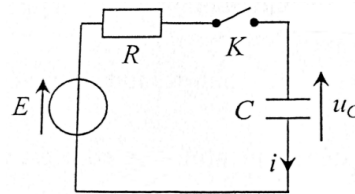


♣ **Exercice 01 : Conditions aux limites**

- 1- a) **Rappel 1** : la tension aux bornes d'un conducteur ohmique est-elle continue ? et aux bornes d'un condensateur ?  
 b) **Rappel 2** : en régime stationnaire, que vaut l'intensité du courant électrique dans la branche d'un circuit contenant un condensateur ?

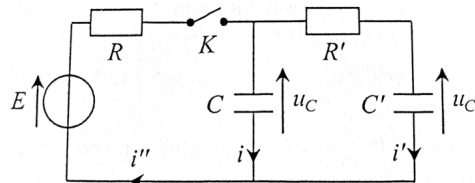
A l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur K du circuit ci-contre, le condensateur étant préalablement déchargé.



2- A l'aide des rappels précédents et en utilisant éventuellement les lois dans les circuits électriques, déterminer la valeur de :

- a)  $u_C$  et  $i$  à  $t = 0^+$  (c'est-à-dire juste après la fermeture de K) ;  
 b)  $u_C$  et  $i$  en régime stationnaire ;

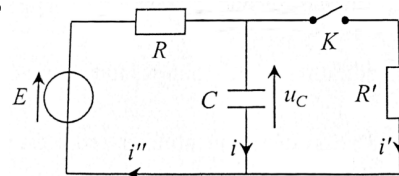
A l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur K du circuit ci-contre, les deux condensateurs étant initialement déchargés.



3- De même qu'à la question 1-, déterminer la valeur de :

- a)  $u_C$ ,  $u_{C'}$ ,  $i$ ,  $i'$  et  $i''$  à  $t = 0^+$  ;  
 b)  $u_C$ ,  $u_{C'}$ ,  $i$ ,  $i'$  et  $i''$  en régime stationnaire ;

Le circuit ci-contre a été laissé tel quel pendant une longue durée. A l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur K, aucune indication n'étant donnée sur le condensateur ...

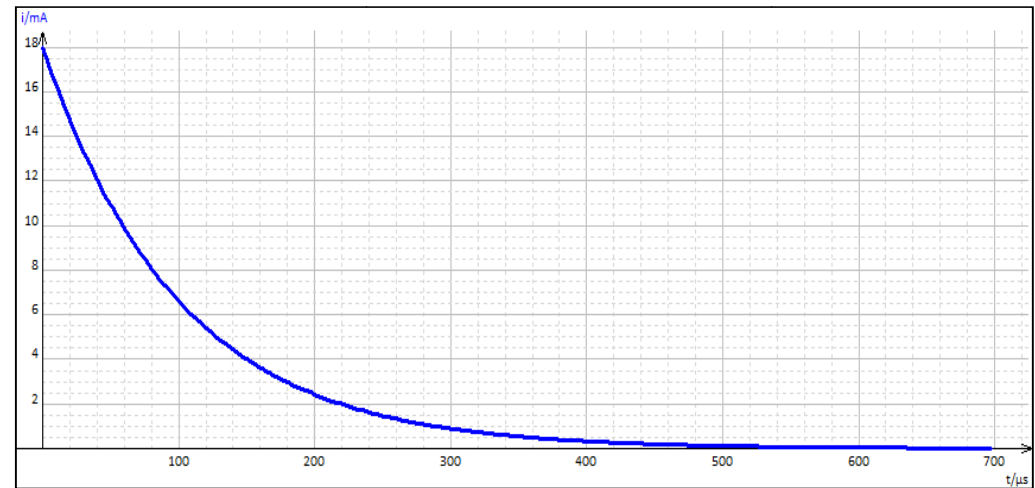
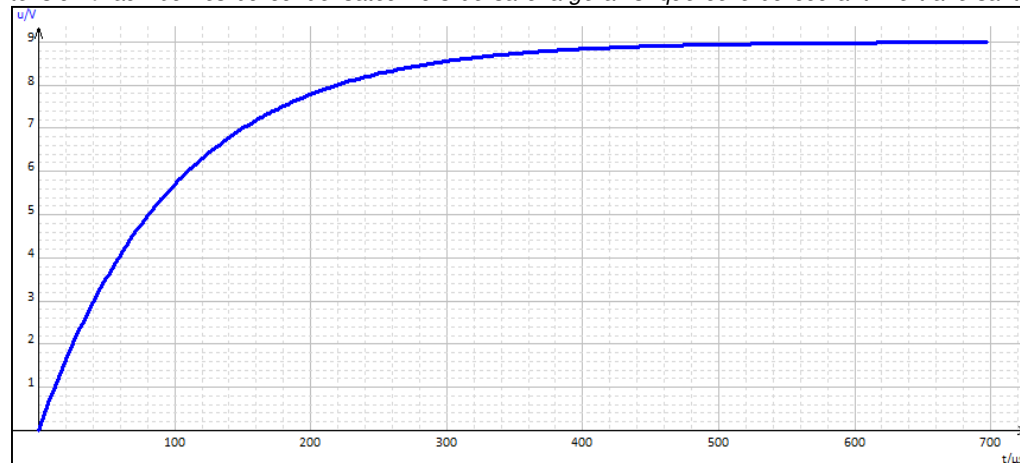


