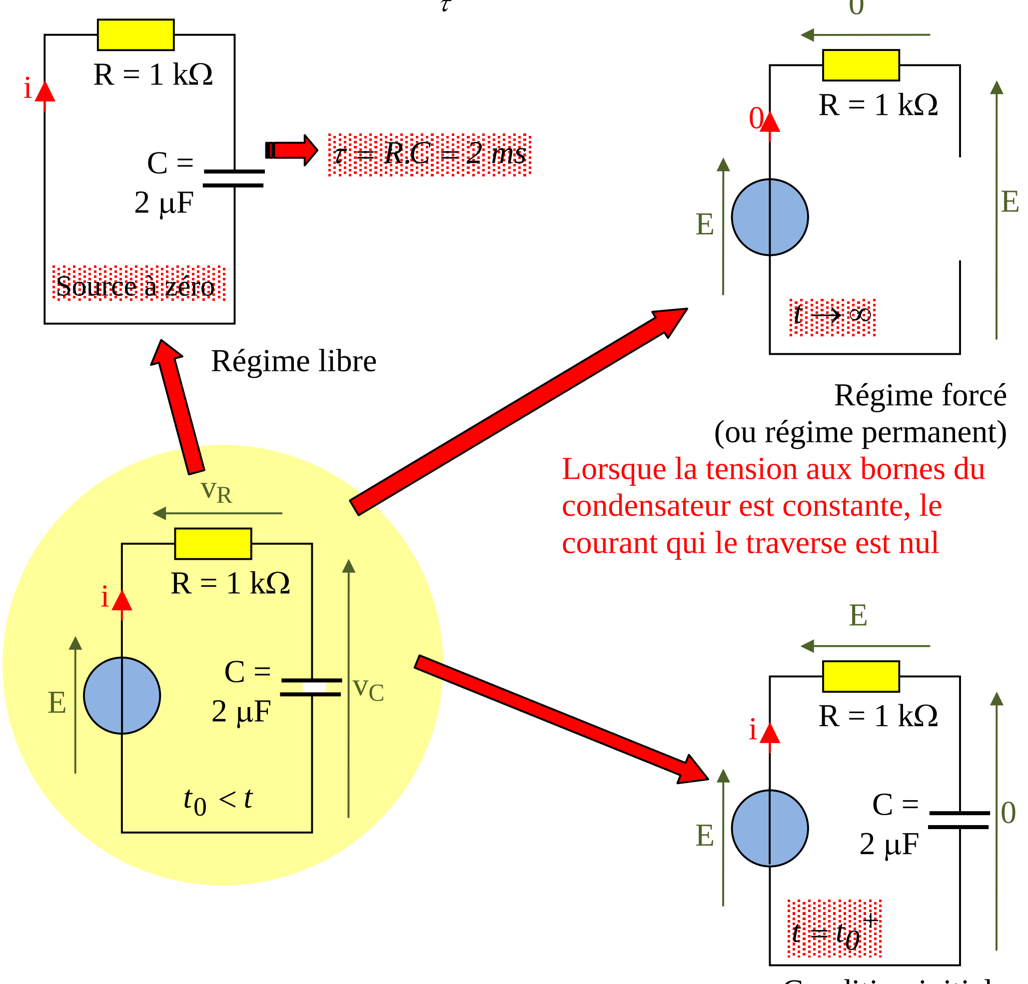
On pourra utiliser l'une des formules : $f(t) = \left(f(t_o) - F_F\right).e^{-\frac{(t-t_o)}{\tau}} + F_F$ ou : $f(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + F_F$

ou : $\Delta t = t_1 - t_0 = \tau.\ln\left(\dfrac{F_o - F_f}{F_1 - F_f}\right) = (cte\ de\ temps).\ln\left(\dfrac{\text{"ce qu'il fallait parcourir"}}{\text{"ce qui reste à parcourir"}}\right)$

corrigé :

$$E = R.i(t) + V_C(t)$$

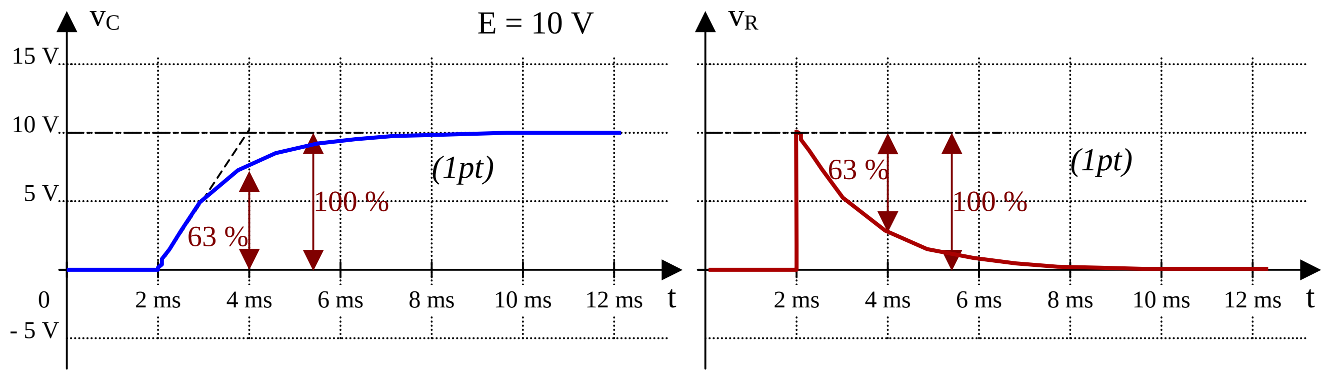
$$\Leftrightarrow E = \underbrace{R.C}_{\tau} . \frac{d\left(V_C(t)\right)}{dt} + V_C(t) \quad (1pt)$$



Lorsque la tension aux bornes du condensateur est constante, le courant qui le traverse est nul

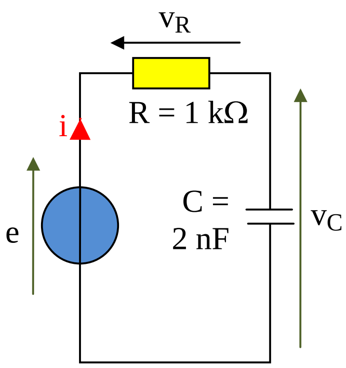
(0,5 pt + 0,5 pt + 0,5pt)

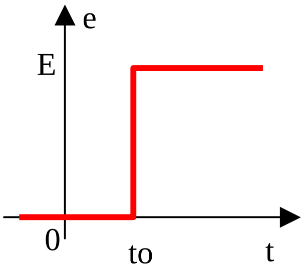
Pas de discontinuité de la tension aux bornes du condensateur



$v_C(t) = (0 - E).e^{-\frac{t - t_o}{R.C}} + E$ *(1pt)* ; $v_R(t) = (E).e^{-\frac{t - t_o}{R.C}}$ *(1pt)* avec les valeurs numériques : $E = 10\,V$, $R.C = 2.10^{-3}\,s$ et $t_o = 2.10^{-3}\,s$

Variante





Soit le dipôle R.C série ci-contre alimenté par une source de tension e(t) produisant un échelon de tension E = 10 V à partir de l'instant $to = 2\ \mu s$.

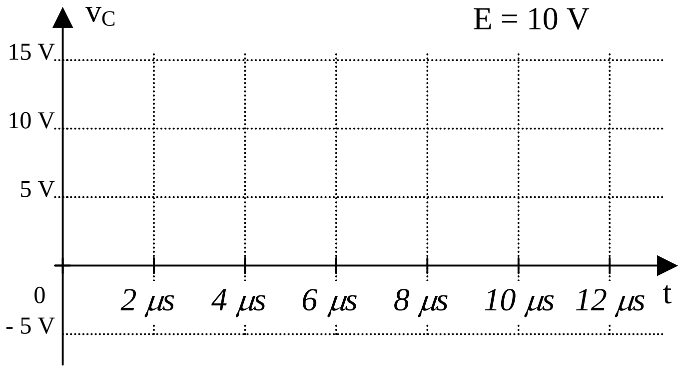
Pour $t < to$: $v_C(t) = 0$ *et* $e(t) = 0$.

