

Le dipôle RC

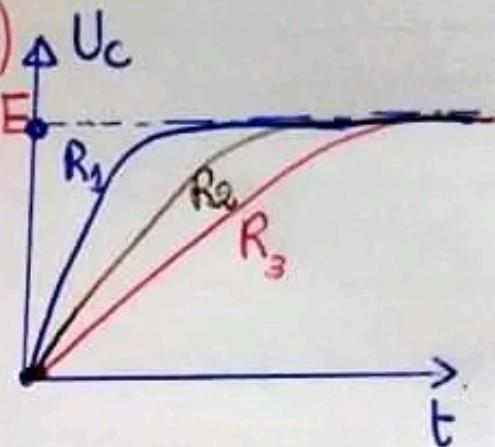
- La constante de temps : $\tau = R \cdot C$
- La tension de charge : $U_{C,\max} = E$

* La variation de R : ($C = \text{cste}$, $E = \text{cste}$)

$$R_1 \rightarrow \tau_1 = R_1 C, U_{C,\max_1} = E$$

$$R_2 > R_1 \rightarrow \tau_2 = R_2 C > \tau_1, U_{C,\max_2} = E$$

$$R_3 > R_2 > R_1 \rightarrow \tau_3 = R_3 C > \tau_2 > \tau_1, U_{C,\max_3} = E$$



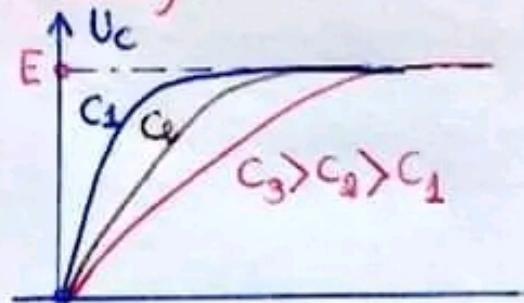
- Plus $R \rightarrow$ plus $\tau \rightarrow$ La charge du condensateur devient plus lente (la durée du régime transitoire \uparrow)
- La variation de R n'a pas d'influence sur la tension de charge $U_{C,\max} = E$

* La variation de C : ($R = \text{cste}$, $E = \text{cste}$)

$$C_1 \rightarrow \tau_1 = R C_1, U_{C,\max_1} = E$$

$$C_2 > C_1 \rightarrow \tau_2 = R C_2 > \tau_1, U_{C,\max_2} = E$$

$$C_3 > C_2 > C_1 \rightarrow \tau_3 > \tau_2 > \tau_1, U_{C,\max_3} = E$$



- Plus $C \rightarrow$ plus $\tau \rightarrow$ La charge du condensateur est d'autant plus lente (Le régime permanent est atteint)
plus lentement
- Pas d'influence sur $U_{C,\max} = E$

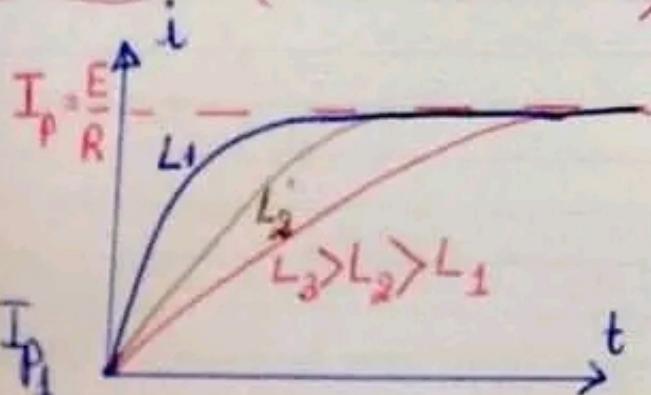
Le dipôle RL

- La constante de temps $\tau = \frac{L}{R}$
- Le courant du régime permanent $I_p = \frac{E}{R}$
- * Influence de la variation de L : ($R = \text{cste}$, $E = \text{cste}$)

