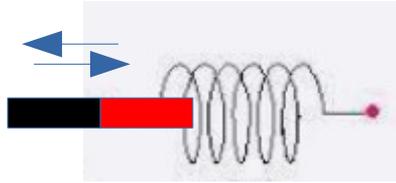


Lampe de secours rechargeable

Q1. Pour créer un courant i dans la bobine, la lampe doit contenir **un aimant mobile** pouvant se **déplacer** le long de l'axe de la bobine.

Le principe physique, base de la recharge est **le phénomène d'induction**.



Lorsqu'on secoue la lampe, on met cet aimant en mouvement, ce qui provoque une variation du flux magnétique Φ dans la bobine, un courant induit y apparaît

Q2. La loi décrivant ce phénomène et caractérisant le courant induit est la loi de Faraday :

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{où } \Phi \text{ est le flux magnétique et } e \text{ la force électromotrice induite.}$$

Plus on secoue vigoureusement, plus le flux va varier rapidement et donc plus la fem induite (et le courant lié) sera importante. On recharge ainsi plus efficacement la lampe.

Q3.

Loi des mailles : $u_c = Ri$ et

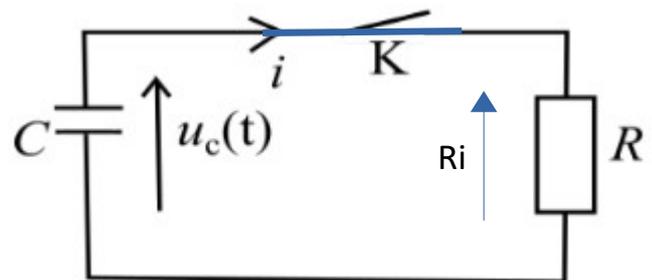
$$i = -C \frac{du_c}{dt} \quad \text{convention générateur.}$$

On obtient alors :

$$u_c = -RC \frac{du_c}{dt} \Leftrightarrow u_c + RC \frac{du_c}{dt} = 0 \quad ,$$

Soit avec $\tau = RC$ constante de temps du circuit,

$$u_c + \tau \frac{du_c}{dt} = 0$$



Q4. $u_c(t) = K e^{-\frac{t}{\tau}}$. Or à $t = 0$, le condensateur est chargé $u_c(0) = U_0$

$$\text{on obtient : } u_c(t) = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Q5. On veut avoir $\tau = 20 \text{ min} / 5 = 4 \text{ min} = 240 \text{ s}$. $\tau = RC$ donc $R = \frac{\tau}{C}$ soit **$R = 24\Omega$** .

Q6. d'après la formule donnée, la capacité d'un condensateur plan est donnée par $C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$.

Pour obtenir la capacité la plus grande possible, il faut donc augmenter au maximum la surface S des armatures, et diminuer au maximum la distance d entre elles.

Q7.

La résistance R_s va engendrer **des pertes d'énergie par effet Joule** qui ne seront pas émis sous forme de lumière. Il faut donc que **R_s soit la plus petite possible** pour avoir le meilleur rendement.

R_f est la résistance de fuite et représente le fait que **le condensateur a toujours tendance à se décharger**, même s'il n'est pas sollicité pour générer un courant. Plus **R_f est grande, moins le**

condensateur se décharge vite, le temps caractéristique étant donné par $\tau = R_f C$. On souhaite qu'il reste chargé plusieurs semaines, il faut donc que **R_f soit la plus grande possible**.

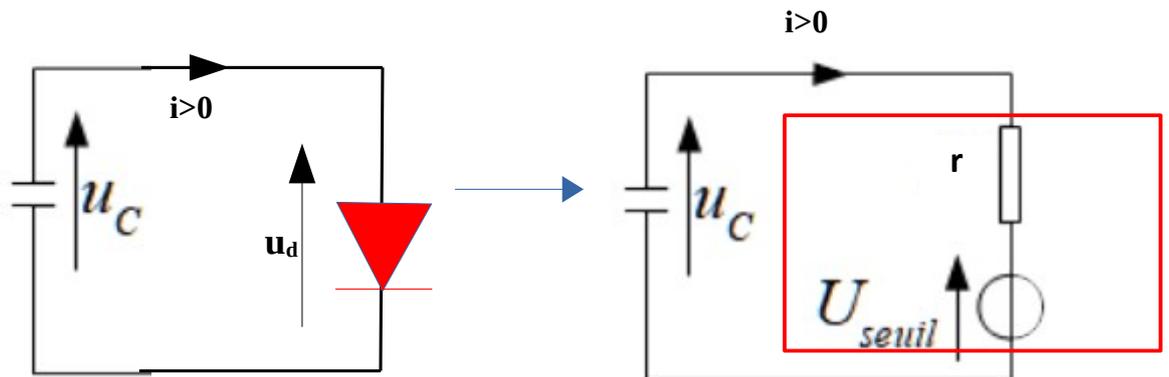
Q8. On peut proposer le modèle suivant : $u_d = b + r i$ pour $i > 0$

D'après la relation r est le taux d'accroissement $\frac{\Delta u_d}{\Delta i}$

sur le graphique $\Delta u_d = 0,2 V$ pour $\Delta i = 100 mA = 0,1 A$ donc $\frac{\Delta u_d}{\Delta i} = 2 V/A$ $r = 2 \Omega$

A $i = 0+$, $u_d = U_{seuil} = 2,3 V$ $b = 2,3 V$

Q9. Le schéma équivalent devient alors avec $u_d = U_{seuil} + r i$ pour $i > 0$



Loi des mailles : $u_C = u_d = r i + U_{seuil}$

$i = -C \frac{du_C}{dt}$ convention générateur.

