

Master 1 STS EEA - Parcours SYGELEC**2M8EE4M : Décharges, Plasmas et Applications***Session mai 2009**Sans documents**Durée : 2h***♦ QUESTIONS DE COURS (attention : chaque réponse doit rester limitée à moins de 10 lignes)*****Question 1***

a. Quelle est la propriété qui conduit à une large utilisation industrielle des plasmas froids, notamment en microélectronique ?

b. Pourquoi les plasmas froids ont-ils cette propriété ?

Question 2

Pourquoi lorsque l'on veut faire un dépôt d'un isolant électrique dans un réacteur plasma, vaut-il mieux utiliser un signal alternatif plutôt qu'appliquer une tension continue ?

Question 3

Donnez les 2 types de déclenchement d'un disjoncteur basse tension pour couper un défaut électrique. Expliquez brièvement leur principe de fonctionnement.

Question 4

Donner l'allure des caractéristiques courant et tension en fonction du temps d'un arc électrique dans un disjoncteur. Expliquez brièvement les deux courbes.

Question 5

Au sein d'un disjoncteur basse tension, rappeler brièvement les différentes étapes du parcours d'un arc électrique, de sa création à son extinction.

Question 6

Quelles sont les 3 étapes "clefs" de la vie d'un arc électrique dans un disjoncteur basse tension. Expliquez brièvement chaque étape.

Question 7

Citer 3 applications des décharges électriques en précisant s'il s'agit des plasmas thermiques ou des plasmas hors d'équilibre.

Question 8

Donner la valeur du champ de claquage (exprimée en V/cm) limite dans l'air sec à la pression atmosphérique.

Question 9

Donner l'équation générale de variation de conductance d'une décharge électrique $[dG(t)/dt]$.

Question 10

A quel type de composant passif pouvons-nous assimiler une décharge électrique (à conditions que la fréquence d'alimentation reste inférieure à plusieurs GHz) ?

♦ EXERCICE 1

Une lampe à décharge basse pression (tube fluorescent de longueur 1,2 m) est connecté en série avec un ballast ferromagnétique d'inductance L . La résistance ohmique due au bobinage est considérée comme négligeable.

Pendant la phase de l'amorçage (lampe éteinte) un courant de 400 mA traverse un starter (bilame) connecté en parallèle avec la lampe. A l'instant $t=0$ le bilame s'ouvre le courant passe donc à zéro dans 0,25 ms après l'ouverture du bilame.

Pour amorcer le tube il faut appliquer entre les deux électrodes qui se trouvent à ces extrémités un champ électrique de 16,7 V/cm.

- 1 – Faites un schéma du circuit.
- 2 – Calculer la tension nécessaire pour l'amorçage de la lampe (en kV).
- 3 – Calculer la valeur de la variation de courant (en A/s) pendant l'ouverture du bilame.
- 4 – Donner la relation qui permet de calculer la valeur de l'inductance L pour obtenir une impulsion nécessaire pour l'amorçage de la lampe. Expliquer la convention de signe utilisée.
- 5 – Calculer la valeur de l'impédance L (en mH) nécessaire pour l'amorçage.

♦ EXERCICE 2

La figure 1 représente la structure de l'alimentation électronique d'un tube fluorescent. L'étage redresseur d'entrée n'est pas représenté : la tension U est supposée continue et égale à 300V.

La figure 2 propose un schéma électrique équivalent simplifié du tube, dans lequel R_T représente la résistance équivalente à la décharge inter électrodes. La résistance de chaque filament vaut $R_f=14\ \Omega$.

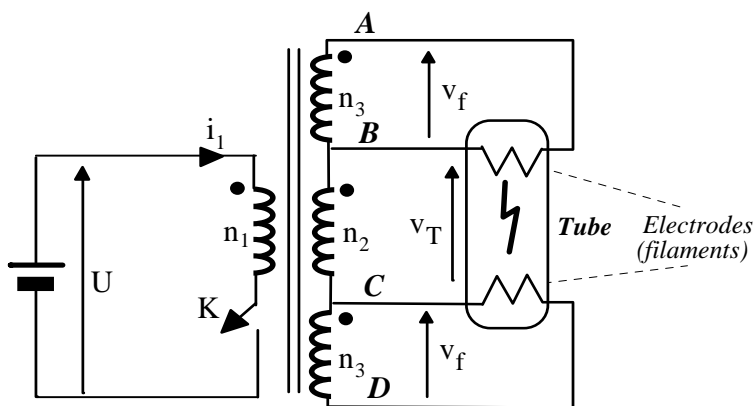


Figure 1

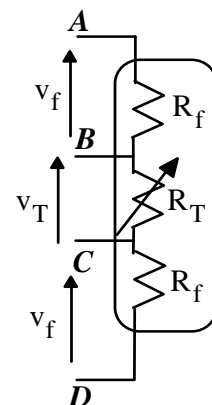


Figure 2

Etude de l'alimentation

• On suppose dans la suite que, pour le couplage magnétique à 3 enroulements de la figure 1, les fuites et les pertes magnétiques sont négligeables, ainsi que la résistance des bobinages. De plus, la perméabilité du circuit magnétique sera supposée constante et on notera R la réluctance correspondante. On pose $m = \frac{n_2}{n_1}$ et $m' = \frac{n_3}{n_1}$.