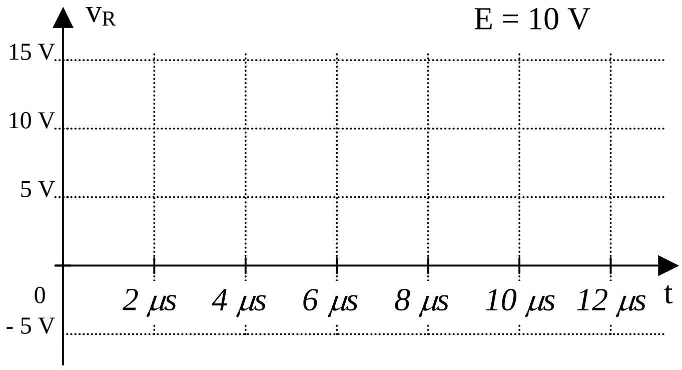
a) Pour $t > to$, Exprimer l'équation différentielle de $v_C(t)$ en fonction de E, R et C. Représenter le schéma du régime libre, le schéma du régime forcé et le schéma des conditions initiales (à $t = to^+$).

b) Représenter et **exprimer** ci-dessous $v_C(t)$ et $v_R(t)$ pour $t > to$. *(Sans démonstration).*

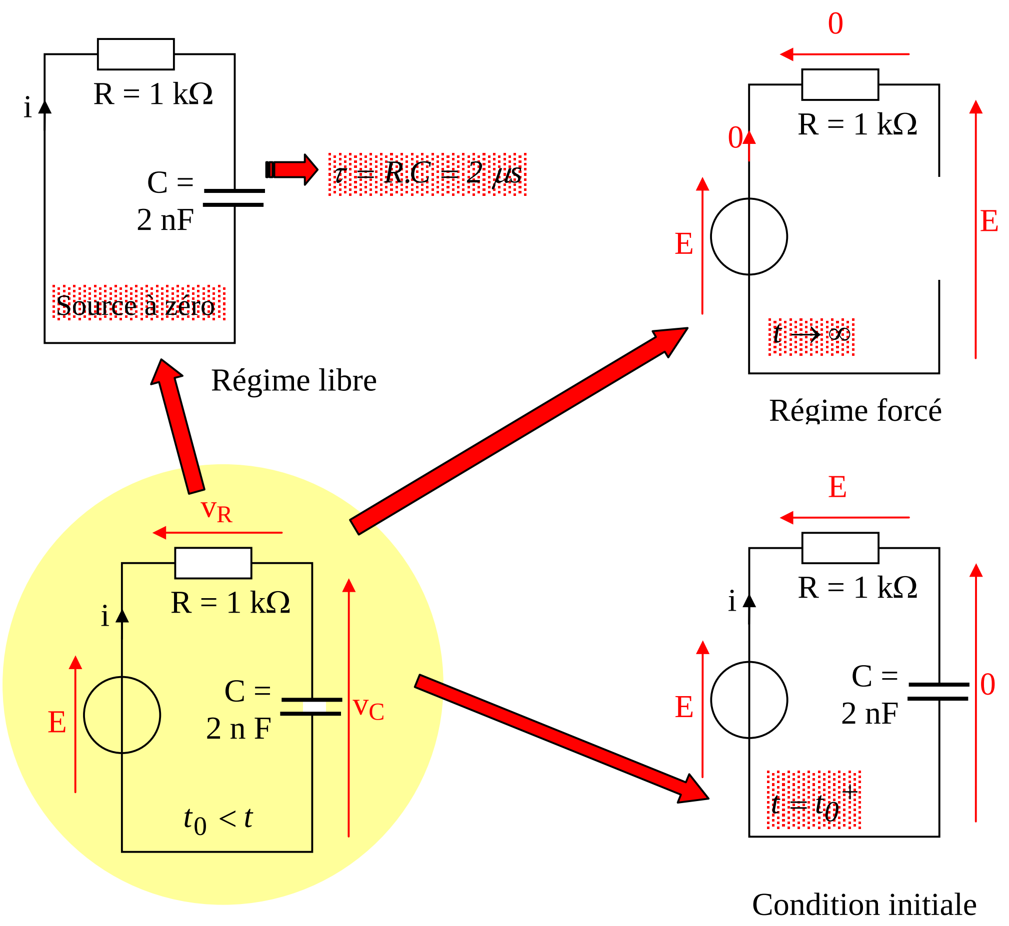
On pourra utiliser l'une des formules : $f(t) = \left(f(t_o) - F_F\right).e^{-\frac{t-t_o}{\tau}} + F_F$ ou : $f(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + F_F$

ou : $\Delta t = t_1 - t_0 = \tau.\ln\left(\dfrac{F_o - F_f}{F_1 - F_f}\right) = (cte\ de\ temps).\ln\left(\dfrac{\text{"ce qu'il fallait parcourir"}}{\text{"ce qui reste à parcourir"}}\right)$





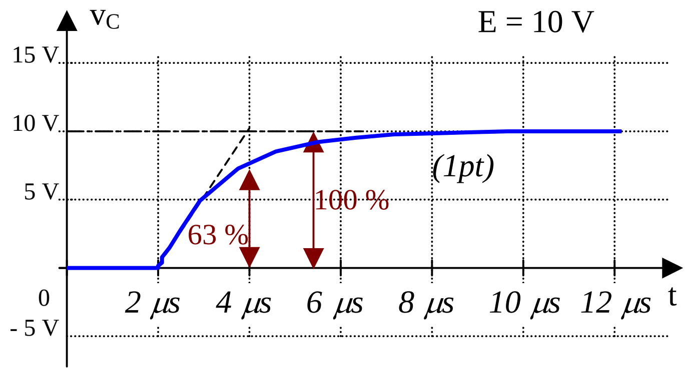
Corrigé :

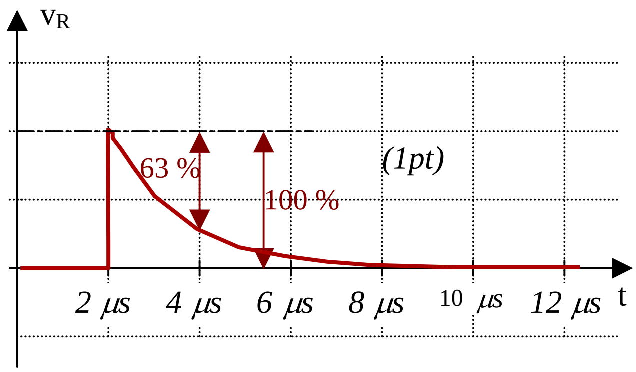


$$E = R.i(t) + V_C(t)$$

$$\Leftrightarrow E = \underbrace{R.C}_{\tau} \cdot \frac{d(V_C(t))}{dt} + V_C(t)$$

(0,5 pt + 0,5 pt + 0,5pt + 0,5pt)





$v_C(t) = (0 - E).e^{-\frac{t-t_o}{R.C}} + E$ *(1pt)* ; $v_R(t) = (E).e^{-\frac{t-t_o}{R.C}}$ *(1pt)* avec les valeurs numériques : $E = 10\,V$, $R.C = 2.10^{-6}\ s$ et $t_o = 2.10^{-6}\ s$

