

PS12-2007A-FS01-01

Automne 07

EXAMEN FINAL du 24/01/07
(2 heures ; Calculatrices non autorisées)

(Rédiger les parties I et II sur deux copies distinctes)

Partie I :

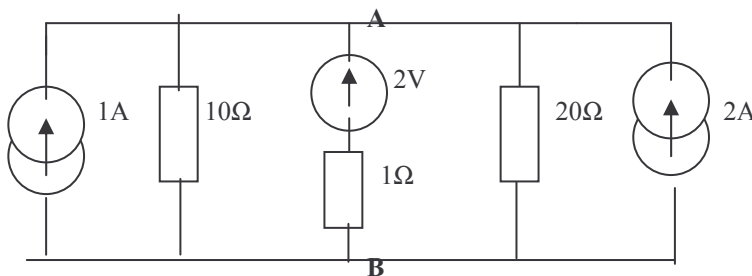
Questions de cours :

1°) Donner la formule reliant la puissance instantanée et la puissance moyenne dans le cas d'un régime périodique.

2°) Donner, en raisonnant sur la puissance instantanée, la définition d'un composant récepteur et d'un composant générateur (d'un point de vue énergétique).

3°) Définir le facteur de puissance d'un dipôle en régime sinusoïdal.

Exercice 1 : Courants de mailles.



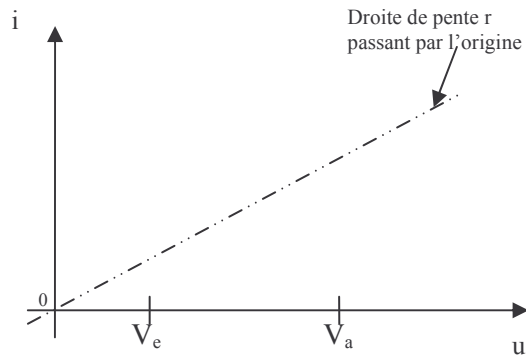
- 1- Transformer les générateurs de courant en générateurs de tension.
- 2- Utiliser la méthode des courants de maille pour calculer le courant circulant dans la branche AB.
- 3- Retrouver ce même courant en utilisant une autre méthode de votre choix (Thévenin, Norton, superposition,...).

Exercice n°2 : Oscillations de relaxation d'une lampe au néon.

Un tube à gaz au néon peut se modéliser de façon simple par un dipôle qui se comporte comme une résistance infinie quand il n'est pas amorcé, et comme une résistance r faible lorsqu'il est amorcé. L'amorçage se forme lorsque la tension u à ses bornes atteint une valeur V_a (tension d'amorçage) et cesse lorsqu'elle retombe en dessous d'une certaine valeur V_e (tension d'extinction), avec $V_e \ll V_a$. On appelle i le courant traversant la lampe (convention récepteur).

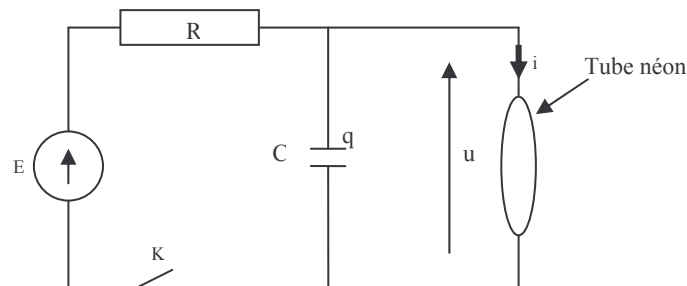
1°) Etude de la lampe – caractéristique $i=f(u)$:

Représentez sur le schéma ci-dessous (à reproduire sur votre copie) la séquence suivante : mise sous tension de la lampe depuis $u=0$ jusqu'à l'amorçage (phase 1), amorçage (phase 2), baisse de tension jusqu'à l'extinction (phase 3), extinction (phase 4), et retour à $u=0$ (phase 5). Vous repérez par une flèche sur ce schéma chaque portion de la caractéristique avec le numéro de phase correspondant (phase 1 à 5).



