

Master 1 SMIS EEAS Parcours SYGELEC**2M8EE4M : Décharges, Plasmas et Applications**

Session juin 2007

Sans documents

Durée : 2h

EXERCICE 1 : MODEL DE CONDUCTANCE

Une lampe fluorescente de puissance nominale $P_n=36$ W est alimentée par une source de courant continu avec $I_n=400$ mA. La lampe est stabilisée depuis longtemps dans ce mode de fonctionnement.

1. Calculer la tension nominale, V_n , de fonctionnement de la lampe.
2. Quelle est la résistance ohmique, R , de la lampe ?
3. La conductance, $G(t)$ de la lampe est donnée par l'équation différentielle générale :

$$\frac{d}{dt}G(t) = aI^2(t) - bG(t)$$

où, $I(t)$ est le courant appliqué et a , b sont des constantes. Démontrer que, dans le cas de l'alimentation continue stabilisée pour cette lampe, on peut exprimer le rapport b/a en fonction de la puissance nominale du tube.

4. A un instant T_0 on éteint la lampe instantanément. Déterminer la variation de la conductance après l'extinction.
5. Pendant cette décroissance, la conductance devient égale à la moitié de sa valeur initiale 1 ms après l'interruption du courant. En utilisant les données et les réponses obtenues dans les questions précédentes, calculer les valeurs de constantes a et b .

EXERCICE 2 : ALIMENTATION DES PLASMAS

La figure 1 représente la structure simplifiée de l'allumage "électronique" d'une bougie de moteur essence. Les données numériques principales sont les suivantes :

- Tension batterie : $E=14$ V.
- Transformateur : $n_1=150$ spires ; $n_2=15000$ spires ; résistance du primaire $r=2$ W ; résistance du secondaire $R=15$ kW ; inductance magnétisante vue du primaire $L_1=3$ mH ; fuites magnétiques et pertes fer négligées.
- Bougie : tension d'amorçage $10\text{kV} < V_i < 25\text{kV}$; tension d'arc $V_a \approx 1000$ V.

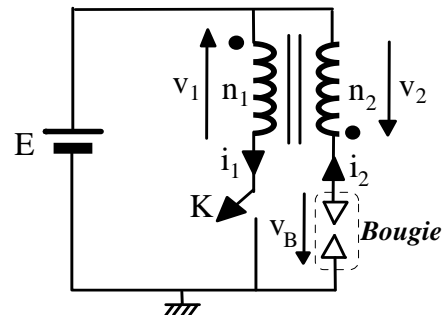


Figure 1

I – Schéma équivalent du dispositif

- 1 – Donner, en justifiant sa structure, un schéma équivalent du transformateur.
- 2 – En déduire un schéma équivalent du dispositif de la figure 1.

II – Phase de charge du transformateur

On désire étudier la phase de charge du transformateur, lorsque l'interrupteur K est fermé. On suppose que les courants i_1 et i_2 sont nuls au début de cette phase.

- 3 – Donner l'expression de la tension v_B aux bornes de la bougie au tout début de cette phase. La bougie peut-elle s'amorcer ? Pourquoi ? En déduire un schéma équivalent simplifié du dispositif, vu de la source E.
- 4 – Déterminer l'expression littérale du courant i_1 en fonction du temps. Quelle valeur maximale peut atteindre ce courant ?

5 – Quelle est la valeur de l'énergie stockée W_T dans le circuit magnétique du transformateur en fin de charge ?

III – Génération de l'étincelle d'allumage

En fin de la phase précédente de charge, lorsque le courant i_1 a atteint la valeur maximale obtenue en 4, on ouvre l'interrupteur K.

6 – Qualitativement, expliquer alors ce qui se passe aux bornes de la bougie.

7 – Donner un schéma équivalent du dispositif vu de la bougie, peu de temps après l'ouverture de l'interrupteur K, lorsque l'étincelle est amorcée. Que vaut la tension aux bornes de la bougie ?

8 – Donner alors l'expression littérale du courant i_2 dans la bougie en fonction du temps.