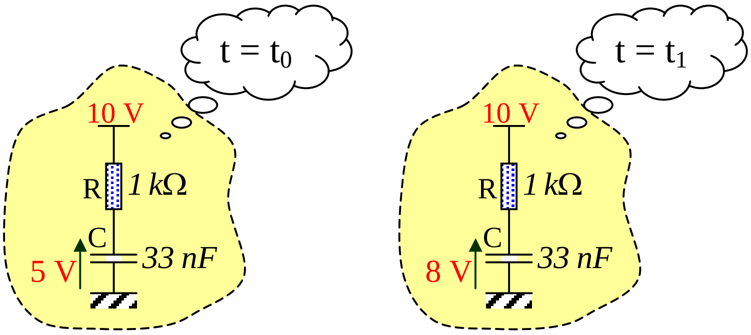
7 Deux instants différents du régime transitoire dans un dipôle R-C (2pts)

Pour un circuit en régime transitoire du 1er ordre, on dispose de la formule suivante :

$$t_1 - t_0 = \tau . ln\left(\frac{F_f - F_0}{F_f - F_1}\right) = (cte\ de\ temps).\ ln\left(\frac{"\ ce\ qu'il\ \ fallait\ \ parcourir"}{"\ ce\ qui\ reste\ à\ \ parcourir"}\right)$$

Le circuit R-C ci-contre est soumis à une tension constante de 10V. On décrit son état à deux instants successifs.
Exprimer la valeur en secondes de l'intervalle de temps $t_1 - t_0$

Le devoir se déroulant sans calculette, on se limitera à une expression numérique appliquant directement la formule ci-dessus



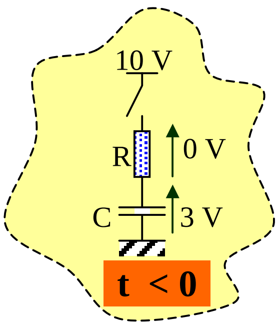
Corrigé :

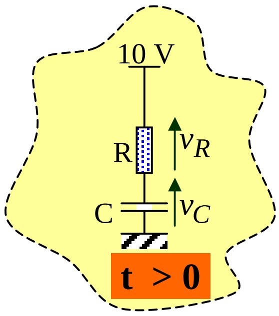
$$t_1 - t_0 = 33.10^{-6}.ln\left(\frac{5}{2}\right)$$ (2pts)

8 Equations du régime transitoire dans un dipôle R-C (4pts)

On rappelle que les équations des régimes transitoires du 1er ordre sont de type : $f(t) = \left(f(t_0) - F_F\right).e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} + F_F$

L'interrupteur se ferme à t = 0. *Le condensateur est préalablement chargé sous 3V.*
Pour t > 0, compléter toutes les valeurs numériques ci-dessous sachant que $R = 5\ k\Omega$ et $C = 0{,}1\ \mu F$





Constante de temps = [ ] s;

Condition initiale: $v_C(0^+)$ = [ ] V ; $v_R(0^+)$ = [ ] V;

Régime forcé (ou valeur finale) v_{Cf} = [ ] V ; v_{Rf} = [ ] V

$v_C(t)$ = [ ] * exp[- t / [ ]] + [ ] en volt

$v_R(t)$ = [ ] * exp[- t / [ ]] + [ ] en volt

Corrigé :

Constante de temps = 5.10^{-4} s; 1 pt

Condition initiale: $v_C(0^+)$ = 3 V ; 0,5 pt $v_R(0^+)$ = 7 V; 0,5 pt

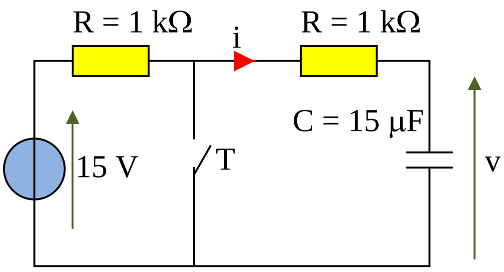
Régime forcé (ou valeur finale) v_{Cf} = 10 V ; 0,5 pt v_{Rf} = 0 V 0,5 pt

$v_C(t)$ = -7 * exp[- t / 5.10^{-4}] + 10 en volt 0,5 pt

$v_R(t)$ = 7 * exp[- t / 5.10^{-4}] + 0 en volt 0,5 pt

Voir le test interactif n° 1565 Moodle IUT En Ligne

9 Deux résistances et un condensateur (4 pts)

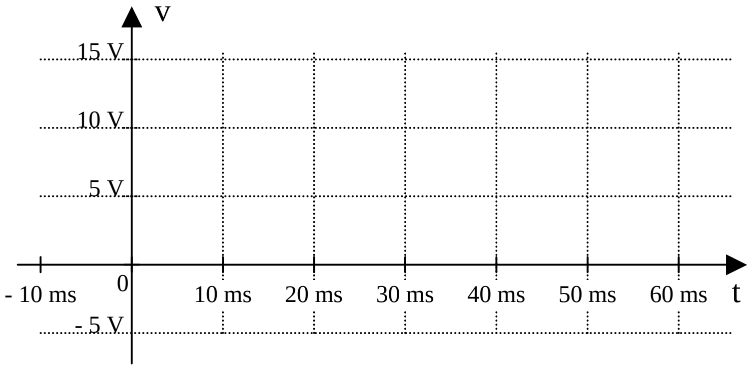


T : Interrupteur ouvert pour $t < 0$ et fermé pour $t > 0$.

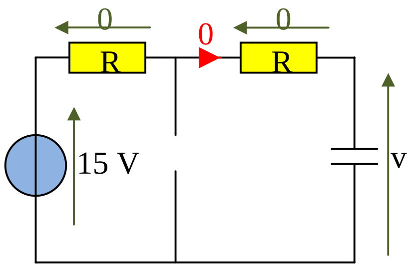
Questions :

Représenter ci-dessous le graphe de v(t) pour $-10\ ms < t < 60\ ms$.

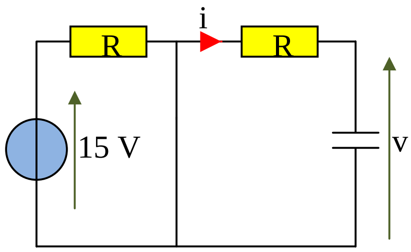
Etablir l'expression analytique de v(t) pour t > 0.



Corrigé :

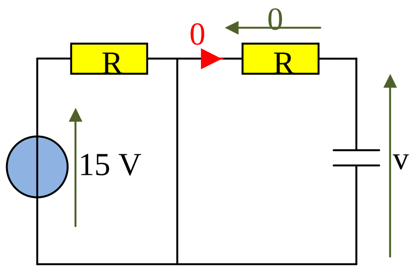


$t < 0$: Tension constante aux bornes du condensateur => $i = 0 \Rightarrow v = 15\,V$



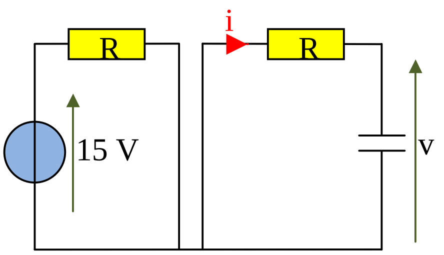
$t = 0^+$ Pas de discontinuité de la tension aux bornes du condensateur $v = 15\,V$

Condition initiale



$t \rightarrow \infty$ Tension constante aux bornes du condensateur => $i = 0 \Rightarrow v = 0\,V$

Régime forcé

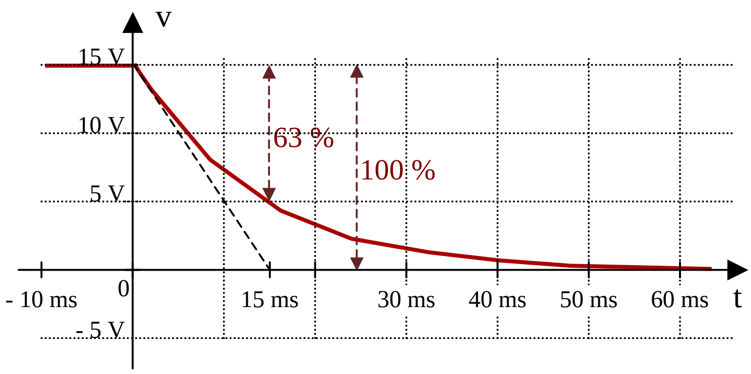


$t > 0$: deux circuits indépendants.