1 – Montrer que la figure 3 peut constituer un schéma équivalent de l'alimentation de la figure 1, lorsque tous les éléments du circuit sont ramenés au secondaire (n_2) du couplage magnétique. On

pourra s'aider d'un schéma équivalent de ce dernier. Exprimer littéralement la tension E , l'inductance L et la résistance R_f' en fonction de U , m , m' , R , R_f .

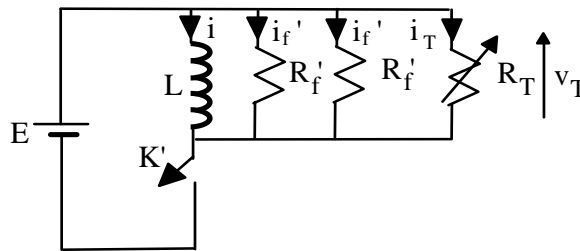


Figure 3

- L'interrupteur K (et donc K') est commandé à une fréquence de découpage $F=20$ kHz avec un rapport cyclique $\frac{1}{2}$.

Etude du fonctionnement lorsque le tube est amorcé

- On suppose que $\frac{R_f'}{2} \gg R_T$ et que $\frac{L}{R_T} \approx \frac{2}{F}$.

2 – Lorsque l'interrupteur K (et donc K') est fermé, on souhaite que la tension aux bornes du tube soit de 140 V. En déduire la valeur du rapport de transformation m .

3 – En régime établi, que vaut la valeur moyenne de la tension v_T ? En déduire l'allure de la tension v_T et des courants i et i_T . Justifier en calculant et en comparant les temps caractéristiques.

4 – Le tube a une puissance nominale (hors chauffage des filaments) de 56 W. En effectuant une approximation légitime sur la forme d'onde de v_T , calculer la valeur de la résistance équivalente à la décharge inter électrodes R_T .

5 – Déterminer la valeur de l'inductance L .

6 – La puissance de chauffage totale des filaments est de 4,5 W. Calculer la valeur de la résistance R_f' et en déduire la valeur du rapport de transformation m' .

Etude de l'amorçage

- On suppose que $R_T = +\infty$. L'origine des temps est pris au début de la première fermeture de l'interrupteur K .

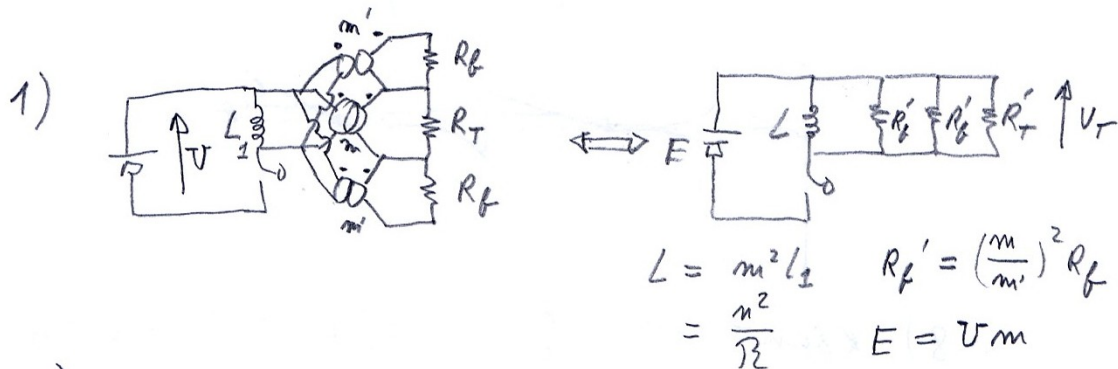
7 – Sur les premières périodes de fonctionnement de l'alimentation, dessiner l'allure de la tension v_T et des courants i et i_f' . Justifier en calculant et en comparant les temps caractéristiques.

8 – Que vaut le courant i à la première ouverture de l'interrupteur K ? Que vaut-il à la fin de la première période ?

9 – Quelle valeur maximale ne doit pas dépasser la tension d'amorçage de la décharge pour que la lampe puisse fonctionner ? Justifier.

