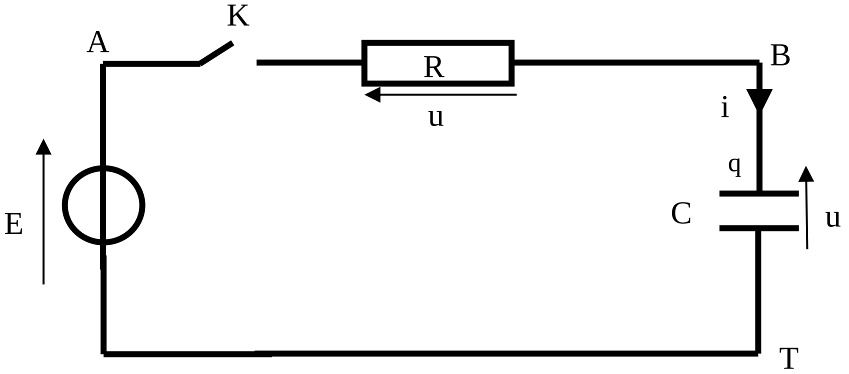
Exercice 1

On dispose de deux composants : un conducteur ohmique de résistance R = 150 Ω et un condensateur de capacité C inconnue. L'objectif de l'exercice est de déterminer la valeur de C. Pour cela, on choisit d'étudier la charge du condensateur à travers le conducteur ohmique à l'aide d'un générateur de tension de f.e.m. E = 5,1 V.
On réalise donc le montage schématisé ci-dessous et on utilise par exemple un système d'acquisition informatique.



Montage n°1

1. Etude théorique

Les conventions de sens et d'orientation pour le courant et les tensions sont indiquées sur le schéma du montage.

1.1 Ecrire la relation qui existe entre E, u_R et u_C (donner le nom de la loi utilisée).
1.2 Exprimer u_R en fonction de l'intensité i du courant (donner le nom de la loi utilisée).
1.3 Rappeler l'expression de i en fonction de q, charge portée par l'armature reliée au point B du circuit.
1.4 Rappeler l'expression de q en fonction de u_c. En déduire celle de i en fonction de u_C.
1.5 En utilisant les résultats précédents montrer que la tension aux armatures du condensateur $u_C(t)$ vérifie l'équation différentielle :

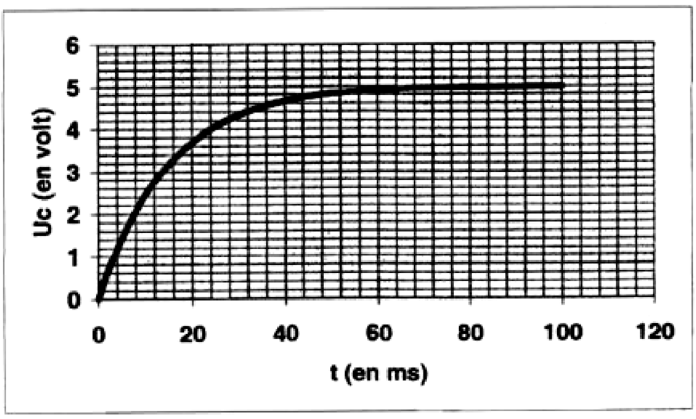
$$\tau.\frac{du_c}{dt} + u_c = E \quad (1).$$

Donner l'expression de τ.
1.6 Montrer que τ est bien homogène à un temps.
1.7 Vérifier que $u_C(t) = E.[1 - \exp(-\frac{t}{\tau})]$ est solution de l'équation différentielle précédente (exp représente la fonction exponentielle).

2. Montage

2.1 Indiquer sur le montage n°1 les branchements nécessaires pour suivre l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur en fonction du temps. Les bornes utilisées pour l'acquisition sont notées Voie 1 et Ref (qui sert de masse).

On suppose le condensateur déchargé. A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K. On obtient la courbe n°1 ci-dessous.