Constante de temps :

$\tau = R.C = 15\ ms$

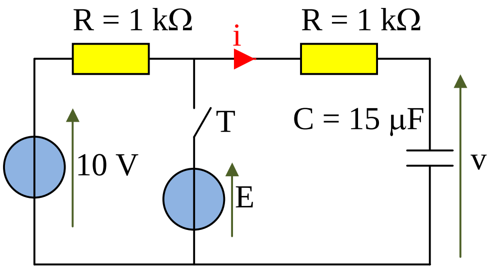
Connaissant la condition initiale, la constante de temps et la valeur finale (appelée « régime forcé »), on peut tracer la courbe :



$$v(t) = \left(v(0) - v_F\right).e^{-\frac{t}{\tau}} + v_F$$

$$v(t) = (15 - 0).e^{-\frac{t}{\tau}} + 0 \quad = 15.e^{-\frac{t}{15.10^{-3}}}$$

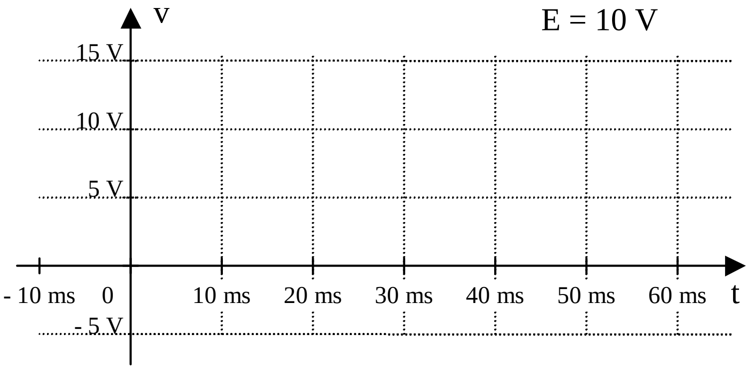
10 Deux résistances, un condensateur et deux sources (8 pts)

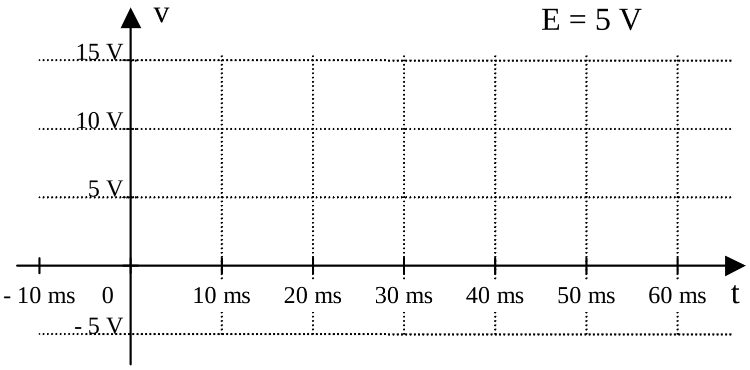


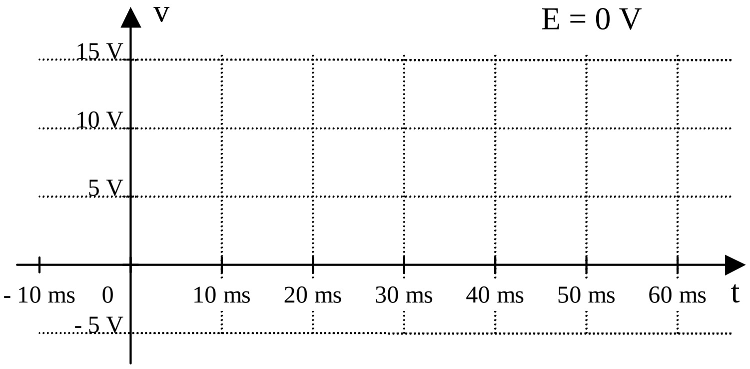
Données :
E : source de tension constante.
T : Interrupteur ouvert pour $t < 0$ et fermé pour $t > 0$.

Questions :
1.1) Représenter ci-dessous le graphe de v(t) pour $-10\ ms < t < 60\ ms$ dans les trois cas suivants :
E = 10 V, E = 5 V et E = 0 V.

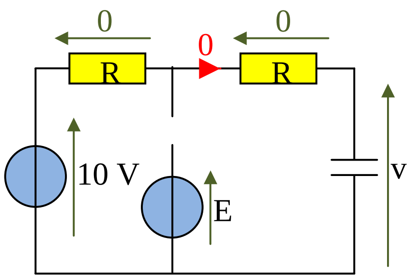
1.2) Etablir l'expression analytique de v(t) pour t > 0 lorsque E = 5 V



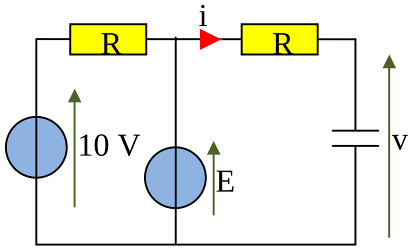




Corrigé :

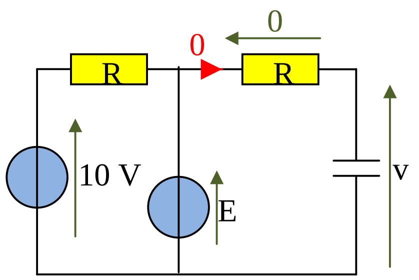


$t < 0$: Tension constante aux bornes du condensateur
=> $i = 0 \Rightarrow v = 15\,V$



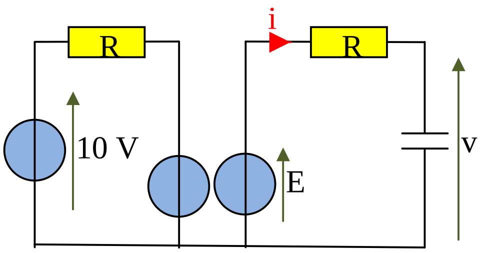
$t = 0^+$ Pas de discontinuité de la tension aux bornes du condensateur $v = 15\,V$

Condition initiale



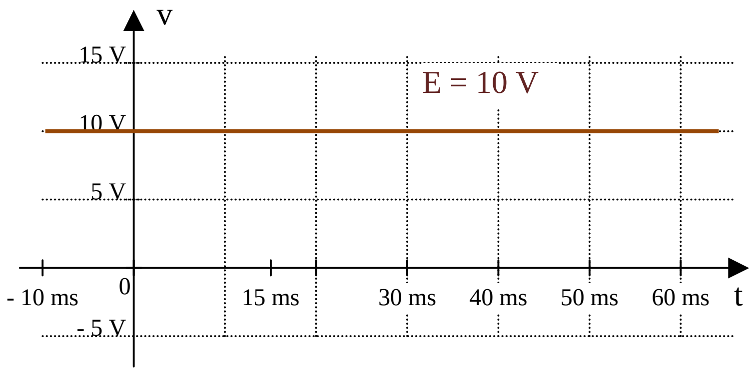
$t \to \infty$ Tension constante aux bornes du condensateur
=> $i = 0 \Rightarrow v = E$

Régime forcé



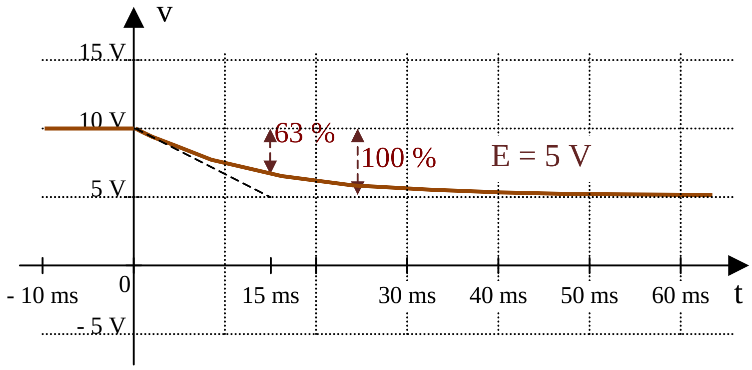
$t > 0$: deux circuits indépendants.
Constante de temps :
$\tau = R.C = 15\ ms$