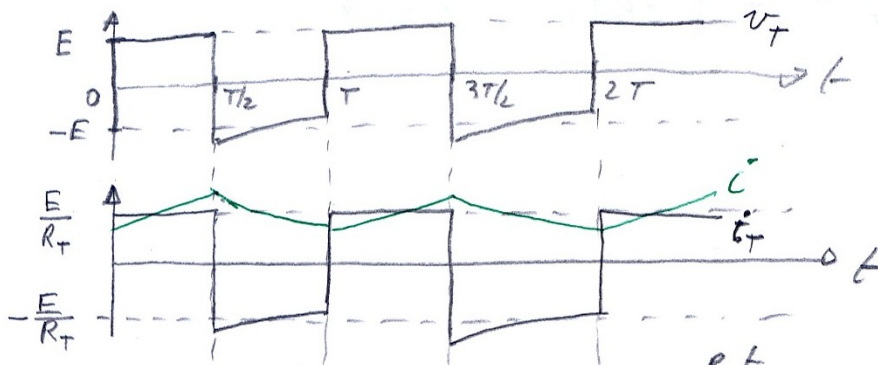
* * *

Correction Exercice 2



2) $K f m m' E = V_T = 140 \text{ V} \quad m = \frac{140}{300} = \underline{0,47}$

3) Régime périodique $\Rightarrow \bar{v}_L = 0 = \bar{v}_T$



Car on a K courant : $i(t) = \hat{i} e^{-\frac{R_T t}{L}}$

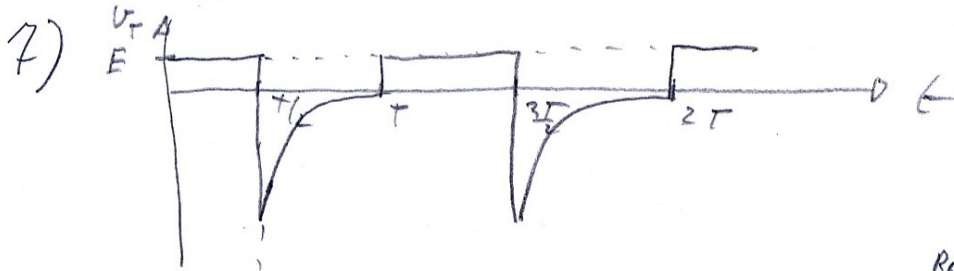
$$\Rightarrow i\left(\frac{T}{2}\right) = \hat{i} e^{-\frac{R_T T}{L}} = \hat{i} e^{-\frac{T}{4T}} \Rightarrow \frac{i(T/2)}{\hat{i}} = e^{-\frac{1}{4}} = 0,72$$

4) On suppose v_T carré $\Rightarrow P_T = \frac{E^2}{R_T} \Rightarrow R_T = \underline{350 \Omega}$

5) $\frac{L}{R_T} \approx \frac{2}{f} \Rightarrow L = R_T \cdot \frac{2}{f} = \underline{35 \text{ mH}}$

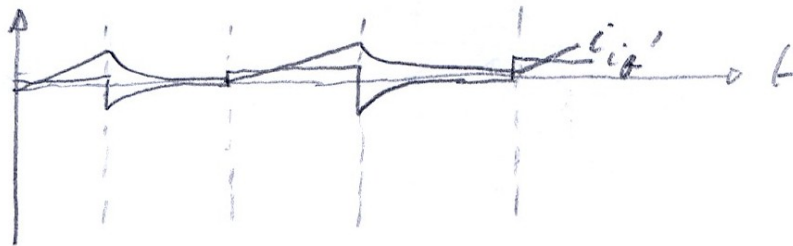
6) $P_f = 2 \frac{E^2}{R_f'} \Rightarrow R_f' = \frac{2E^2}{P_f} = \underline{8,7 \text{ k}\Omega}$

$m' = m \sqrt{\frac{R_f}{R_f'}} = \underline{1,38 \cdot 10^{-2}}$



known $v_T = -\frac{R_f'}{2} i(t) = -\frac{R_f'}{2} \hat{i} e^{-\frac{R_f'}{2L} t}$

$$\frac{2L}{R_f'} = 8 \mu s \ll \frac{T}{F} = 25 \mu s$$



8) known $i(t) = \frac{E}{L} t \Rightarrow i(\frac{T}{2}) = \frac{E}{L} \frac{T}{2} = 0,1 A$

known $i(t) = i(\frac{T}{2}) e^{-\frac{R_f'}{2L}(t-\frac{T}{2})} \Rightarrow i(T) = i(\frac{T}{2}) e^{-\frac{R_f'}{2L} \frac{T}{2}}$
 $= 4,5 mA$

9) $\hat{v}_T = \left| -\frac{R_f'}{2} \cdot 0,1 \right| = \underline{435 V}$