2°) Montage - Etude des oscillations de relaxation :

Le tube est placé dans le montage suivant, où $R \gg r$, et E est constante avec $E > V_a$:



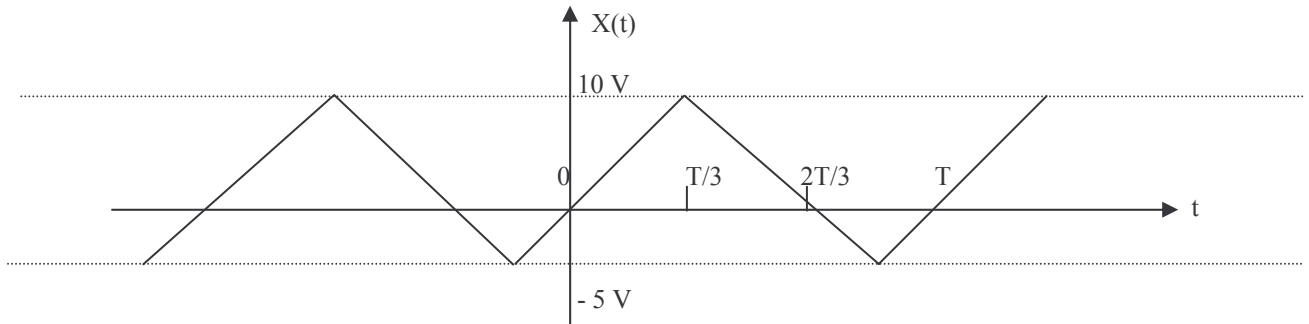
On suppose qu'à $t=0$, on abaisse l'interrupteur, le condensateur étant déchargé.

- 2.a) On pose $\tau=RC$. Donnez l'expression de $u(t)$ pour t compris entre $t=0$ et $t=t_0$ ($t_0 = 1^{\text{er}}$ amorçage) en fonction de E et de τ .
- 2.b) Arrivé à $t=t_0$, comme $R \gg r$, C va uniquement se décharger dans la lampe. On pose $\tau'=rC$. Donnez l'expression de $u(t)$ entre le 1^{er} amorçage et la $1^{\text{ère}}$ extinction en fonction de V_a et τ' . On conseille de prendre pour simplifier le 1^{er} amorçage comme origine des temps.
- 2.c) calculez la durée t_1 qui s'est écoulée entre le 1^{er} amorçage et la $1^{\text{ère}}$ extinction, en fonction de τ' , V_a et V_e .
- 2.d) Arrivé à $t= t_1$, C va se recharger à travers R jusqu'à ce que la lampe se réamorçe. Donnez l'expression de $u(t)$ entre la $1^{\text{ère}}$ extinction et le $2^{\text{ème}}$ amorçage en fonction de V_e , E et τ . On conseille de prendre pour simplifier la $1^{\text{ère}}$ extinction comme origine des temps.
- 2.e) Calculez la durée t_2 qui s'est écoulée entre la $1^{\text{ère}}$ extinction et le $2^{\text{ème}}$ amorçage, en fonction de τ , E , V_a et V_e .
- 2.f) Tracez l'allure de la courbe $u(t)$ jusqu'au $3^{\text{ème}}$ amorçage. On fera apparaître E , V_a et V_e sur l'axe vertical, et les intervalles de temps t_0 , t_1 , et t_2 sur l'axe horizontal.
- 2.g) Calculez la période T des oscillations en fonction de τ , τ' , E , V_a et V_e .

Partie II :

Exercice n°3: Analyse d'un signal électrique.