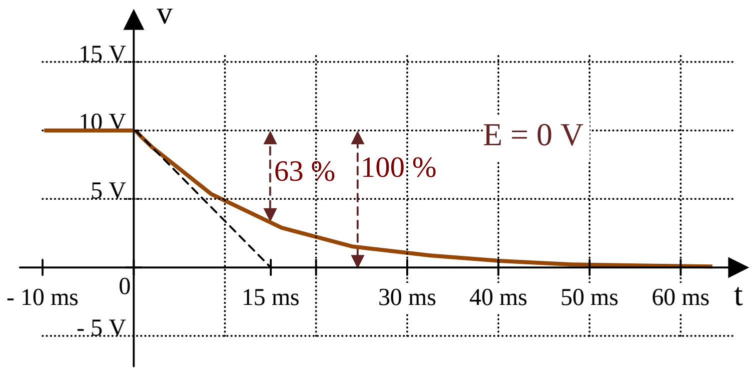
Connaissant la condition initiale, la constante de temps et la valeur finale (appelée « régime forcé »), on peut tracer les courbes :



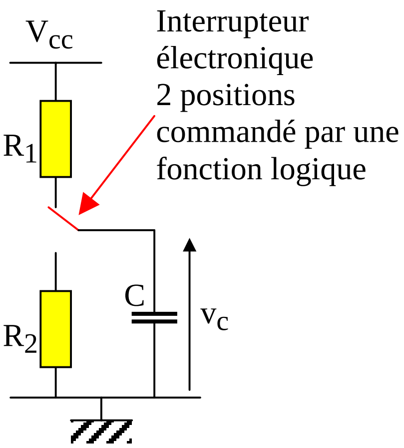
Lorsque E = 5 V : $v(t) = \left(v(0) - v_F\right).e^{-\frac{t}{\tau}} + v_F$

$$v(t) = (10 - 5).e^{-\frac{t}{\tau}} + 5 \quad = 5.e^{-\frac{t}{15.10^{-3}}} + 5$$





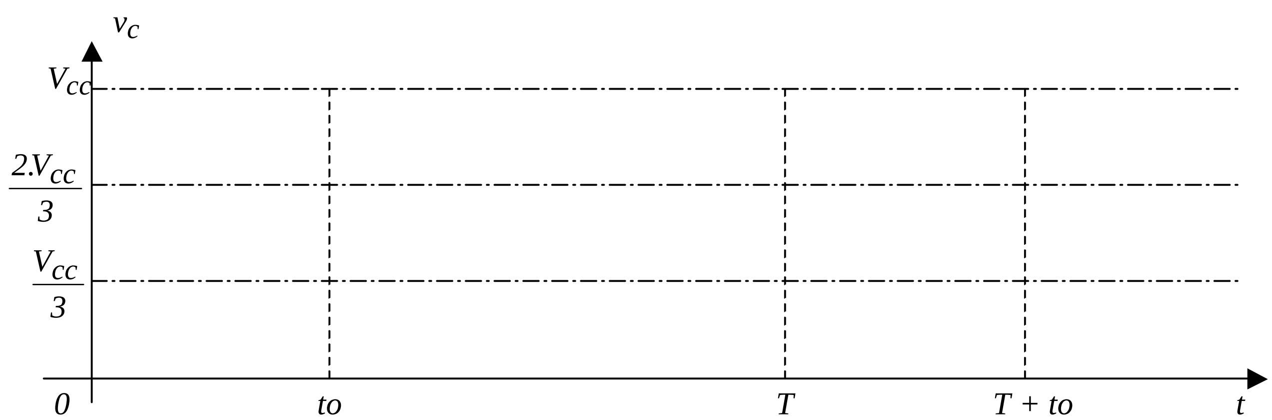
11 Régime transitoire : principe d'un astable avec un circuit 555. (6 pts)



- **Condition initiale :** à t = 0 : $v_C = \dfrac{V_{CC}}{3}$
- **Premier intervalle :** $0 < t < to$ **:** C se charge à travers R_1 tant que $v_C < \dfrac{2.V_{CC}}{3}$. Soit to l'instant où v_C atteint la valeur $\dfrac{2.V_{CC}}{3}$
- **Second intervalle :** $to < t < T$ **:** C se décharge à travers R_2 tant que $v_C > \dfrac{V_{CC}}{3}$. Soit T l'instant où v_C atteint la valeur $\dfrac{V_{CC}}{3}$
- **Troisième intervalle :** identique au 1er intervalle… Le fonctionnement est maintenant périodique de période T.

a) Représenter ci-dessous l'allure du graphe de $v_C(t)$ sur l'intervalle [0 ; to + T] en y faisant figurer la constante de temps, la tangente à l'origine (à $t = 0$) et la règle des 63% pour le 1er intervalle.

(on suppose $R_1 \neq R_2$ *)* .



b) Déterminer l'expression analytique $v_C(t)$ sur l'intervalle [0 ; to]. En déduire to en fonction de R1 et C.

c) Déterminer l'expression analytique $v_C(t)$ sur l'intervalle [to ; T]. En déduire T en fonction de to, R2 et C.

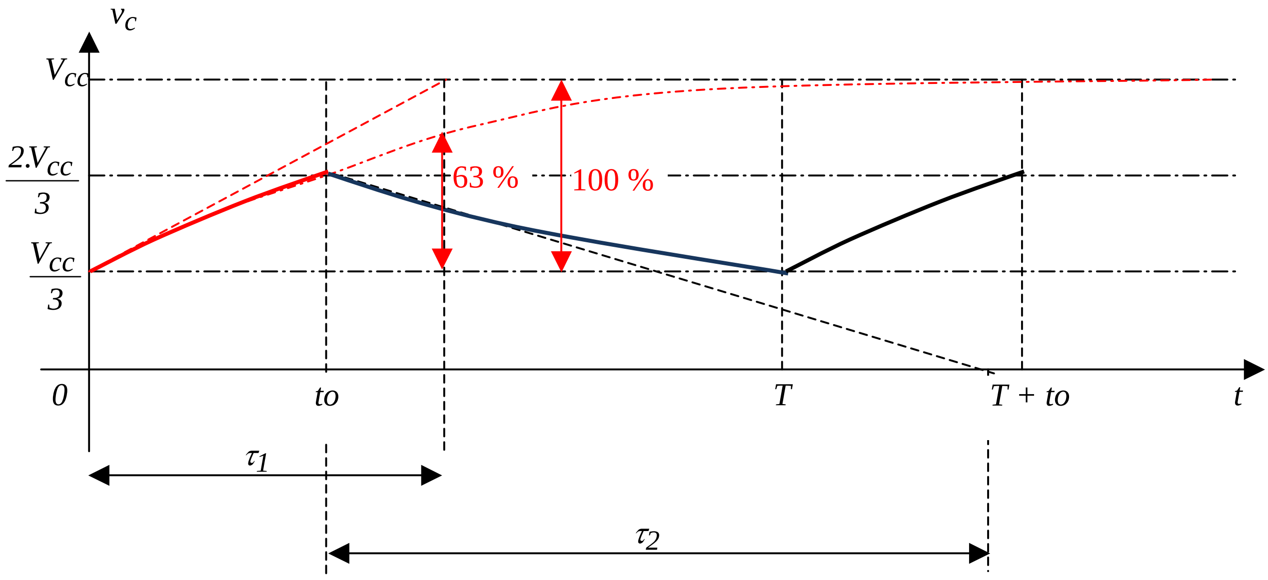
d) Déterminer l'expression de la période « T » des oscillations en fonction de R1, R2 et C