QUESTIONS DE COURS

Question 1:

Donner les principales propriétés (physiques, électriques, mécaniques...) que doit avoir le gaz contenu dans la chambre de coupure d'un disjoncteur pour couper au mieux un arc électrique.

Question 2 :

Quels sont les deux mécanismes nécessaires d'un disjoncteur basse tension pour détecter un courant de défaut. Quels sont leurs principes de fonctionnement et leurs objectifs.

Question 3

Les plasmas froids utilisés en microélectronique, mais aussi dans de nombreux autres domaines concernés par la modification des surfaces restent à des températures relativement basses. Comment cela se fait-il ?

Question 4

Que se passe-t-il dans une gaine cathodique, notamment vis à vis des électrons ?

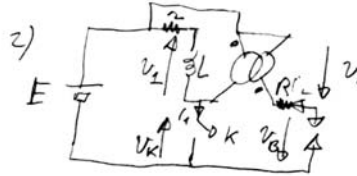
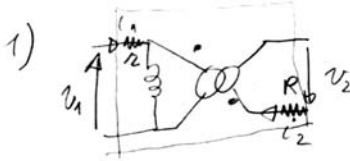
Question 5

En radio-fréquence, à quel composant peut-on comparer une gaine :

- a) à basse fréquence
- b) à haute fréquence

Justifier brièvement votre réponse.

Eléments de correction



$$3) \quad E + v_2 + v_B = 0 \Rightarrow v_B = -E - v_2$$

$$v_2 = \frac{n_2}{n_1} v_1 \quad \text{ici} \quad v_1 = E \Rightarrow v_B = -E - \frac{n_2}{n_1} E$$

$$= -\left(1 + \frac{n_2}{n_1}\right) E$$

$$v_B = -14 + 4 V < V_i$$

4)

$$L \frac{di_1}{dt} + r i_1 = E \Rightarrow i_1 = \frac{E}{r} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$\tau_1 = \frac{L}{r} \quad \hat{i}_1 = \frac{14}{2} = 7 A$$

$$5) \quad W_T = \frac{1}{2} L_1 \hat{i}_1^2 = 73,5 mJ$$

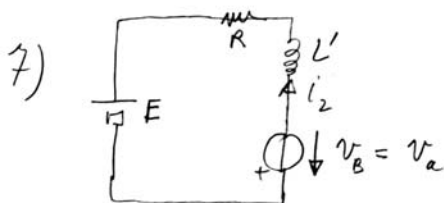
6) À l'ouverture de K $\rightarrow \frac{di_1}{dt} < 0$ v_1 s'inverse et tend vers $-\infty$
 $\Rightarrow v_2 \rightarrow -\infty$ lorsque $v_2 = -V_i$, l'arc s'arrête.
 La tension v_B revient alors à V_a , puisqu'il se que toute l'énergie accumulée dans la bobine soit consommée l'arc s'arrête alors.

$$v_B = -E - v_2 = V_i \Rightarrow v_2 = -V_i - E \approx -V_i$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{n_1}{n_2} v_2 = -\frac{n_1}{n_2} V_i$$

$$E = \hat{v}_K + v_2 \Rightarrow \hat{v}_K = E - v_2 = E + \frac{n_1}{n_2} V_i$$

$$\hat{v}_K = 264 V$$



$$L' = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 L = 30 H$$

$$\tau_2 = 2 ms$$

8)

$$L' \frac{di_2}{dt} + R i_2 = -(E + V_a)$$

$$i_2 = -\frac{E + V_a}{R} + K e^{-\frac{t}{\tau_2}}$$

$$t=0 \quad i_{20} = -\frac{E + V_a}{R} + K$$

$$K = i_{2a} + \frac{E + V_a}{R} \quad \tau_2 = \frac{L'}{R}$$

$$i_2 = -\frac{E + V_a}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_2}}\right) + i_{20} e^{-\frac{t}{\tau_2}}$$

$$i_2 = \left(i_{20} + \frac{E + V_a}{R}\right) e^{-\frac{t}{\tau_2}} - \frac{E + V_a}{R}$$