

# ÉLECTRICITÉ

Soignez la présentation et la rédaction, qui doit être complète et concise. Tout résultat doit être justifié, et mis en valeur. Les résultats littéraux doivent être homogènes. Les résultats numériques doivent avoir un nombre de chiffres significatifs vraisemblable. Les schémas doivent être clairs, suffisamment grands et lisibles. Si vous n'arrivez pas à montrer un résultat, admettez-le clairement et poursuivez.

## CALCULATRICES AUTORISÉES

### I. Alimentation d'une diode électroluminescente

Une diode électroluminescente (DEL, Figure 1) a pour propriété d'émettre de la lumière lorsqu'elle est traversée par un courant. Sa caractéristique est décrite par le graphe ci-dessous (Figure 2). Elle est constituée d'une branche *bloquée*, pour la quelle  $i = 0$  et d'une branche *passante* correspondant à  $i > 0$ . On note  $V_S = 1,8\text{ V}$  sa *tension de seuil* et  $r \approx 1,0\ \Omega$  sa *résistance dynamique*. La diode s'éclairera de façon satisfaisante lorsqu'elle sera traversée par un courant d'intensité  $i$  compris entre 10 et 20 mA.

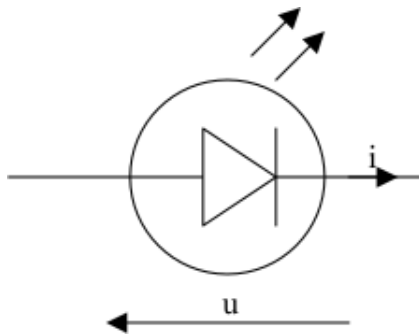


FIGURE 1 – Symbole d'une diode électroluminescente

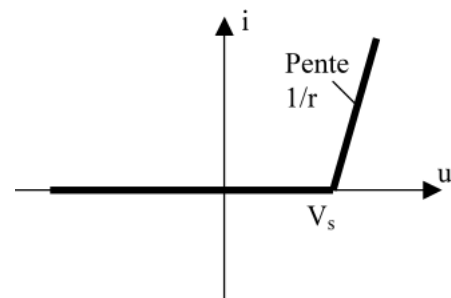


FIGURE 2 – Caractéristique de la diode en convention croisée.

- Donner la représentation de Thévenin décrivant le comportement de la diode sur sa branche passante, c'est à dire pour  $u > V_S$ .

Lorsque la diode est bloquée, pour  $u < V_S$ , aucun courant ne la traverse et elle peut alors être assimilée à un interrupteur ouvert.

- La diode est branchée en série avec un générateur de f.é.m.  $E = 6,0\text{ V}$ , et un résistor de résistance  $R$  (Figure 3).

- Montrer graphiquement qu'elle fonctionne alors sur sa branche passante.
- Expliciter l'intensité  $i$  qui la traverse, puis déterminer littéralement puis numériquement la valeur  $R_0$  de  $R$  permettant d'obtenir  $i = i_0 = 15\text{ mA}$ . Comparer  $R_0$  et  $r$ .
- Deux DEL identiques sont maintenant branchées en dérivation et insérées à la place de la DEL précédente, et dans le même sens. Expliciter en fonction de  $E$ ,  $V_S$ ,  $i_0$  et  $r$  la nouvelle valeur  $R'_0$  que l'on doit donner à  $R$  pour obtenir une intensité de 15 mA dans chacune des deux diodes ? Calculer  $R'_0$  numériquement.
- Évaluer la puissance  $P_R$  reçue par le résistor de résistance  $R = R'_0$ , et la puissance  $P_d$  reçue par chacune des deux DEL. Établir la relation existant entre la puissance  $P_g$  fournie (cédée) par le générateur de fem  $E$  et  $P_R$  et  $P_d$ . Commenter.

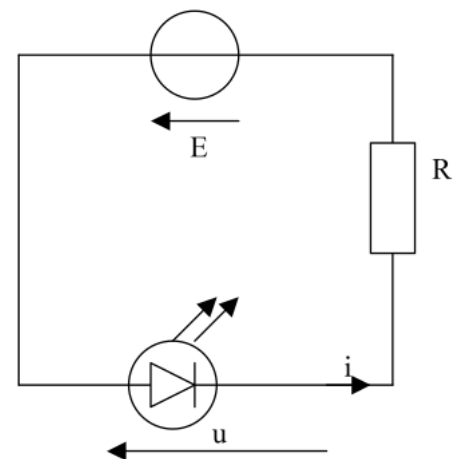


FIGURE 3 – Premier circuit.