Remarque :

On pourra utiliser l'une des formules : $f(t) = \left(f(t_o) - F_F\right).e^{-\frac{t-t_o}{\tau}} + F_F$ ou : $f(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + F_F$

ou : $\Delta t = t_1 - t_0 = \tau.\ln\left(\dfrac{F_o - F_f}{F_1 - F_f}\right) = (cte\ de\ temps).\ln\left(\dfrac{\text{"ce qu'il fallait parcourir"}}{\text{"ce qui reste à parcourir"}}\right)$

Corrigé :



b) Déterminer l'expression analytique $v_c(t)$ sur l'intervalle [0 ; to]. En déduire to en fonction de R_1 et C : La constante de temps est $\tau_1 = R_1.C$

$$\left.\begin{array}{l} v_c(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau_1}} + V_{cc} \\ v_c(0) = \frac{V_{cc}}{3} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{V_{cc}}{3} = A.e^{-0} + V_{cc} \Rightarrow A = -\frac{2.V_{cc}}{3} \quad \Rightarrow v_c(t) = -\frac{2.V_{cc}}{3}.e^{-\frac{t}{\tau_1}} + V_{cc}$$

☞ On peut aussi utiliser : $v_c(t) = (v_c(0) - v_{cF}).e^{-\frac{t}{\tau_1}} + v_{cF} = \left(\frac{V_{cc}}{3} - V_{cc}\right).e^{-\frac{t}{\tau_1}} + V_{cc}$

$$\Rightarrow v_c(t_o) = -\frac{2.V_{cc}}{3}.e^{-\frac{t_o}{\tau_1}} + V_{cc} = \frac{2.V_{cc}}{3} \Rightarrow e^{-\frac{t_o}{\tau_1}} = \frac{1}{2} \Rightarrow -\frac{t_o}{\tau_1} = l_n\left(\frac{1}{2}\right) = -l_n(2) \Rightarrow t_o = \tau_1.l_n(2)$$

☞ On peut aussi utiliser : $\Delta t = t_o - 0 = \tau_1.ln\left(\frac{v_c(0) - v_{cf}}{v_c(t_o) - v_{cf}}\right) = \tau_1.ln\left(\frac{\frac{V_{cc}}{3} - V_{cc}}{\frac{2.V_{cc}}{3} - V_{cc}}\right) = \tau_1.ln\left(\frac{\frac{2}{3}.V_{cc}}{\frac{1}{3}.V_{cc}}\right) = \tau_1.ln(2)$

c) Déterminer l'expression analytique $v_c(t)$ sur l'intervalle [to ; T]. En déduire T en fonction de to, R_2 et C : La constante de temps est $\tau_2 = R_2.C$

$$\left.\begin{array}{l} v_c(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau_2}} \\ v_c(t_o) = \frac{2.V_{cc}}{3} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{2.V_{cc}}{3} = A.e^{-\frac{t_o}{\tau_2}} \Rightarrow A = \frac{+\frac{2.V_{cc}}{3}}{e^{-\frac{t_o}{\tau_2}}} = +\frac{2.V_{cc}}{3}.e^{+\frac{t_o}{\tau_2}} \quad \Rightarrow v_c(t) = \frac{2.V_{cc}}{3}.e^{-\frac{t-t_o}{\tau_2}}$$

$$\Rightarrow v_c(T) = \frac{V_{cc}}{3} = \frac{2.V_{cc}}{3}.e^{-\frac{T-t_o}{\tau_2}} \Rightarrow e^{-\frac{T-t_o}{\tau_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow -\frac{T-t_o}{\tau_2} = l_n\left(\frac{1}{2}\right) = -l_n(2) \Rightarrow T - t_o = \tau_2.l_n(2)$$

$$\Rightarrow T = \tau_2.l_n(2) + t_o$$

☞ On peut aussi utiliser : $v_c(t) = (v_c(to) - v_{cF}).e^{-\frac{t-to}{\tau_2}} + v_{cF} = \left(\frac{2.V_{cc}}{3} - 0\right).e^{-\frac{t-to}{\tau_2}} + 0$

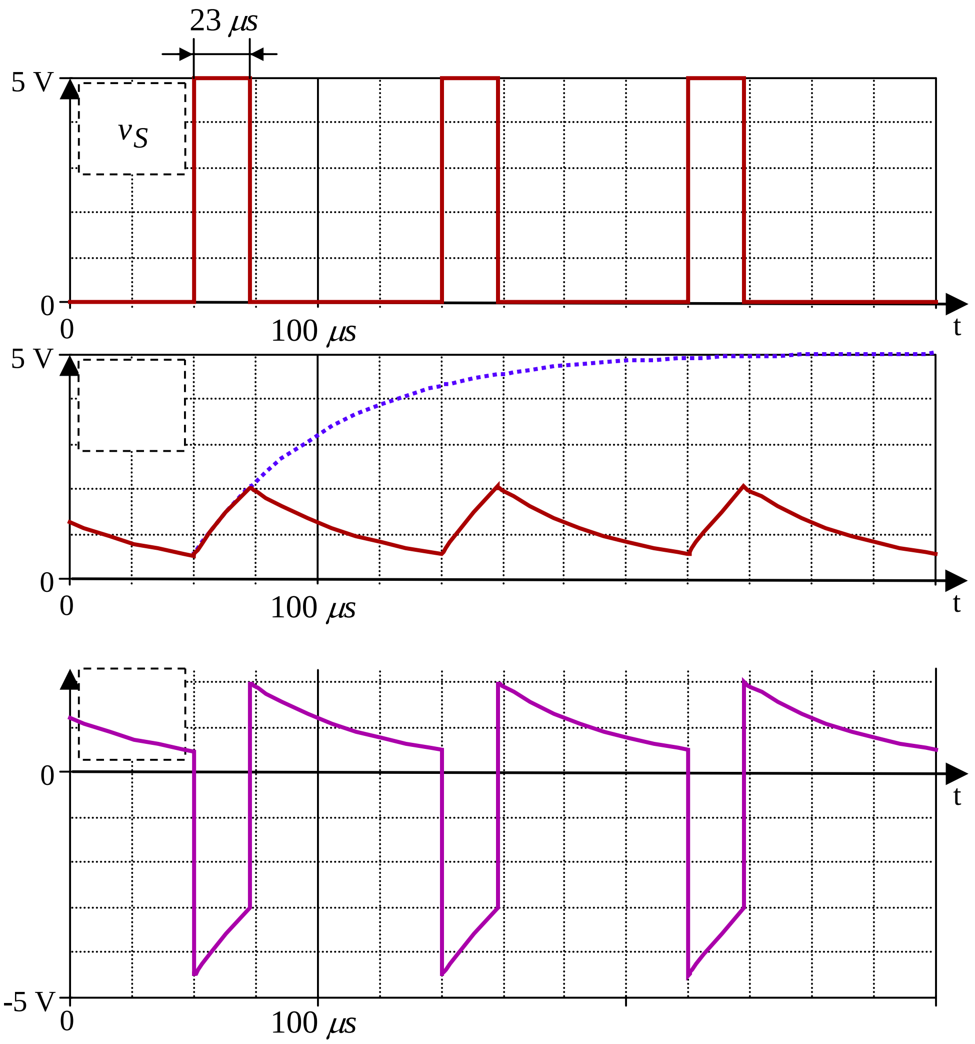
$$\Rightarrow v_c(T) = \frac{2.V_{cc}}{3}.e^{-\frac{T-to}{\tau_2}} = \frac{V_{cc}}{3} \Rightarrow e^{-\frac{T-to}{\tau_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow -\frac{T-to}{\tau_1} = l_n\left(\frac{1}{2}\right) = -l_n(2) \Rightarrow T - t_o = \tau_2.l_n(2)$$

☞ On peut aussi utiliser : $\Delta t = T - to = \tau_2.ln\left(\frac{v_c(to) - v_{cf}}{v_c(T) - v_{cf}}\right) = \tau_2.ln\left(\frac{\frac{2V_{cc}}{3} - 0}{\frac{V_{cc}}{3} - 0}\right) = \tau_2.ln(2)$

d) Déterminer l'expression de la période « T » des oscillations en fonction de R_1, R_2 et C

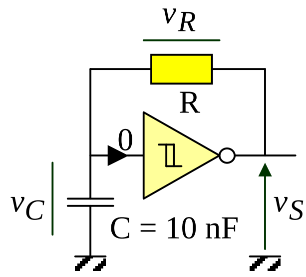
$$\Rightarrow T = \tau_2.l_n(2) + \tau_1.l_n(2) = (\tau_1 + \tau_2).l_n(2) = (R_1 + R_2).C.l_n(2)$$

12 *Réalisation d'une horloge à l'aide d'un inverseur logique à hystérésis* (5 PTS)



Le montage ci-dessous réalise une fonction horloge à l'aide d'un inverseur logique à hystérésis.