$$L_1 : \tau_1 = \frac{L_1}{R}, I_{p_1} = \frac{E}{R}$$

$$L_2 > L_1 : \tau_2 = \frac{L_2}{R} > \tau_1, I_{p_2} = I_{p_1}$$

$$L_3 > L_2 > L_1 : \tau_3 > \tau_2 > \tau_1, I_{p_3} = I_{p_2} = I_{p_1}$$



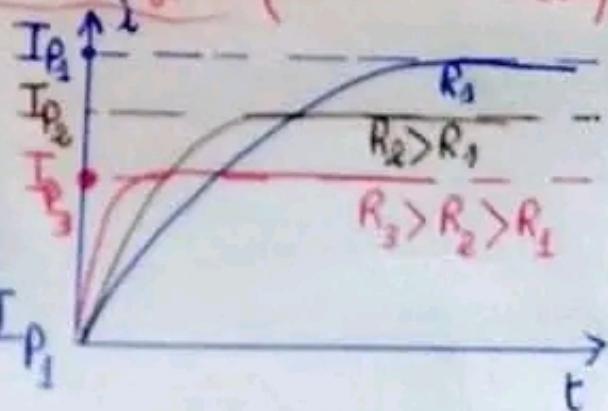
- Si L augmente alors τ augmente et I_p reste cst (I_p ne dépend pas de L)

- * Influence de la variation de R : ($L = \text{cste}$, $E = \text{cste}$)

$$R_1 : \tau_1 = \frac{L}{R_1}, I_{p_1} = \frac{E}{R_1}$$

$$R_2 > R_1 : \tau_2 = \frac{L}{R_2} < \tau_1, I_{p_2} = \frac{E}{R_2} < I_{p_1}$$

$$R_3 > R_2 > R_1 : \tau_3 < \tau_2 < \tau_1; I_{p_3} < I_{p_2} < I_{p_1}$$



Si R augmente :

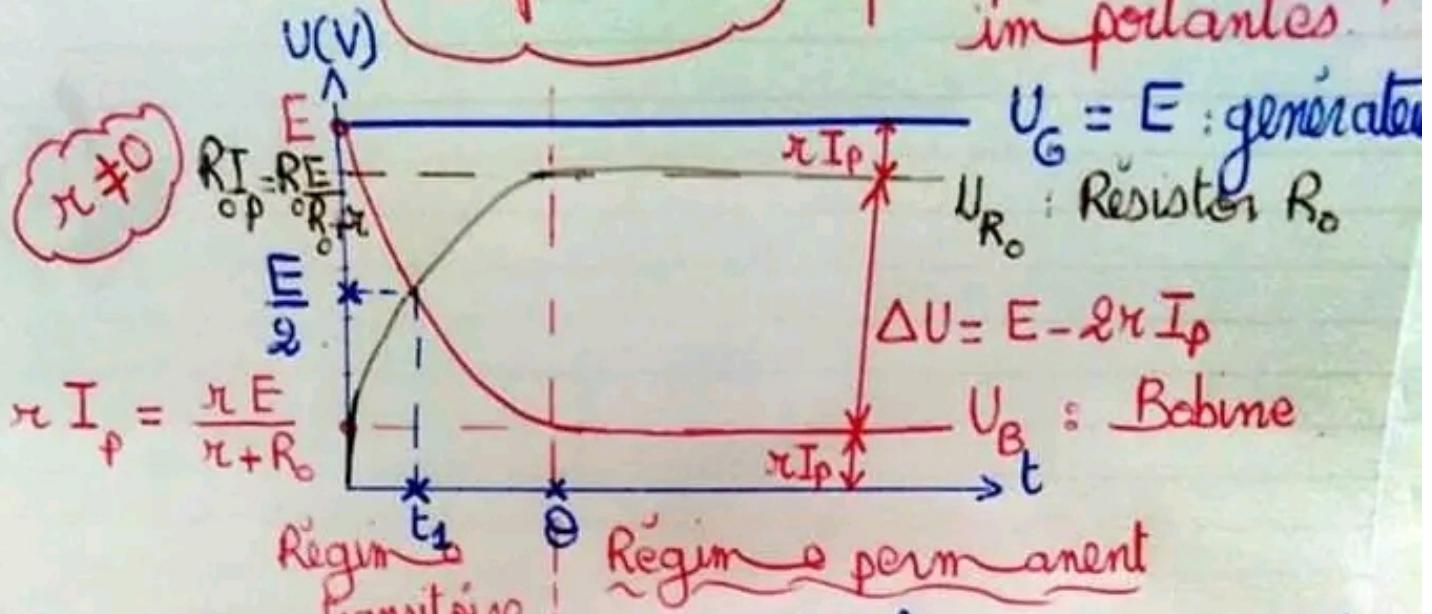
$\tau = \frac{L}{R}$ diminue (On atteint le régime permanent plus rapidement)