4- Déterminer la valeur de :

- a)  $u_C$ ,  $i$ ,  $i'$  et  $i''$  à  $t = 0^+$  ;  
 b)  $u_C$ ,  $i$ ,  $i'$  et  $i''$  en régime stationnaire ;

♣ **Exercice 02 : Relevés expérimentaux**

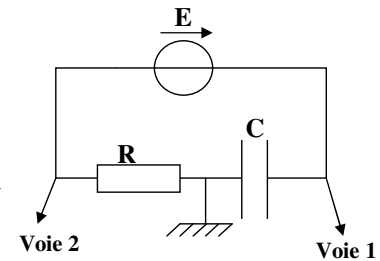
Un condensateur de capacité C et un conducteur ohmique de résistance R sont associés en série avec un générateur de tension idéale E. On donne ci-dessous l'évolution temporelle de la tension u aux bornes du condensateur lors de sa charge ainsi que celle du courant i le traversant.



1- Par une méthode graphique, déterminer la valeur de R et celle de C.

2- Si le générateur est à « masse flottante » (c'est-à-dire si sa masse n'est pas reliée à la terre), on peut réaliser les branchements ci-contre. Déterminer l'allure des courbes visualisées sur la voie 1 et sur la voie 2 en indiquant des valeurs caractéristiques.

**Rappel :** la tension visualisée par une voie d'un oscilloscope est celle représentée par une flèche de tension dont la base part de la masse et dont la pointe de la flèche est celle de la voie considérée.

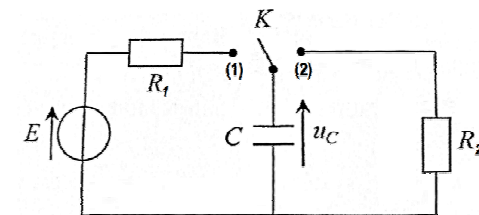


♣ **Exercice 03 : Etude flash d'un appareil photographique**

Le flash d'un appareil photo est modélisé par le circuit suivant :

- L'interrupteur K est placé en position (1) : le condensateur de capacité  $C = 20,0$  mF est alors alimenté par une pile de f.e.m.  $E = 12,0$  V et de résistance interne  $R_1 = 50,0$  Ω, ce qui permet sa charge ;

- L'interrupteur K est ensuite placé en position (2) : le condensateur est alors relié à une lampe, assimilée à un conducteur ohmique de résistance  $R_2 = 50,0$  mΩ. La décharge du condensateur dans la lampe produit le flash lumineux.



1- **Estimations**

- a) Donner une estimation de la durée  $\Delta t_1$  de charge du condensateur.  
 b) Donner une estimation de la durée  $\Delta t_2$  du flash lumineux. Comparer avec la durée  $\Delta t_1$ .  
 c) Calculer la valeur de l'énergie stockée dans le condensateur à la fin de la charge.

2- **Tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur**

On commence à charger le flash à l'instant  $t_0 = 0$  s puis on prend la photo 10 secondes plus tard.

- a) Donner l'expression de  $u_C(t)$  sur les intervalles de temps [0 s ; 10 s] puis [10 s ; 12 s].  
 b) Donner l'allure de la courbe  $u_C(t)$  sur l'intervalle de temps [0 s ; 12 s].

