

Devoir maison n° 3 - niveau 1

Le flash électronique

Cet exercice est adapté du sujet de concours commun des « Petites Mines » 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.

Partie I. Étude du redresseur

Le condensateur doit être chargé sous une tension continue v_2 de l'ordre de 0,30 kV. Le flash étudié n'est cependant alimenté que par des piles fournissant une tension continue de 6,0 V.

Afin d'obtenir la tension v_2 nécessaire, la tension d'alimentation est dans un premier temps convertie en une tension alternative pour être ensuite élevée dans un transformateur. On obtient en sortie du transformateur une tension alternative v_1 qu'il faut redresser et filtrer pour obtenir la tension continue v_2 .

Le pont de diodes constituant le redresseur est représenté sur la figure 1. Il est composé de quatre diodes D_1 , D_2 , D_3 et D_4 .

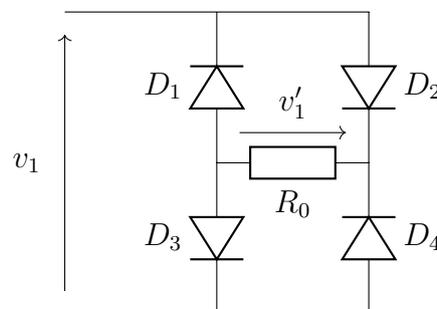


Figure 1

- Q1. Tracer l'allure de la caractéristique¹ d'une diode à jonction dans le modèle de la diode idéale sans seuil². Préciser à quel composant est équivalente la diode dans chacune des zones de la caractéristique.

La tension $v_1(t)$ obtenue en sortie du transformateur est une tension sinusoïdale de pulsation ω et de période T : $v_1(t) = V_1 \sin(\omega t)$.

- Q2. Dessiner le circuit équivalent au montage de la figure 1 lors d'une alternance positive de la tension $v_1(t)$. En déduire l'expression de la tension $v'_1(t)$ sur cette alternance.
- Q3. Reprendre les mêmes questions lors d'une alternance négative de la tension $v_1(t)$.
- Q4. Tracer sur un graphique l'allure de la tension $v'_1(t)$ en fonction du temps en sortie du redresseur.

Partie II. Génération de l'éclair

Le gaz du tube à décharge n'est a priori pas conducteur. Cependant, lorsqu'une très haute tension est appliquée entre deux de ses électrodes, l'ionisation des atomes de xénon qui en résulte abaisse la résistance du tube qui devient alors équivalent à un conducteur de résistance R_T dans lequel le condensateur C peut se décharger.

- Q5. Expliquer pourquoi l'ionisation des atomes de xénon abaisse la résistance du tube à décharge.

On utilise le circuit équivalent de la figure 2 pour expliquer la formation d'un éclair dans le tube.

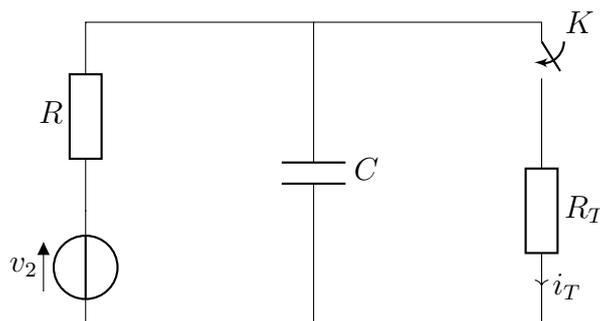


Figure 2

On considère que la tension v_2 , obtenue par filtrage de v_1 est une tension continue de 0,30 kV.

- Q6. 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).
- Q7. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $i_T(t)$ pour $t > 0$. On pourra y faire apparaître la constante de temps $\tau = \frac{RR_T C}{R + R_T}$.
- Q8. En déduire l'expression complète de $i_T(t)$ pour $t > 0$ en fonction de v_2 , R , R_T , t et τ .
- Q9. 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 .

1. c'est le graphique qui donne l'intensité du courant qui traverse la diode en fonction de la tension à ses bornes

2. La diode est un dipôle polarisé. Elle permet la circulation d'un courant électrique dans un seul sens : une diode idéale sans seuil permet le passage du courant sans effet résistif à partir d'une tension de seuil (= tension minimale qui doit être imposée à la diode pour qu'elle commence à conduire le courant) nulle.