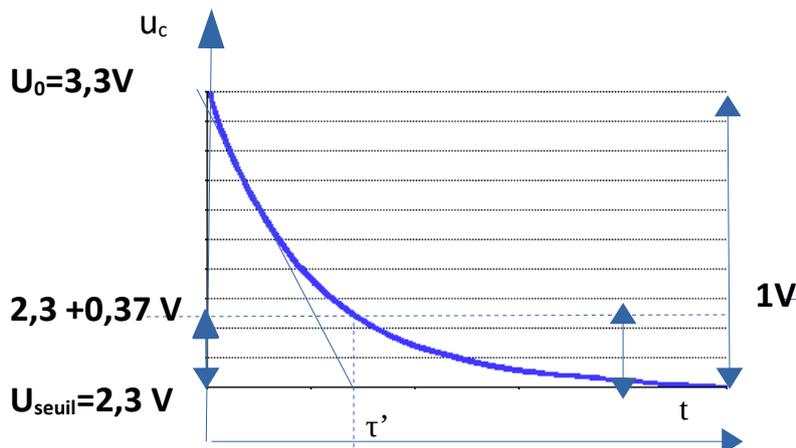
$u_C = -rC \frac{du_C}{dt} + U_{seuil}$ s avec $\tau' = rC$, on obtient en divisant chaque membre de l'égalité par rC

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{\tau'} = \frac{U_{seuil}}{\tau'}$$

Q10. La solution est de la forme $u_C(t) = K e^{-\frac{t}{\tau'}} + U_{seuil}$ U_{seuil} étant la solution particulière de l'équation. À $t = 0$ on a $u_C(0) = U_0$ donc $u_C(0) = K + U_{seuil} = U_0 \Leftrightarrow K = U_0 - U_{seuil}$, on obtient

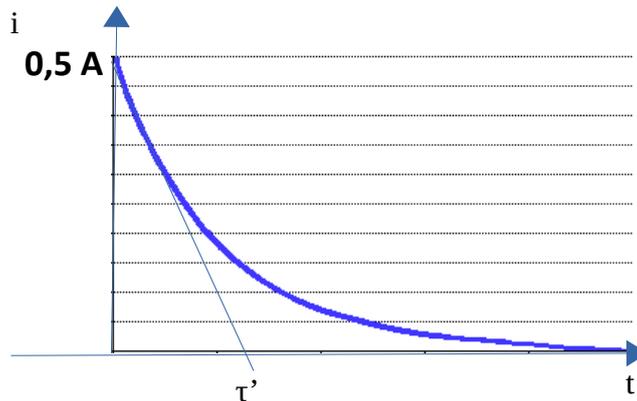
$$u_C(t) = (U_0 - U_{seuil}) e^{-\frac{t}{\tau'}} + U_{seuil}$$

Q11.



Q12 $i(t) = -C \frac{du_C}{dt}$ donc : $i(t) = \frac{(U_0 - U_{seuil})}{r} e^{-\frac{t}{\tau'}}$ avec $i(0) = \frac{(U_0 - U_{seuil})}{r} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ A}$.

Q13



Q14. Le courant maximum supporté par la diode est de 250 mA selon la notice . Or, à l'instant initial, le courant devrait être de $i_{\max} = 500 \text{ mA}$. Initialement, le courant est donc 2 fois trop grand pour un fonctionnement sans dommage de la LED.

Q14bis On peut donc imaginer ajouter une résistance en série de $r' = r = 2 \Omega$ pour diviser ce courant par 2.

Q15. D'après l'énoncé, la LED n'émet plus de lumière lorsque $u_d = u_c < U_{seuil} + 0,1 \text{ V}$.

La lampe s'éteint à $T / u_c(T) = U_{seuil} + 0,1 \text{ V}$

soit : $0,1 = e^{-\frac{T}{\tau'}} \Leftrightarrow \ln(0,1) = -\frac{T}{\tau'} \Leftrightarrow T = \tau' \ln 10$ $T = rC \ln 10$ A.N. $r = 2 \Omega$ et $C = 10 \text{ F}$ $T = 46 \text{ s}$,

Q16. La notice au début de l'énoncé indique une durée de 20 min presque 20 fois plus que celle calculée précédemment

Il faut donc un autre procédé pour recharger le condensateur . Le dispositif augmente la tension du condensateur lorsqu'il atteint une valeur trop faible pour que la DEL éclaire. Cette tension amplifiée permet alors à la diode de continuer à éclairer.

II Production d'électricité à bord

Q18 En supposant l'éclairage uniforme, la puissance reçue par un panneau correspond au ux lumineux multiplié par la surface : $P = 500 \times 1 \times 0,5 = 250 \text{ W}$

Q19. La puissance électrique délivrée par ce panneau est alors de $P_e = 50 \text{ W}$.

Q20. Les 3 appareils consommant le plus de courant sont la pompe délivrant l'eau sous pression (96 W), le réfrigérateur (42W) et l'ordinateur (48W).

Si l'on veut pouvoir faire fonctionner simultanément ces 3 appareils en utilisant uniquement les panneaux solaires, **il faut donc une puissance totale $P = 186 \text{ W}$, ce qui nécessite l'utilisation de 4 panneaux solaires, montés en parallèle puisqu'on reste sur 12 V**