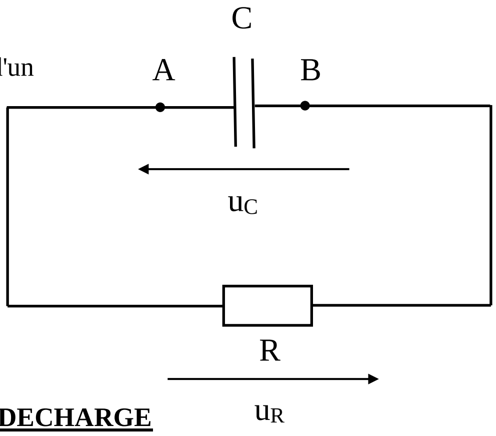


Courbe n°1

2.2 Déterminer graphiquement, en expliquant brièvement la méthode utilisée, la valeur de τ.
2.3 En déduire la valeur de C.
2.4 Quelle est l'énergie accumulée par le condensateur au cours de cette charge ?

Exercice 2

On envisage le circuit suivant constitué d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur de capacité C.



À l'instant t = 0, le condensateur est chargé sous la tension U_0 = 10 V. On notera :

- u_C la tension aux bornes du condensateur à l'instant t, et l'on a $u_C(0) = U_0$
- u_R la tension aux bornes du conducteur ohmique à l'instant t,
- i l'intensité du courant à l'instant t. Cette intensité a été comptée positivement au cours de la charge du condensateur,
- q_A la charge de l'armature A du condensateur à l'instant t.

1. ÉTABLISSEMENT DE L'EQUATION DIFFERENTIELLE LORS DE LA DECHARGE

1.1 Quelle relation lie u_R et u_C ?

1.2 Rappeler la relation qui lie la charge q_A de l'armature A à la tension u_C.

1.3 Quel est le signe de i ? Établir la relation liant l'intensité i du courant à la tension u_C.

1.4 Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de u_C peut s'écrire :

$$\alpha\, u_C + \frac{du_C}{dt} = 0 \quad \text{où } \alpha \text{ est une constante non nulle.}$$

Donner alors l'expression de α en fonction de R et C.

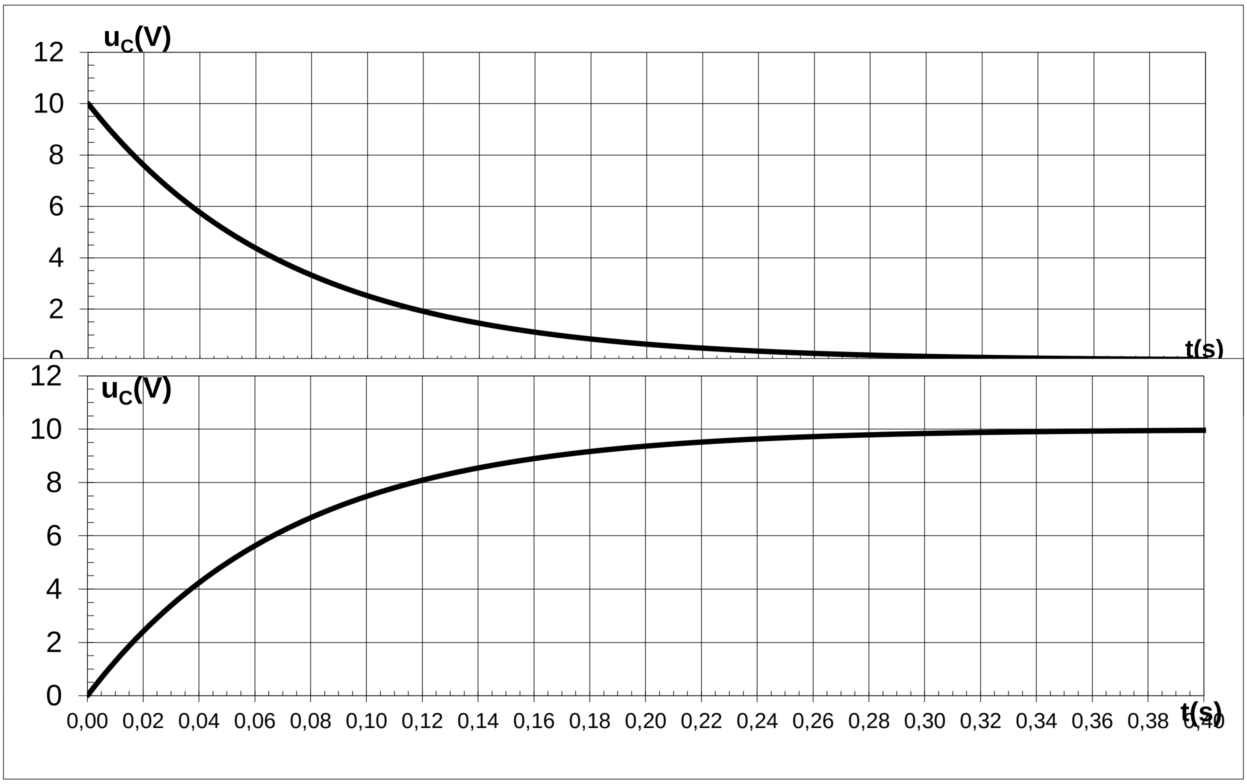
2. SOLUTION DE L'ÉQUATION DIFFÉRENTIELLE