$I_p = \frac{E}{R}$ diminue

1

Dipôle RL

quelques Remarques importantes



- La bobine s'oppose à l'établissement du courant $i(t)$

- Etablissement du courant

$$i = I_p = \frac{E}{R_o + r} = \text{cste}$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{d(\text{cste})}{dt} = 0$$

$$U_B = L \frac{di}{dt} + ri = ri$$

La Bobine se comporte comme un résistor de résistance r .

- $t = t_1$ $U_B = U_{R_o} = \frac{E}{2}$

$$U_{R_o}(t_1) = \frac{R_o E}{R_o + r} \left(1 - e^{-t_1/\tau}\right) = \frac{E}{2} \rightsquigarrow 1 - e^{-t_1/\tau} = \frac{R_o + r}{2R_o}$$

$$e^{-t_1/\tau} = 1 - \frac{R_o + r}{2R_o} = \frac{R_o - r}{2R_o} \rightsquigarrow \ln e^{-t_1/\tau} = \ln \frac{R_o - r}{2R_o}$$

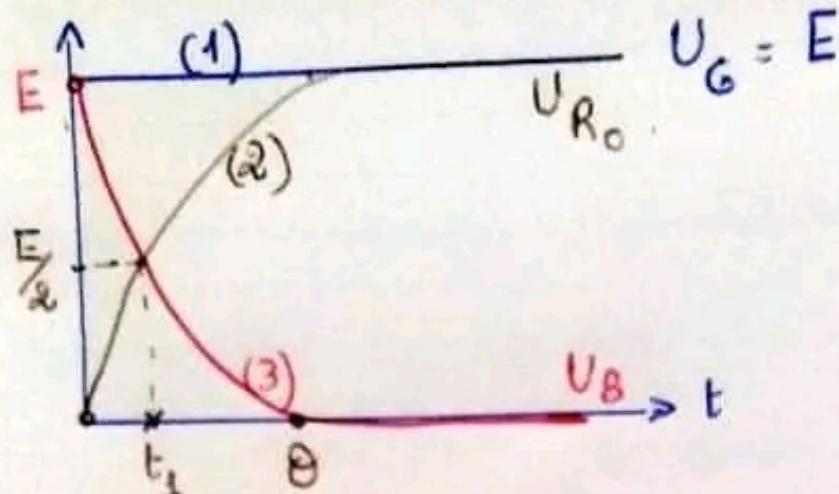
$$\Rightarrow t_1 = \tau \ln \frac{2R_o}{R_o - r}$$

$$U_B = rI_p$$

- $t = \theta \approx 5\tau$ et le régime permanent s'établit

$$U_{R_o} = R_o I_p$$

2



Identification des courbes :

- $U_G = \text{cste} = E$ donc la courbe (1) représente la variation de la tension aux bornes du générateur
- à $t = 0$ $i(0) = 0$ donc $U_{R_0}(0) = R_0 i(0) = 0$ car la bobine s'oppose à l'établissement du courant
donc la courbe (2) représente la variation de la tension aux bornes du résistor. $U_{R_0}(t)$
- La loi des mailles : $\underbrace{U_{R_0}(t=0)}_{=0} + U_B(t=0) = E$
 $U_B(t=0) = E$

donc la courbe (3) est celle de $U_B(t)$.

