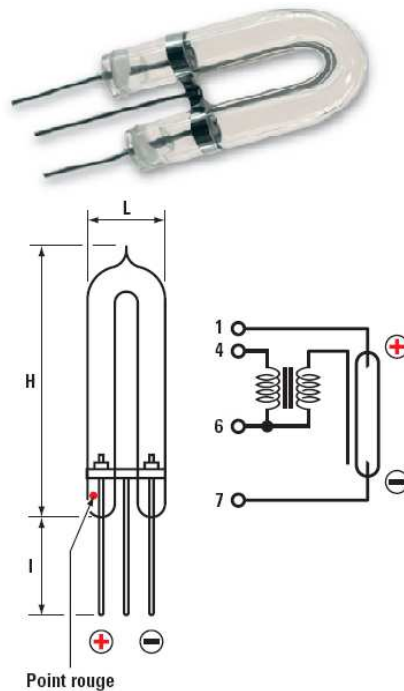


ELECTROCINETIQUE : EXERCICES DE REVISIONS DE MP2I

Exercice 1: Flash électronique, régime transitoire du premier ordre, ENSTIM 2009

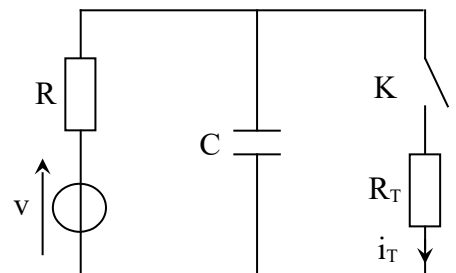
Le fonctionnement d'un flash électronique repose sur la génération d'un éclair dans un tube à décharge. Il s'agit d'un tube de quartz dans lequel on a placé un gaz raréfié, le xénon, entre deux électrodes E_1 et E_2 . Ces deux électrodes sont reliées à un condensateur de capacité C chargé sous quelques centaines de volts. Autour du tube est enroulé un fil constituant une électrode E_3 . On peut appliquer entre E_1 et E_3 une impulsion de tension de plusieurs milliers de volts qui ionise le xénon. Il devient alors conducteur et le condensateur peut se décharger dans le gaz, créant ainsi un éclair lumineux très intense d'une durée très brève.

I- Expliquer pourquoi l'ionisation des atomes de xénon abaisse la résistance du tube à décharge.



On utilise le circuit équivalent de la figure ci-contre pour expliquer la formation d'un éclair dans le tube.

On considère que la tension v est une tension continue de 0,30 kV.



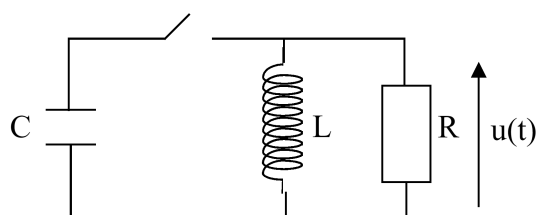
- 2- Justifier le schéma électrique proposé pour modéliser l'ampoule.
- 3- Le régime permanent étant atteint pour $t < 0$, on ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$. Déterminer les expressions $i_T(0_+)$ et $i_T(\infty)$ de i_T juste après la fermeture de l'interrupteur et lorsque le régime permanent est atteint (après la fermeture de l'interrupteur).
- 4- Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $i_T(t)$ pour $t > 0$. On pourra y faire apparaître la constante de temps $\tau = \frac{RR_T C}{R + R_T}$.
- 5- En déduire l'expression complète de $i_T(t)$ pour $t > 0$ en fonction de v , R , R_T , t et τ .
- 6- Tracer l'allure de $i_T(t)$ pour $t < 0$ et $t > 0$ et expliquer la génération d'un éclair lors de la fermeture de l'interrupteur K.
- 7- Donner l'expression de l'énergie accumulée par le condensateur avant la fermeture de l'interrupteur.
- 8- On souhaite générer un flash d'une puissance égale à 4,0 W et d'une durée de 0,10 s. Calculer l'énergie moyenne devant être stockée dans le condensateur.
- 9- Déterminer un ordre de grandeur de la valeur de la capacité C nécessaire. Commenter ce résultat.

Informations complémentaires sur le fonctionnement d'un flash électronique à l'adresse :

<http://www.schema-electronique.net/2012/02/un-feu-eclats-ou-stroboscope-frequence.html>

Exercice 2 : Circuit bouchon

On considère le circuit suivant où $C = 0,1\mu\text{F}$ et $L = 0,1\text{H}$. A $t = 0$ on ferme l'interrupteur, le condensateur étant préalablement chargé.



- 1) Etablir l'équation différentielle satisfaite par la grandeur u .
- 2) La résistance R étant réglable, déterminez la résistance critique.
- 3) Pour quelles valeurs de R le régime est-il apériodique ?

Exercice 3 : Oscillations et facteur de qualité

On étudie le régime libre d'un circuit R-L-C série peu amorti. L'expression de la tension aux bornes de C à un instant t est de la forme $u(t) = Ae^{-\frac{t}{2\tau}} \cos(\omega t + \varphi)$ avec τ et ω donnés dans le cours.