Une solution de l'équation différentielle peut s'écrire $u_C = Ae^{-\beta t}$ où A et β sont deux constantes positives non nulles.

2.1 En utilisant l'équation différentielle, montrer que $\beta = \dfrac{1}{RC}$.

2.2 Déterminer la valeur de A.

2.3 Indiquer parmi les **courbes 1** et **2** données ci-après, celle qui peut représenter u_C. Justifier la réponse.

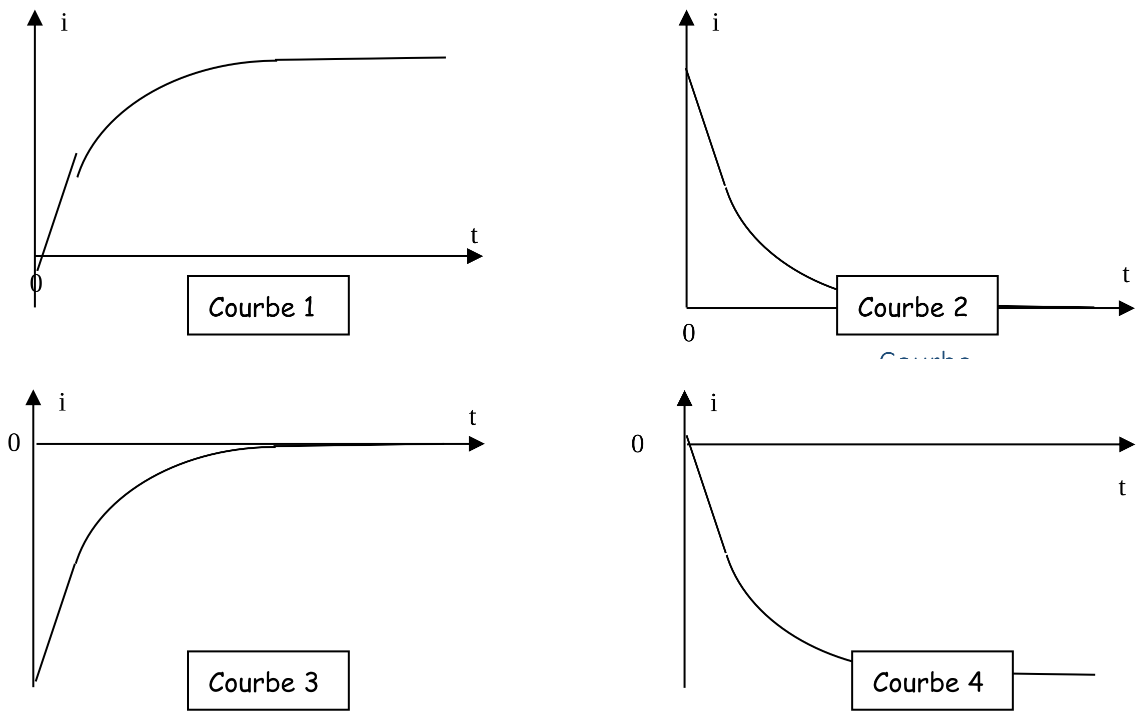


3. INTENSITÉ DU COURANT

Pour tous les calculs numériques effectués dans cette partie, on prendra RC = 0,07s

3.1 En utilisant les résultats précédents, montrer que $i = -\dfrac{U_0}{R}\, e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)}$.