### 3- Intensité $i(t)$ du courant

- Donner l'expression de l'intensité électrique  $i(t)$  circulant dans le condensateur sur les intervalles de temps  $[0 \text{ s} ; 10 \text{ s}]$  puis  $[10 \text{ s} ; 12 \text{ s}]$ .
- Tracer l'allure de la courbe  $i(t)$  sur l'intervalle de temps  $[0 \text{ s} ; 12 \text{ s}]$

### 4- Bilan énergétique

- Calculer l'énergie  $E_1$  fournie par le générateur, l'énergie  $E_2$  reçue par le condensateur et l'énergie  $E_3$  reçue par le conducteur ohmique sur l'intervalle  $[0 \text{ s} ; 10 \text{ s}]$ .
- Calculer l'énergie  $E_2'$  fournie par le condensateur et l'énergie  $E_3'$  reçue par le conducteur ohmique sur l'intervalle  $[10 \text{ s} ; 12 \text{ s}]$ .

### ♣ Exercice 04 : Etude du condensateur réel

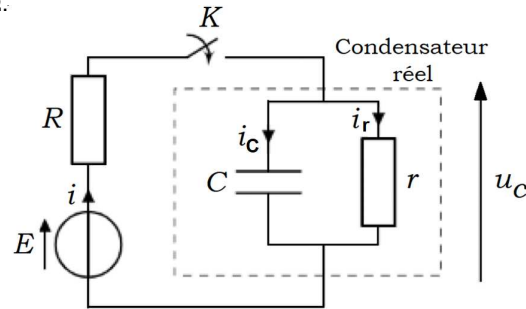
Un condensateur de capacité  $C = 100 \text{ pF}$  initialement chargé sous une tension  $E = 10,0 \text{ V}$  est retiré de son circuit de charge. Au bout d'exactement deux minutes, on constate que la tension à ses bornes ne vaut plus que  $1,0 \text{ V}$  ...

- Proposer une origine à cette décharge spontanée du condensateur en raisonnant sur la façon dont est constitué un condensateur.
- Le phénomène précédent peut être modélisé en considérant que le condensateur de capacité  $C$  se décharge dans une résistance  $r$  (résistance de fuite du condensateur). A l'aide des données, montrer que  $r$  est un peu supérieure à  $5 \cdot 10^{11} \Omega$ .

On associe en série un condensateur réel (capacité  $C$  et résistance de fuite  $r$ ) avec un conducteur ohmique de résistance  $R$  et un générateur idéal de tension de fem  $E$ .

Pour  $t < 0$ , l'interrupteur  $K$  est ouvert et le condensateur est déchargé.

À  $t = 0$ , on ferme  $K$ .



3- Montrer que :  $i = C \times \frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{r}$ .

4- En déduire que l'équation différentielle vérifiée par  $u_C(t)$  s'écrit :

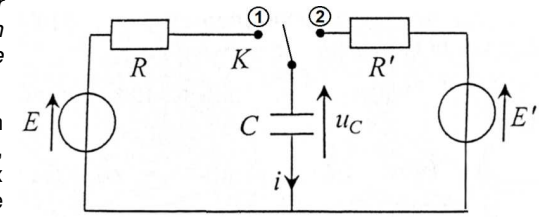
$$\frac{du_C}{dt} + \frac{R+r}{C \times r \times R} \times u_C - \frac{E}{R \times C} = 0$$

- Identifier la constante de temps  $\tau$  du circuit dans cette équation différentielle puis résoudre complètement celle-ci en prenant en compte les conditions initiales.
- Tracer le graphe de  $u_C(t)$  en précisant la valeur  $u_{lim}$  atteinte en régime permanent.
- Vers quelle valeur tend  $u_{lim}$  dans le cas où  $r \gg R$  ?
- Exprimer en fonction de  $R$  la valeur minimale que doit avoir la résistance de fuite  $r$  du condensateur pour que la valeur de la tension finale à ses bornes soit au moins égale à 99 % de  $E$ .
- Une fois le condensateur chargé, on ouvre l'interrupteur  $K$ . Exprimer en fonction de  $r$  la valeur de la résistance  $R$  qui permettra une décharge 10 fois plus lente que la charge.

