

PS12AUTOMNE 2010

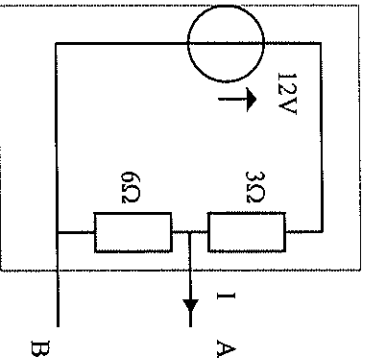
**EXAMEN FINAL**  
**(2 heures - calculatrices non autorisées)**

Les calculatrices n'étant pas autorisées, les éventuels résultats numériques seront donnés sous forme approchée.

Questions de cours :

1. Donner la caractéristique  $u = f(i)$  (en précisant le symbole et la convention utilisée) d'une diode Zener et citer un exemple d'application possible de ce composant (sans rentrer dans le détail).
2. Énoncer le théorème de Thévenin *en précisant bien les conditions d'application*.
3. Définir la valeur efficace (ou RMS : root mean square) d'un signal électrique T-périodique.
4. Définir l'impédance complexe d'un composant linéaire en régime sinusoïdal. Montrer en particulier que :
  1. Le module de cette impédance donne le rapport de la tension efficace et du courant efficace.
  2. L'argument de cette impédance donne le déphasage entre tension et courant.
5. Démontrer la relation liant l'intensité  $i$  traversant une bobine, son coefficient d'auto-induction  $L$  et l'énergie  $E$  qu'elle contient. Pourquoi est-il inefficace de stocker de l'énergie électrique dans une bobine réelle ?

Exercice n°1 : Donner le générateur de Thévenin équivalent au réseau dipolaire suivant vu de A et B.

Exercice n°2 : Photopile

Ce composant n'a pas été spécifiquement étudié en cours, mais les connaissances du cours et un peu de réflexion suffisent pour résoudre cet exercice!

Pour divers éclairagements (dont l'unité est le lux), on a tracé en convention générateur, la caractéristique d'une photopile qui est la cellule de base des panneaux photovoltaïques. Les diverses caractéristiques sont sur la figure donnée en fin d'exercice où on a porté la tension en fonction du courant pour divers éclairagements.

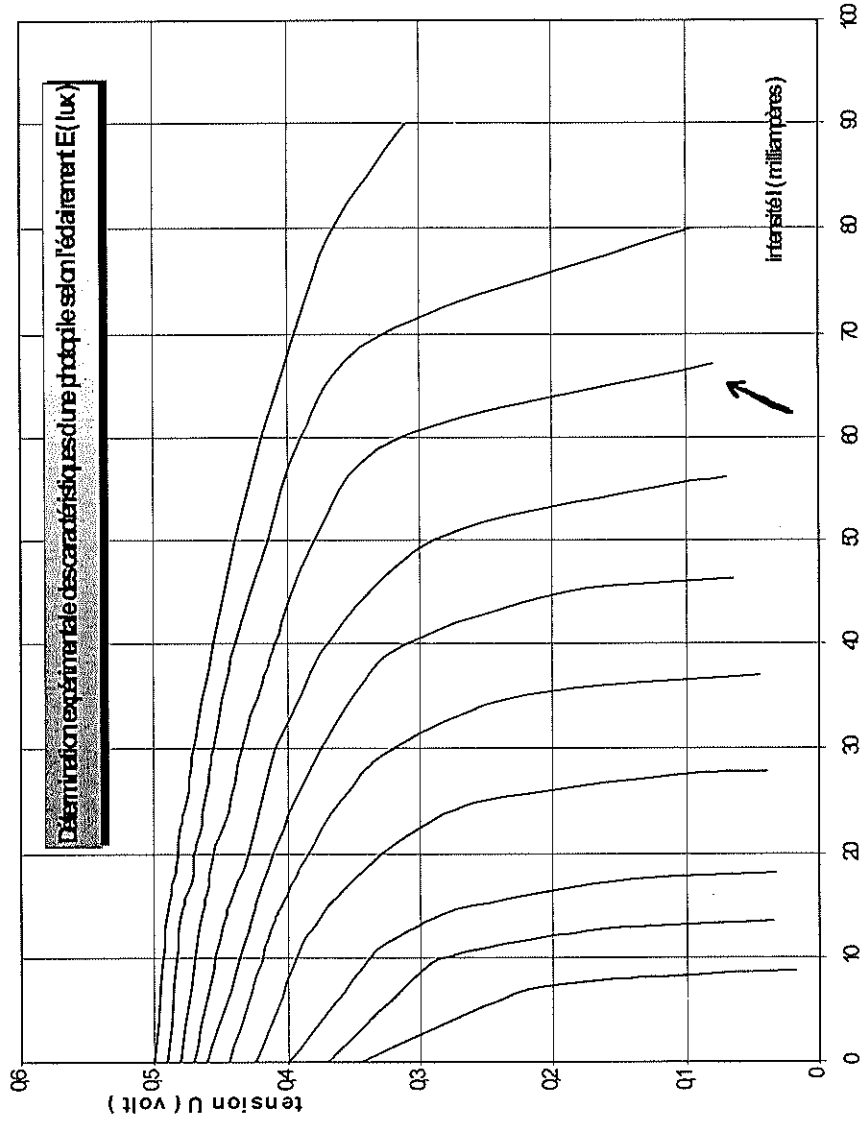
1. Classer les courbes dans le sens de l'éclairement croissant en justifiant clairement votre choix par des arguments physiques (notamment énergétique).