④

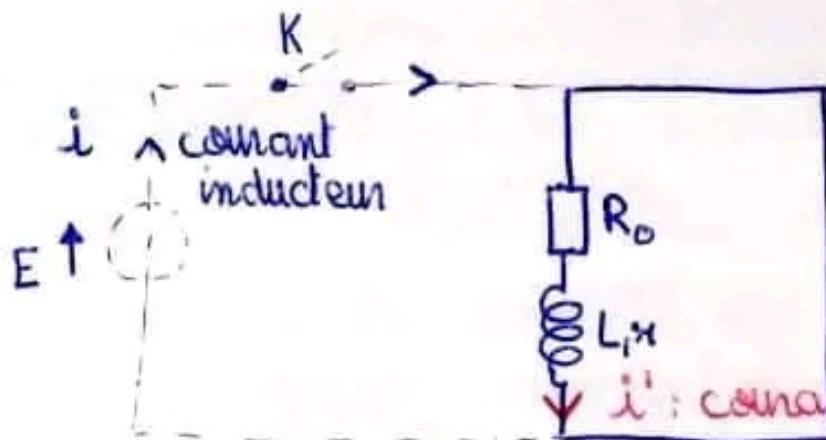
⑤

Pour quelles expériences :

- On utilise une masse flottante (non reliée à la terre) pour éviter les court-circuit.

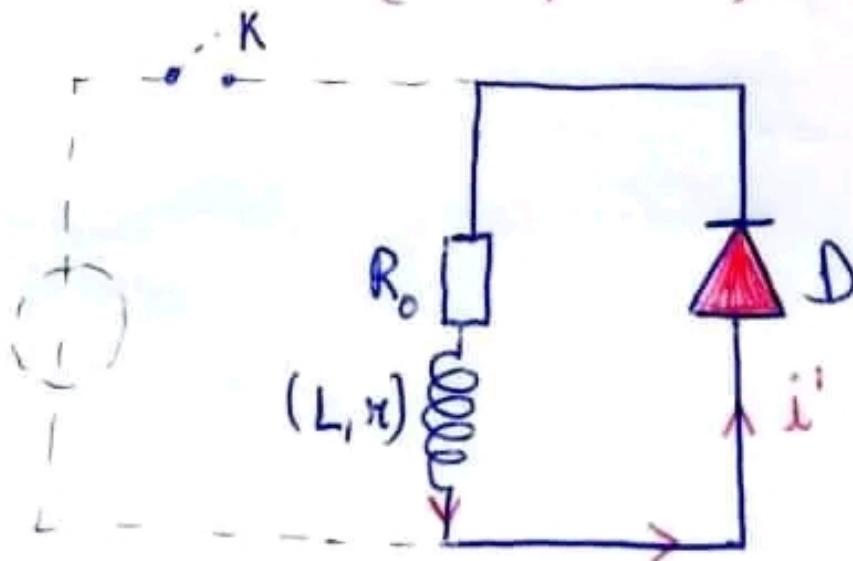
3

- A la rupture du courant la bobine s'oppose à cette rupture en jouant le rôle d'un générateur : Donne naissance à un courant induit de même sens que le courant induit.



A l'ouverture de K:
On observe une étincelle
dans l'interrupteur.

Pour éviter l'étincelle de rupture on branche une diode (sens passant).



i' diminue progressivement

Exercice 1 : Dipôle RC.

A) Etude qualitative :

Soit le circuit de la figure 1, constitué d'un générateur de tension continue, d'un interrupteur K, de 2 lampes identiques L_1 et L_2 et d'un condensateur de capacité C.