- 1) Montrez que la pulsation des pseudo-périodes peut être confondue avec la pulsation propre du circuit dans le cas où $Q \gg 1$.

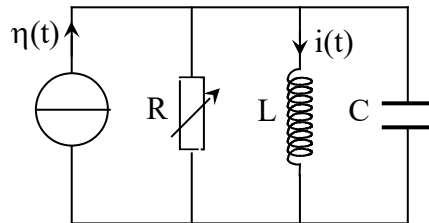
On suppose que les oscillations restent visibles tant que leur amplitude est supérieure au vingtième de l'amplitude initiale.

- 2) Quel est le nombre d'oscillations observées ? Exprimez-le en fonction du facteur de qualité.

Exercice 4 : Résonance dans un circuit R-L-C parallèle, diviseur de courant

On considère le circuit RLC parallèle suivant alimenté par une source de courant délivrant un courant d'intensité sinusoïdale $\eta(t) = \eta_m \cos(\omega t)$.

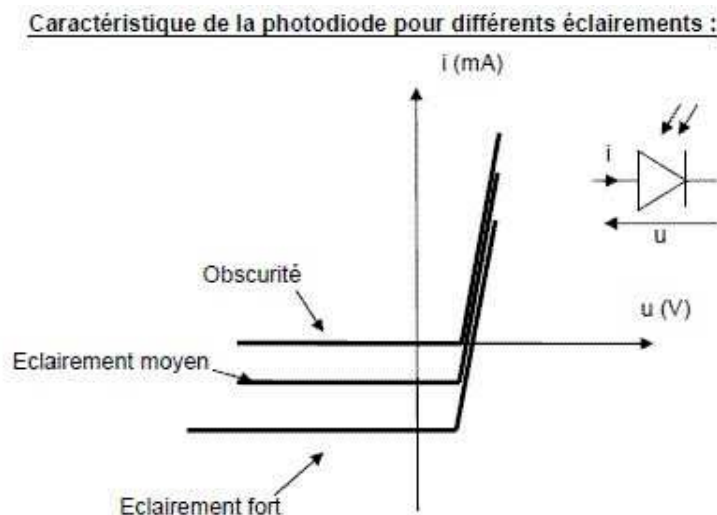
La résistance R est réglable. La bobine idéale est parcourue par un courant d'intensité $i(t) = i_m \cos(\omega t + \varphi)$.



- Déterminez l'expression de i_m en fonction de ω .
- Pour quelles valeurs de R y a-t-il résonance en intensité dans la bobine ?
- Tracez le graphe i_m en fonction de ω pour différentes valeurs de R.
- Retrouver l'expression de $i_m(\omega)$ à partir d'une construction utilisant les vecteurs de Fresnel (MPI*)
- Retrouver l'équation différentielle du circuit vérifiée par $i(t)$ en passant de l'étude fréquentielle à l'étude temporelle.

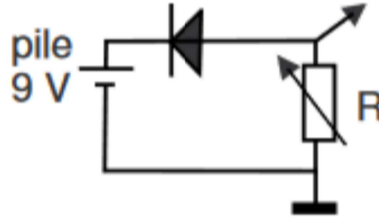
Exercice 5 : La photodiode : capteur de flux lumineux

Une photodiode est un dipôle qui peut être utilisé comme un capteur de flux lumineux dans certaines conditions.



Lorsque la tension u à ses bornes (cf. caractéristique ci-dessus) est négative, elle est parcourue par un courant électrique dont l'intensité i est proportionnelle au flux lumineux Φ qu'elle reçoit. On utilise cette propriété pour réaliser un capteur d'intensité lumineuse.

A cet effet, on réalise le montage suivant :



1. Déterminer l'expression de la tension u aux bornes de la photodiode en fonction de l'intensité i qui la traverse en fonction de la fem E de la pile et de la résistance R .
2. En utilisant la caractéristique ci-dessus, déterminer qualitativement le point de fonctionnement du circuit.
3. Expliquer comment ce montage permet d'utiliser la photodiode comme capteur d'intensité lumineuse.
4. Le montage fonctionne-t-il si on inverse la polarité de la pile ?

Quelques résultats

Exercice 1 : 2) $i_T(0_+) = \frac{v}{R_T}$, $i_T(\infty) = \frac{v}{R + R_T}$ 3) $\frac{di_T}{dt} + \frac{R + R_T}{RR_T C} i_T = \frac{v}{RR_T C}$
 4) $i_T(t) = \frac{Rv}{R_T(R + R_T)} e^{-RR_T C t / (R + R_T) C} + \frac{v}{R + R_T}$ 9) $C = 10 \mu F$

Exercice 2 : $R_C = \sqrt{\frac{L}{4C}}$

Exercice 3 : 2) $n = 0,95Q$ soit $n \cong Q$

Exercice 4 : 1) $i_m = \eta_m \left[(1 - LC\omega^2)^2 + \frac{L^2\omega^2}{R^2} \right]^{-\frac{1}{2}}$; 2) Il y a résonance pour $R > \sqrt{\frac{L}{2C}}$