On considère sauf à la dernière question l'éclairement correspondant à la courbe repérée par la flèche.

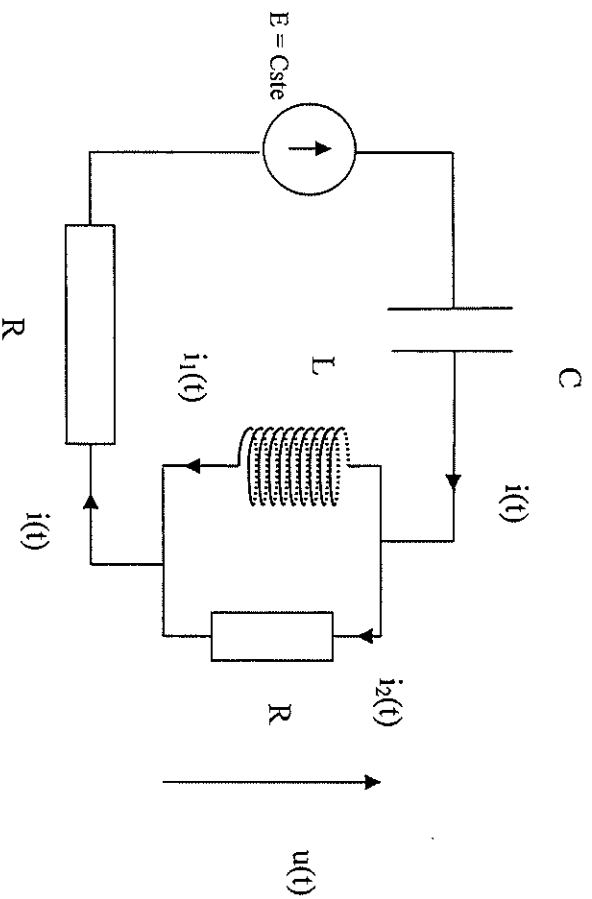
2. Peut-on dire que la photopile est assimilable à un générateur de Thévenin ou de Norton pour toutes les valeurs de l'intensité débitée? Justifier clairement !
3. Montrer que dans la zone 0/50 mA la photopile est « grossièrement » équivalente à un générateur de Thévenin dont on donnera les caractéristiques avec une précision compatible avec le graphe et l'absence de calculatrice (force électromotrice et résistance interne). Dessiner le schéma équivalent.
4. Montrer que dans la zone 60/70 mA, la photopile peut-être « grossièrement » assimilée à un générateur de Norton dont on donnera les caractéristiques avec une précision compatible avec le graphe et l'absence de calculatrice (courant électromoteur et résistance interne). Dessiner le schéma équivalent.
5. On branche une résistance R sur cette photopile. Déterminer l'intensité débitée ainsi que la tension aux bornes de la photopile pour les valeurs suivantes de R:

- $R = 20 \Omega$ .
- $R = 1 \Omega$ .
- $R = 6 \Omega$ .