Lorsqu'on ferme l'interrupteur K, à $t = 0$ s, les lampes L_1 et L_2 s'allument. L_1 reste allumée, alors que L_2 s'éteint rapidement.

1°/ a) Justifier le comportement des lampes L_1 et L_2 .

b) Donner la valeur de la tension u_{PM} :

- A l'instant $t = 0$ s.
- A l'instant où L_2 s'éteint.

2°/ Montrer que le comportement de L_2 implique que l'intensité du courant qui traverse cette lampe et la tension u_{PM} aux bornes du condensateur varient au cours du temps.

3°/ Peut-on supposer qu'un condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert lorsqu'il est introduit dans un circuit ? Justifier.

B) Etude quantitative :

On supprime la branche contenant la lampe L_1 et on remplace la lampe L_2 par un conducteur ohmique de résistance R.

1°/ Faire un schéma du montage et préciser les connexions et la démarche à réaliser pour visualiser à l'aide d'un oscilloscope, les tensions $u_C(t)$ sur la voie Y₁ et $u_R(t)$ sur la voie Y₂ respectivement aux bornes du condensateur et du conducteur ohmique.

2°/ On observe à l'oscilloscope, les oscillographes de la figure 2, représentant les tensions $u_C(t)$ et $u_R(t)$:

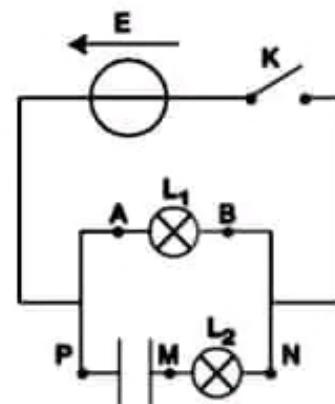


Figure 1

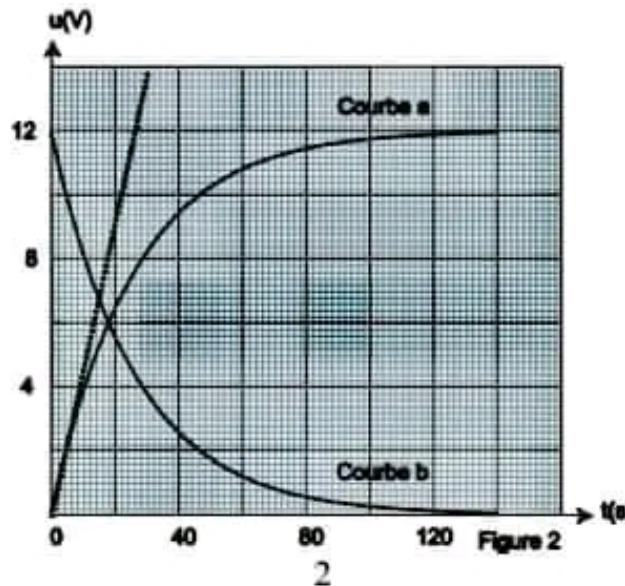


Figure 2

- b) Identifier les deux courbes.
- c) Des deux tensions u_R et u_C , quelle est celle qui permet de suivre l'évolution du courant dans le circuit ? Justifier.
- 3°/ a) Montrer qu'au cours de la charge du condensateur, l'équation différentielle en $u_R(t)$ s'écrit sous la forme : $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R(t) = 0$.
- b) Vérifier que $u_R(t) = E \cdot e^{-t/\tau}$ est solution de cette équation différentielle.
- 4°/ a) Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ du dipôle RC par la méthode de votre choix.
- b) En déduire la valeur de la résistance R . On donne : $C = 10^4 \mu F$.
- 5°/ Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur à l'instant $t = 130$ s.
- 6°/ Si on remplaçait la résistance R par une résistance $R' = \frac{R}{2}$, les courbes (a) et (b) seraient-elles modifiées ? Si oui comment ? Tracer leurs allures sur la figure 2.

Exercice 2 : Dipôle RL.