3. Le montage est modifié selon le schéma de la Figure 4, avec  $R_2 = 1,0\Omega$ .

- Quelle valeur minimale doit-on donner théoriquement à  $R_1$  pour que la diode électroluminescente fonctionne sur sa branche passante ?
- Calculer l'intensité  $i$  traversant la DEL en fonction de  $R$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $V_S$  et  $E$ .  
Application numérique pour  $R_1 = 1,0\text{k}\Omega$  et  $R = 0,28\text{k}\Omega$ . Conclusion ?
- Calculer puis comparer numériquement la puissance  $P_g$  fournie par le générateur de f.é.m.  $E$  et la puissance  $P_d$  reçue par la diode.

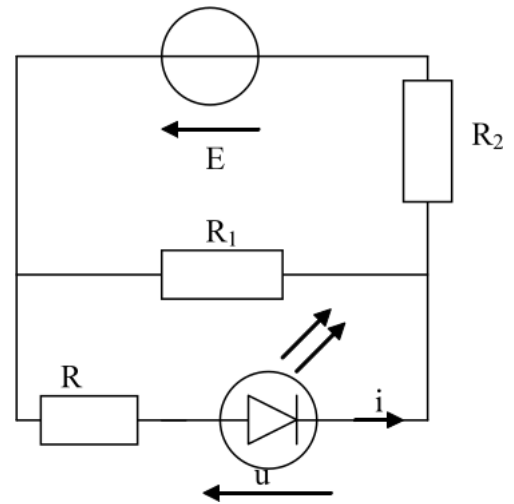


FIGURE 4 – Second circuit.

## II. Étude d'un flash d'appareil photographique

Cet exercice porte sur l'étude d'un montage capable d'alimenter le flash d'un appareil photographique à l'aide d'une petite pile du commerce, de force électromotrice (f.é.m.) constante  $E = 1,5\text{V}$ . Le circuit électrique d'un flash comporte un condensateur pouvant être chargé jusqu'à une tension de plusieurs centaines de volts. Pour atteindre de telles tensions, il faut utiliser un transformateur, lequel ne fonctionne qu'avec des tensions alternatives.

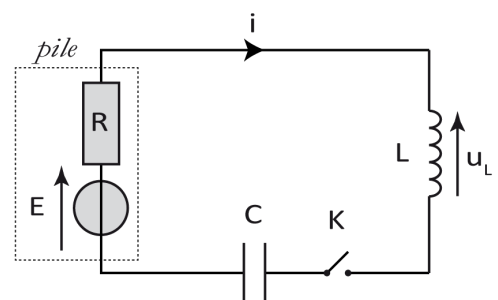
*Remarque : aucune connaissance sur le transformateur n'est nécessaire pour ce problème ; il sera étudié en fin d'année.*

### II.1. Obtention d'un courant alternatif quasi-sinusoïdal

On considère le circuit ci-contre, constitué d'un condensateur de capacité  $C$  et d'une bobine d'inductance  $L$ , alimenté par une pile de f.é.m. constante  $E$  et de résistance interne  $R$ . Le condensateur est initialement déchargé. On arme le flash à l'instant  $t = 0$ , en fermant l'interrupteur  $K$ .

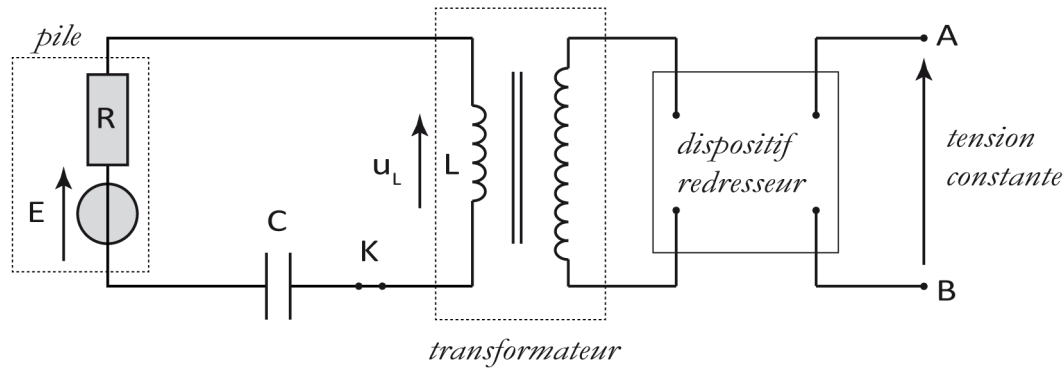
Données :  $R = 0,5\Omega$  ;  $C = 200\text{pF}$  ;  $L = 36\text{mH}$ .