6. On revient maintenant à tout le réseau de courbes. On dit parfois que la photopile est le composant qui se rapproche le plus d'un générateur de courant parfait. Dire dans quelles conditions de fonctionnement cette affirmation est acceptable.



Exercice n°3: Régimes transitoires. On considère le montage suivant. A  $t = 0$ , on ferme le circuit le condensateur étant déchargé et tous les courants nuls :



1. Montrer qu'en courant continu une bobine pure se comporte comme un interrupteur fermé.
2. Montrer qu'en courant continu un condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert.
3. Montrer qu'en régime transitoire la tension aux bornes d'un condensateur ne peut pas être discontinue.
4. Montrer qu'en régime transitoire le courant dans une bobine ne peut pas être discontinu.
5. Donner la relation liant  $i_1$ ,  $i_1$  et  $i_2$ .
6. Donner la relation liant  $u$ ,  $R$  et  $i_2$ .
7. Donner la relation liant  $u$ ,  $L$  et  $i_1$ .
8. Par un raisonnement qualitatif, prévoir la valeur des trois courants et de  $u$  pour  $t$  tendant vers l'infini. Soyez très précis !
9. En utilisant des arguments de continuité de tension et de courant dans les composants prévoir les valeurs des trois courants et de  $u$  à  $t = 0^+$ . Soyez très précis !
10. Montrer (en dérivant la loi des mailles) qu'on a la relation :  $0 = \frac{1}{C} \frac{du}{dt} + R \frac{di}{dt}$ . Si on n'arrive pas à montrer cette relation, on pourra l'admettre pour la suite de l'exercice.
11. En utilisant les questions précédentes, donner l'équation différentielle du second ordre dominant  $u$  et la mettre sous la forme :  $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{\tau} \frac{du}{dt} + \omega_0^2 u = 0$ . On exprimera  $\frac{1}{\tau}$  et  $\omega_0^2$  en fonction de  $R$ ,  $L$  et  $C$ .
12. On suppose  $(\frac{1}{\tau})^2 \gg 4\omega_0^2$ . Le circuit est-il en régime oscillant ou aperiodique ?
13. Donner la forme générale de  $u(t)$  en faisant intervenir deux constantes d'intégration (ne pas chercher à calculer les constantes).
14. Tracer l'allure générale de  $u(t)$ .

Exercice n°4:

1. Donner l'impédance complexe des associations de dipôles suivantes alimentées par une tension sinusoïdale de pulsation  $w$  :
  - Résistance  $R$  en série avec une capacité  $C$ .
  - Résistance  $R$  en série avec une bobine pure  $L$ .
  - Résistance  $R$  en série avec une bobine  $L$  et une capacité  $C$ .
2. On applique une tension alternative sinusoïdale  $u(t)$  de fréquence  $f = 50$  Hz aux bornes d'une des trois associations précédentes. L'oscilloscope montre que tension et courant valent:
  - $u(t) = 10,0 \cos wt$  (en Volts)
  - $i(t) = 2,5 \cos (wt - \pi/6)$  (en Ampères).

Proposer un montage permettant de visualiser ces deux grandeurs à l'oscilloscope.

3. Déterminer  $w$  numériquement.
  4. Calculer l'impédance *complexe* du dipôle.
    - a. Sous forme exponentielle.
    - b. Sous forme  $a + jb$  ( $a$  et  $b \in \mathbb{R}$  on laissera le résultat avec une racine).
  5. On propose pour le dipôle les trois possibilités suivantes:
    - Résistance en série avec une capacité.
    - Résistance en série avec une bobine pure.
    - Résistance en série avec une bobine et une capacité.
- Montrer qu'on ne peut éliminer qu'une seule des trois possibilités avec les données de la question 2.
6. On alimente alors le dipôle en courant continu et on constate qu'aucun courant ne passe. Montrer qu'il n'existe plus qu'une seule possibilité.
  7. Est-il possible de calculer les valeurs numériques de tous les composants de l'association ?