### ♣ Exercice 05 : Tension de claquage d'un condensateur

On réalise le circuit ci-contre avec :  $E = 5,00 \text{ V}$  ;  $E' = 10,00 \text{ V}$  ;  $C = 50,0 \text{ mF}$   
 $R = 1,00 \text{ k}\Omega$  ;  $R' = 10,00 \text{ k}\Omega$

La tension de claquage d'un condensateur est la tension maximale que peut supporter un condensateur. Le condensateur utilisé ici a une tension de claquage valant  $U_{cl} = 8,00 \text{ V}$ .



- On a basculé l'interrupteur sur la position 1 pendant 10 minutes. Sans la calculer, déterminer la valeur de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur au bout de cette durée.
- On bascule alors l'interrupteur sur la position 2. Calculer la durée au bout de laquelle il faudra ouvrir l'interrupteur afin d'éviter le claquage du condensateur en se laissant une marge de sûreté de 10 % par rapport à la tension de claquage annoncée.  
*NB* : pour simplifier l'étude, on pourra prendre comme origine des dates le moment où on a basculé l'interrupteur sur la position 2.

### ♣ Exercice 06 : Principe d'un capteur capacitif de niveau

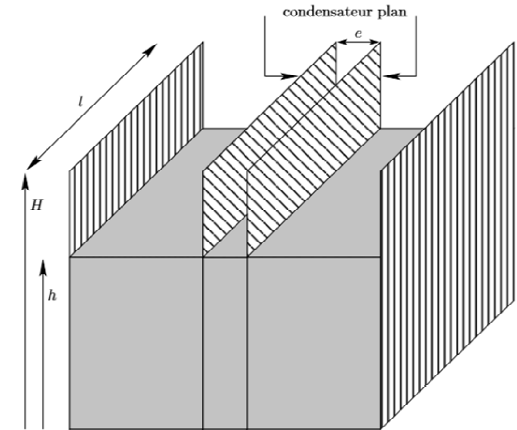
Pour mesurer le niveau de liquide dans une cuve, on insère une sonde capacitive dans celle-ci : partiellement immergée, les deux armatures conductrices planes et parallèles de la sonde sont séparées par le liquide dans la partie basse et par l'air dans la partie haute.

L'ensemble est équivalent à un condensateur de capacité  $C = C_1 + C_2$  telle que :

#  $C_1$  = capacité d'un condensateur immergé sur une hauteur  $h$  dans le liquide de permittivité diélectrique  $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$  ;

#  $C_2$  = capacité d'un condensateur immergé sur une hauteur  $H - h$  dans l'air de permittivité diélectrique  $\epsilon_0$ .

On rappelle que la capacité  $C$  d'un condensateur à conducteurs plans parallèles et de même surface  $S$  séparés par une épaisseur  $e$  d'isolant de permittivité diélectrique  $\epsilon$  vaut :  $C = \epsilon \times \frac{S}{e}$ .



- Donner l'expression de la capacité équivalente  $C$  de la sonde en fonction de  $\epsilon_r$ ,  $\epsilon_0$ ,  $h$ ,  $H$ ,  $e$  et  $\ell$  (largeur des armatures du condensateur).
- On note  $C_0$  la capacité de la sonde quand le réservoir est vide ( $h = 0$ ). Exprimer  $C$  en fonction de  $C_0$ ,  $\epsilon_r$ ,  $h$  et  $H$  et vérifier qu'elle dépend linéairement de  $h$  selon la relation suivante (où  $\alpha$  est une constante à exprimer en fonction des données) :  $C(h) = C_0 \times (1 + \alpha \times h)$ .
- Calculer la valeur de la capacité du condensateur quand le réservoir est vide, quand il est plein puis quand il est aux trois-quarts vide.  
*Données* :  $\ell = 10 \text{ cm}$ ,  $H = 1,0 \text{ m}$ ,  $e = 1,0 \text{ cm}$ ,  $\epsilon_r = 5$  et  $\epsilon_0 \approx 1 \cdot 10^{-11} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$ .
- Pour aller plus loin** ... En admettant que le condensateur de capacité  $C$  est le condensateur équivalent à l'association en parallèle de deux condensateurs de capacité  $C_1$  et  $C_2$ , établir la relation  $C_1 + C_2$ . Pour cela, faites un schéma et inspirez-vous de la démonstration du cours de Physique 03 pour l'association en parallèle de deux conducteurs ohmiques.