Les courbes associées en régime périodique sont représentées ci-contre.



a) Identifier chaque courbe en **trait plein** en précisant son **nom** dans le cadre en pointillé (à gauche). Et associer sa **flèche** sur le schéma ci-dessus

b) En illustrant les 63% de … ([2]) sur la courbe en pointillé, représenter sur celle-ci la constante de temps τ avec une flèche double : $\longleftrightarrow$

En déduire une estimation de la valeur de τ et de la résistance sachant que $C = 10\ nF$.

c) Le temps de niveau haut de $v_S(t)$ peut être vérifié à l'aide de la relation :

$$\Delta t = \tau.\ln\left(\frac{F_O - F_f}{F_1 - F_f}\right) = (cte\ de\ temps).\ln\left(\frac{"ce\ qu'il\ \ fallait\ \ parcourir"}{"ce\ qui\ reste\ à\ \ parcourir"}\right)$$

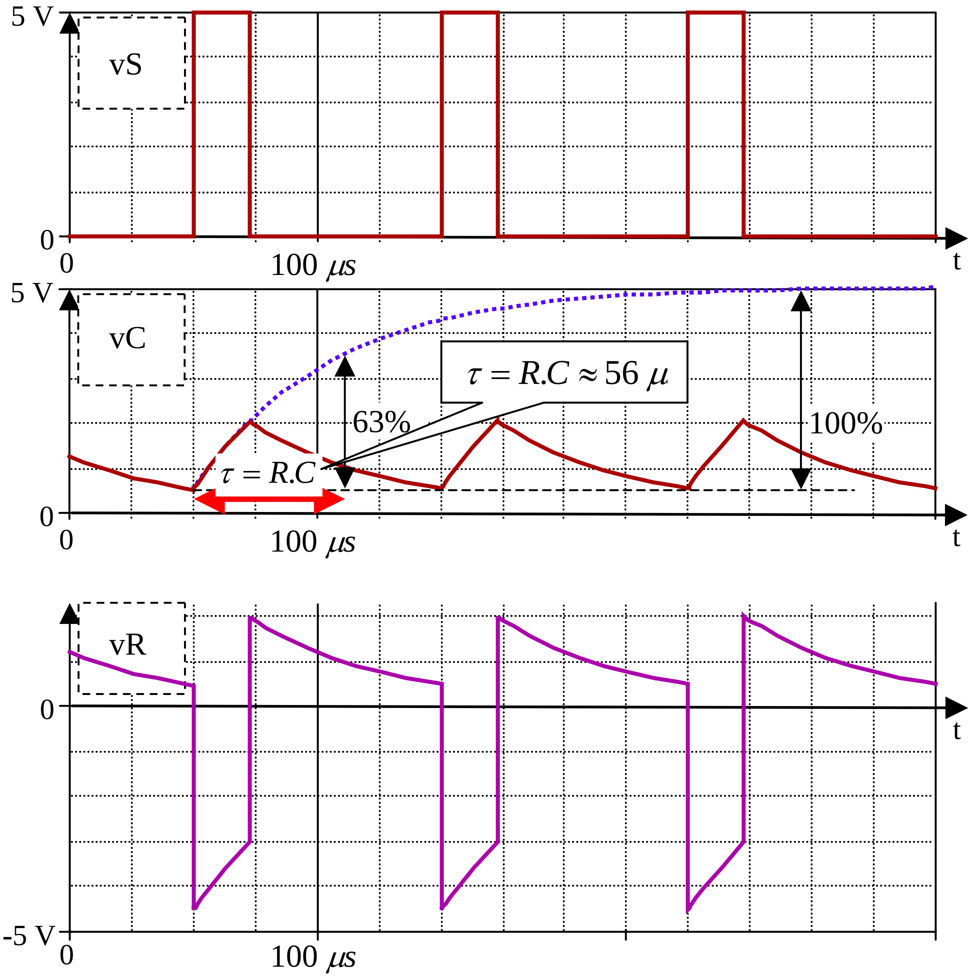
Le devoir se déroulant sans calculette, on se contentera de compléter ci-dessous les **<u>valeurs numériques</u>** estimées à partir des courbes:

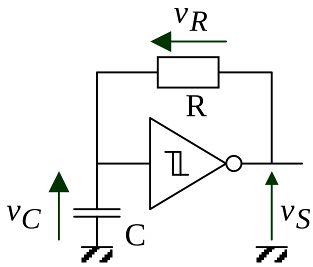
$$\Delta t = 23.10^{-6} = \tau.\ln\left(\frac{\boxed{}}{\boxed{}}\right)$$

([2]) Préciser quelle est la valeur concernée quant on parle des 63% de … en montrant ce que représente les 100% de…

On précise que $63\ \% \approx \dfrac{2}{3} = \dfrac{3}{4{,}5}$

Corrigé :





vC :
nom sur la courbe + flèche orientée et nommée 1 pt

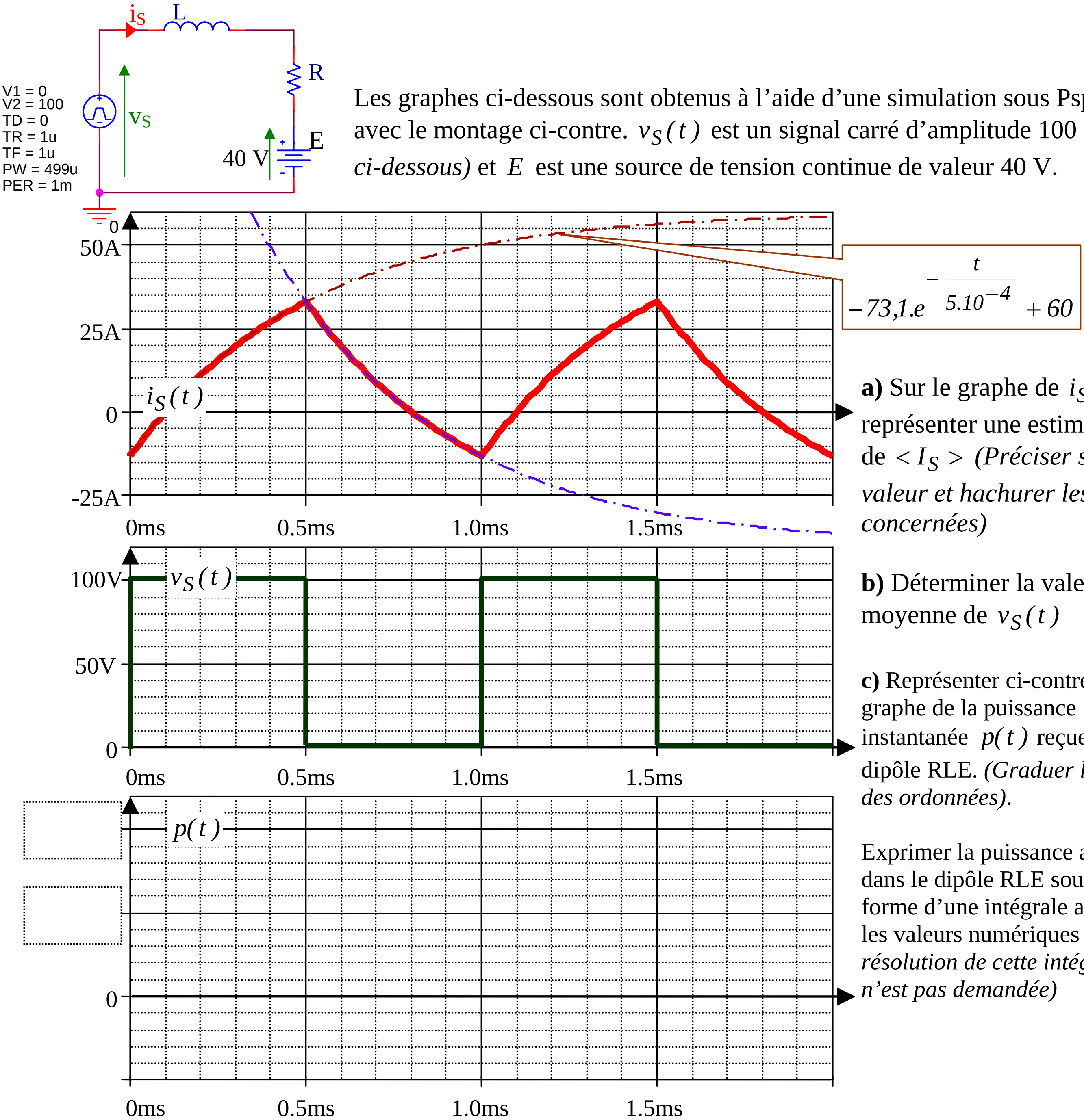
vR : nom sur la courbe + flèche orientée et nommée 1 pt