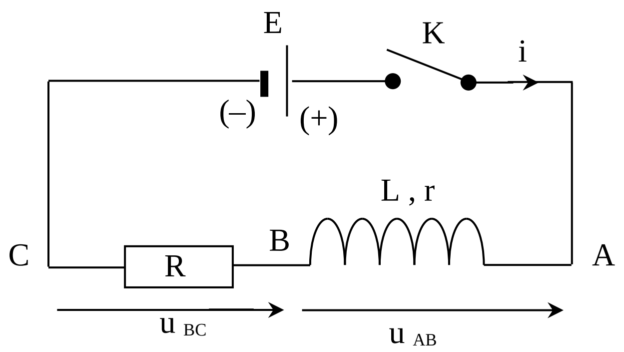
3.2 Déterminer la valeur I_0 de i à t = 0.
3.3 En justifiant la réponse, indiquer parmi les quatre courbes ci-dessous celle qui peut représenter i.



Exercice 3

Un circuit électrique comporte, placés en série : un générateur idéal de tension continue de f.é.m. E = 6,00 V, un interrupteur K, une bobine d'inductance L et de résistance r = 10,0 Ω et un conducteur ohmique de résistance R = 190 Ω. Un ordinateur relié au montage par une interface appropriée permet de visualiser au cours du temps les valeurs des tensions u_{AB} et u_{BC}.

Le schéma du circuit ci-contre précise l'orientation du circuit et les tensions étudiées.



A t = 0, on ferme l'interrupteur K et on procède à l'acquisition.
On obtient les deux courbes présentées en fin d'exercice, notées courbe 1 et courbe 2.

1. - Etude du montage.

1.1. A défaut d'ordinateur et d'interface d'acquisition, quel type d'appareil peut-on utiliser pour visualiser le phénomène étudié ?
1.2. Donner l'expression de u_{AB} en fonction de l'intensité i du courant.
1.3. Donner l'expression de u_{BC} en fonction de l'intensité i du courant.
1.4. Associer les courbes 1 et 2 aux tensions u_{AB} et u_{BC}. Justifier.

2. - Détermination de l'intensité du courant en régime permanent.

2.1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité i du courant.
2.2. Comment s'écrit cette équation différentielle lorsque le régime permanent est atteint ? En déduire l'expression de I_0, intensité du courant qui traverse le circuit lorsque le régime permanent est établi.
2.3. Exploiter l'une des courbes pour retrouver cette valeur de I_0.

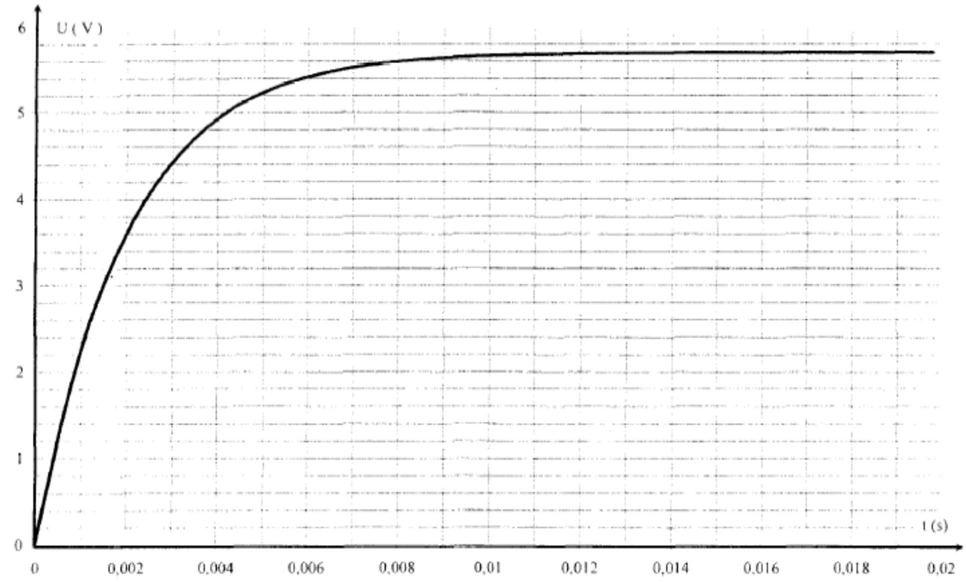
3. - Calcul de l’inductance L de la bobine.

3.1. Exploiter l’une des deux courbes pour déterminer la constante de temps τ du montage. Expliciter votre méthode.

3.2. Rappeler l’expression de la constante de temps τ en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit.

3.3. À partir de la valeur de τ mesurée, calculer l’inductance L de la bobine.

Courbe 1



Courbe 2