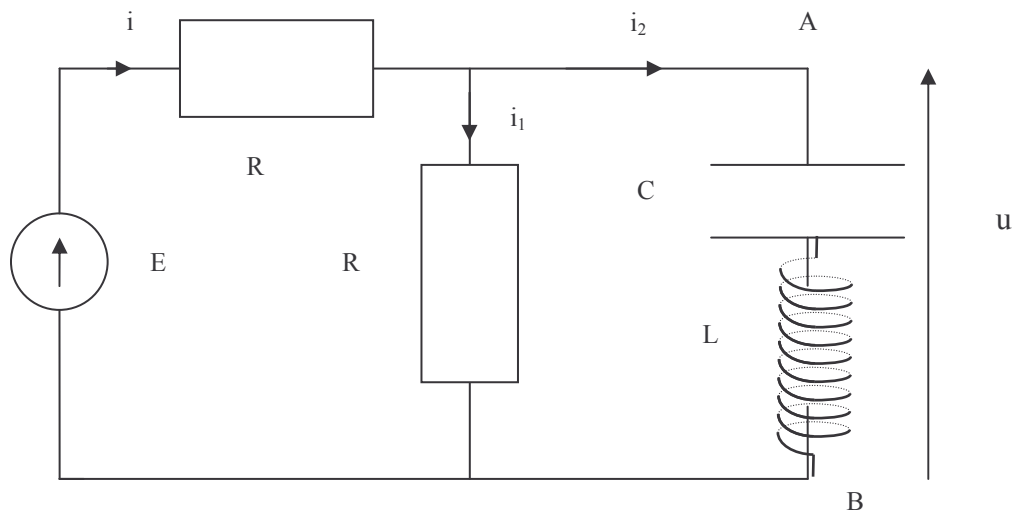
On considère le signal électrique $X(t)$ en dent de scie, de période T , oscillant entre $+10V$ et $-5V$:



Les temps de montée et de descente sont identiques.

- 1°) Déterminer la valeur moyenne du signal.
- 2°) Le signal est-il alternatif ?
- 3°) Donner la décomposition du signal en sa composante continue et sa composante alternative.
- 4°) Déterminer la valeur efficace du signal.

Exercice n°4 : On considère le réseau suivant alimenté par un générateur parfait de tension constante E .



Première partie :

1. Donner la relation liant i , i_1 et i_2 .
2. Donner la relation liant u , R et i_1 .
3. Donner la relation liant E , u , R et i .
4. Donner la relation liant $\frac{du}{dt}$, L , C et i_2 .
5. Dédire des équations précédentes la relation donnant i en fonction de E , R et i_2 .
6. Dédire de même la relation donnant u en fonction de E , R et i_2 .

7. En déduire l'équation différentielle permettant de trouver i_2 . Attention, dans cette équation ne doit figurer que L , C , R et i_2 à l'exclusion de toute autre grandeur.

Deuxième partie : On se propose de retrouver beaucoup plus simplement le résultat de la question 7.

8. Remplacer le générateur de tension E et les deux résistances R par le générateur de Thévenin équivalent vu de A et B .
9. Retrouver alors le résultat de la question 7 sur le circuit équivalent.

Troisième partie : On suppose que $R \ll 4\sqrt{\frac{L}{C}}$.

10. Dire si le circuit sera en régime: apériodique, critique, pseudopériodique ou périodique.
11. Donner la forme générale de $i_2(t)$ sans chercher à calculer les constantes d'intégration.

Exercice n°5 :

On reprend le circuit de l'exercice 4 mais on remplace le générateur de tension constante par un générateur de tension sinusoïdale $e(t) = E_o \cos wt$ ($E_o = \text{constante}$).

12. Déterminer l'impédance complexe de la portion de circuit AB en fonction de L , C et w .
13. Montrer que AB se comporte comme un court-circuit pour une valeur de w qu'on déterminera.
14. Donner (par un raisonnement qualitatif avec très peu de calculs !!!) les valeurs de i , i_1 , i_2 pour les valeurs de w suivantes :
a. w tend vers 0 (courant continu).
b. w tend vers l'infini (très haute fréquence).
c. w ayant la valeur calculée à la question 2.
15. Déterminer l'impédance complexe du circuit vu depuis le générateur. On mettra cette impédance sous la forme : $Z = A + j B$ (A et B réels, $j^2 = -1$) et on exprimera A et B en fonction de R , L , C et w . La suite de l'exercice peut être faite même si on n'a pas trouvé A et B .
16. Donner le courant complexe i en fonction de E_o , w , t , A et B .
17. En déduire le courant réel $i(t)$ en fonction de E_o , A et B . On mettra ce courant sous la forme $i(t) = I_o \cos (wt + \phi)$ et on exprimera I_o et ϕ en fonction de E_o , A et B .