On se propose d'étudier l'établissement du courant dans un dipôle série comportant une bobine d'inductance L et de résistance r et un conducteur ohmique de résistance $R = 20 \Omega$ lorsque celui-ci est soumis à un échelon de tension de valeur E délivrée par un générateur de tension idéal. Un oscilloscope à mémoire branché, comme l'indique la figure 1, permet d'enregistrer au cours du temps les valeurs des tensions.

1°/ A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K , et on procède à l'enregistrement. On obtient les courbes $y_1 = f(t)$ et $y_2 = g(t)$ (Figure 2).

- Quelles sont les grandeurs électriques observées sur les voies A et B ? Identifier y_1 et y_2 . Justifier la réponse.
 - Quelle est la courbe qui permet de déduire la variation de l'intensité de courant i au cours du temps ?
 - Prélever, du graphe, la valeur de la force électromotrice du générateur.
- 2°/ Lorsque le régime permanent est établi, l'intensité i prend la valeur I_0 .
- Donner, dans ces conditions, les expressions littérales des tensions U_{AM} , U_{BM} et U_{AB} .
 - Montrer, en utilisant les courbes de la figure 2, que la bobine a une résistance r non nulle.

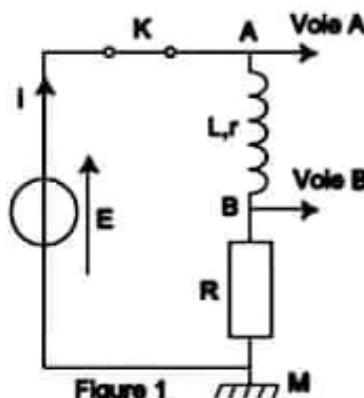


Figure 1

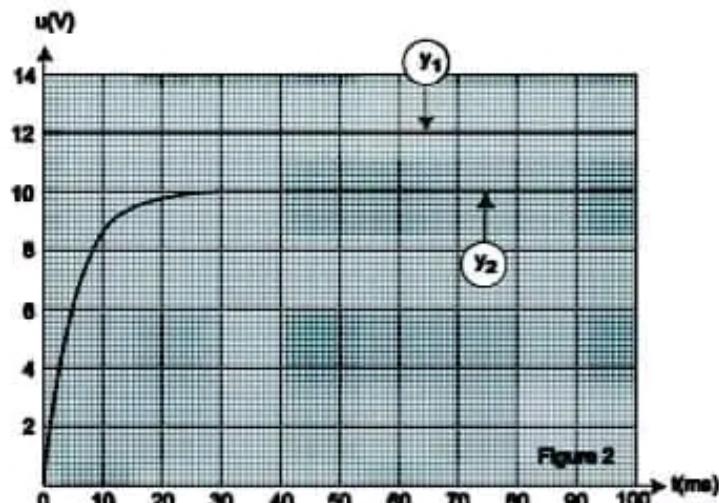


Figure 2

c) Calculer :

- L'intensité I_0 .
- La résistance r de la bobine.

3°/ Le circuit étudié peut être caractérisé par une constante de temps τ , qui permet d'évaluer la durée nécessaire à l'établissement d'un régime permanent dans ce circuit.

b) Etablir l'équation différentielle en $i(t)$.

c) On admet que la solution de cette équation différentielle est de la forme $i(t) = A(1-e^{-\alpha t})$ où A et α sont des constantes. Déterminer les expressions de A et α .

4°/ a) Déterminer graphiquement la constante de temps τ .

b) En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

5°/ Calculer l'énergie emmagasinée par celle-ci quand le régime permanent est établi.

6°/ Exprimer la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes de la bobine en fonction de la tension $u_{BM}(t)$ et de la fem E du générateur. Représenter, sur la figure 2, l'allure de la tension $u_{AB}(t)$ en précisant les valeurs remarquables.

7°/ Le circuit étant en régime permanent, on ouvre l'interrupteur K. Qu'observe-t-on ? Expliquer.