$\tau \approx 56\ \mu S$ avec l'illustration des 63% : 1 pt

$$R = \frac{56.10^{-6}}{10.10^{-9}} = 56.10^{2} = 5{,}6\ k\Omega$$ 1 pt

$$23.10^{-6} \approx \tau.\ln\left(\frac{5-0{,}5}{5-2}\right)$$ 1 pt

13 *Tension et courant dans un hacheur* (7,5 pts)



Les graphes ci-dessous sont obtenus à l'aide d'une simulation sous Pspice ® avec le montage ci-contre. $v_S(t)$ est un signal carré d'amplitude 100 V *(voir ci-dessous)* et E est une source de tension continue de valeur 40 V.

a) Sur le graphe de $i_S(t)$, représenter une estimation de $< I_S >$ *(Préciser sa valeur et hachurer les aires concernées)*

b) Déterminer la valeur moyenne de $v_S(t)$

c) Représenter ci-contre le graphe de la puissance instantanée $p(t)$ reçue par le dipôle RLE. *(Graduer l'axe des ordonnées).*

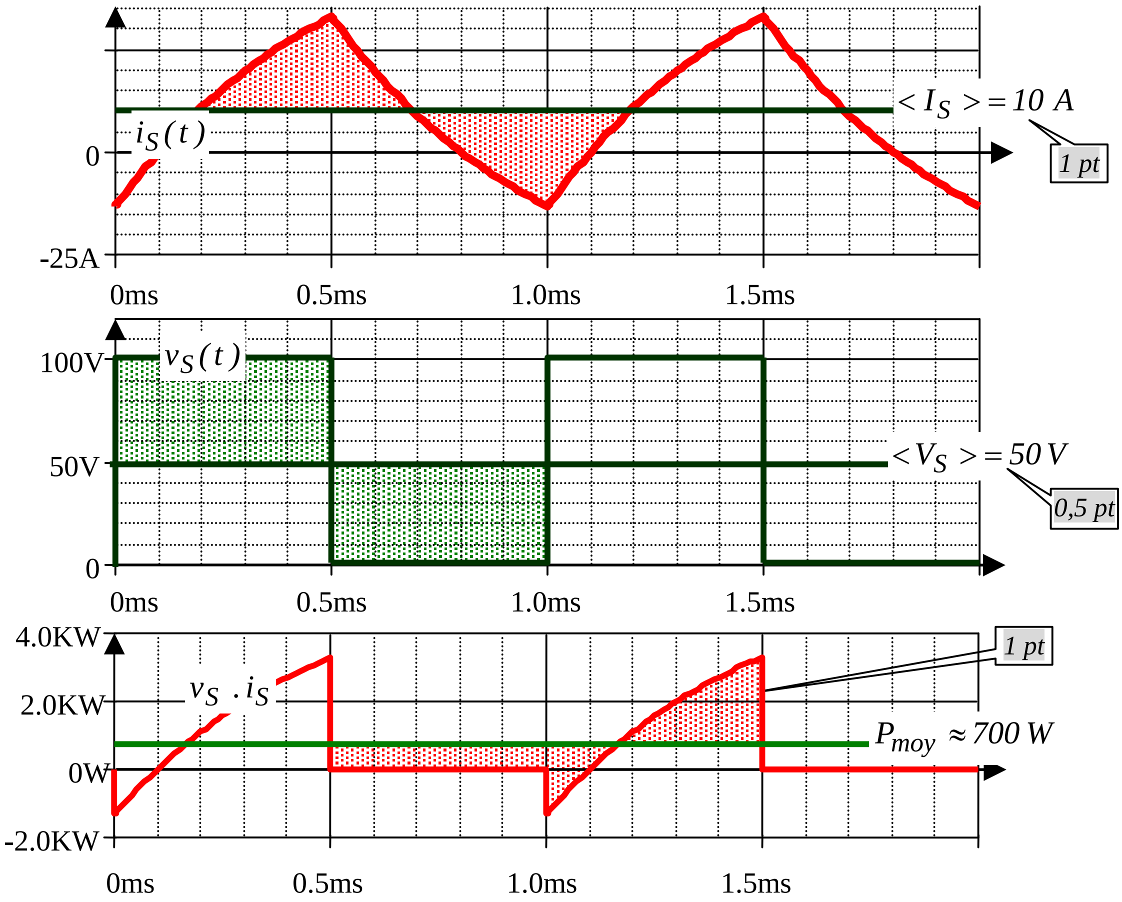
Exprimer la puissance active dans le dipôle RLE sous forme d'une intégrale avec les valeurs numériques *(La résolution de cette intégrale n'est pas demandée)*

d) Etablir la relation littérale entre les expressions $v_S(t)$ et $i_S(t)$. En déduire la relation entre les valeurs $< V_S >$ et $< I_S >$ En déduire une estimation de la valeur de « R ».

e) En utilisant les informations disponibles, en déduire une estimation de la valeur de « L ».

f) Déterminer la valeur numérique de la puissance active consommée par le dipôle « E »

Corrigé :



$$P = \frac{1}{T} . \int_0^{\frac{T}{2}} U\ .i_S(t)\ .\ dt = \frac{1}{10^{-3}} . \int_0^{5.10^{-4}} 100 . \left[(-73{,}1).e^{-\frac{t}{5.10^{-4}}} + 60 \right] .\ dt = ... = 689{,}6\ W$$ 1 pt

$$v_S(t) = L . \frac{d(i_S(t))}{dt} + R.i_S(t) + E \quad \boxed{\Rightarrow < V_S > = 0 + R. < I_S > + E} \Leftrightarrow R = \frac{< V_S > - E}{< I_S >} = \frac{50 - 40}{10} = 1\ \Omega$$ 0,5 pt 1 pt 0,5 pt

D'après l'équation de $i_S(t)$, la constante de temps $\tau = \frac{L}{R} = 5.10^{-4}\ s \Rightarrow L = 5.10^{-4}.R = 5.10^{-4}\ H$ 1 pt

La tension « E » est constante, donc $P_E = E\ .\ I_{S_{moy}} = 40\ .\ 10 = 400\ W$ 1 pt