- Déterminer simplement, en la justifiant, la valeur  $u_{L\infty}$  de la tension  $u_L$  aux bornes de la bobine au bout d'un temps très long après la fermeture de l'interrupteur.
- Que vaut  $u_L$  à l'instant  $t = 0^+$ , c'est-à-dire juste après la fermeture de l'interrupteur ?
- Déterminer l'équation différentielle vérifiée par  $u_L$  au cours du temps, pour  $t > 0$ .
- Définir le facteur de qualité  $Q$  et la pulsation propre  $\omega_0$  du circuit en fonction des paramètres, puis les calculer numériquement.
- Donner l'expression de  $u_L(t)$  en introduisant si besoin les grandeurs de votre choix, que vous définirez. Déterminer les constantes d'intégration.
- Évaluer numériquement le temps caractéristique pour que  $u_L$  atteigne la valeur  $u_{L\infty}$ .



## II.2. Alimentation du flash et décharge

La bobine précédente est en fait le « primaire » d'un transformateur dont le « secondaire » est assuré par une seconde bobine à nombre de spire plus important (cf. figure ci-dessous). Ce dispositif permet de fournir, à partir de la tension alternative supposée sinusoïdale  $u_L(t)$ , une tension alternative sinusoïdale  $u'(t)$  d'amplitude 200 fois plus grande dans le cas de l'appareil photographique.

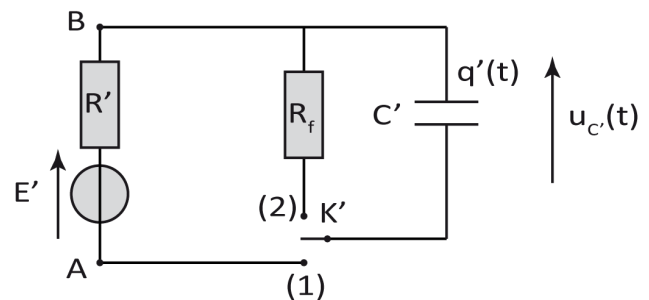


La tension variable ainsi produite est ensuite *redressée* afin d'obtenir aux bornes du dipôle  $AB$  une tension constante. Le dipôle  $AB$  ainsi constitué, équivalent à un générateur de Thévenin de f.é.m.  $E'$  constante (avec  $E' = 200E$ ) et de résistance  $R'$ , permet d'alimenter le flash (voir figure ci-dessous).

Lorsque l'interrupteur  $K'$  est en position (1), le dispositif assure la charge d'un condensateur de capacité  $C'$ . Dès que la charge de ce condensateur a (pratiquement) atteint sa valeur maximale  $q'_{max}$ , le flash est prêt à fonctionner. La mise en position (2) de l'interrupteur  $K'$  permet la décharge du condensateur  $C'$  dans le résistor modélisant le flash de résistance  $R_f$ , ce qui provoque l'émission d'un éclair lumineux.

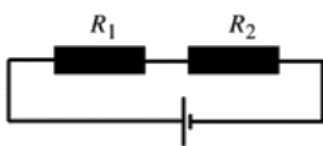
On réinitialise les temps en  $t = 0$  à l'instant où  $K'$  bascule en position (2).

Données :  $E' = 300 \text{ V}$  ;  $R' = 180 \Omega$  ;  $R_f = 10 \Omega$  ;  $C' = 150 \mu\text{F}$ .



7. Exprimer puis calculer numériquement la charge maximale  $q'_{max}$  du condensateur.  
Faire de même pour l'énergie électrique maximale  $\mathcal{E}_e$  emmagasinée par le condensateur avant que  $K'$  ne bascule en position (2).
8. Exprimer l'évolution de  $u'_C$  au cours du temps, pour  $t > 0$ , c'est-à-dire une fois que l'interrupteur  $K'$  a basculé en position (2).  
Exprimer puis calculer numériquement le temps  $\tau'$  caractéristique de la décharge du condensateur dans le résistor de résistance  $R_f$ .

## III. 2 + 3 = 6



Le circuit ci-contre contient une batterie supposée idéale et deux résistors  $R_1$  et  $R_2$ . On utilise un voltmètre pour mesurer successivement les tensions aux bornes de  $R_1$ , puis de  $R_2$  et enfin de la batterie. Les valeurs obtenues sont respectivement 2,0 V, puis 3,0 V et enfin 6,0 V. Quelles sont les tensions réelles aux bornes des résistors ?

\* \* \* FIN DE L'ÉPREUVE \* \* \*