EXAMEN FINAL du 27/06/2013
(02 heures ; calculettes et documents non autorisés)

Exercice de cours:

- Enoncer avec précision le théorème de Thévenin et montrer comment ce théorème s'applique sur un pont diviseur de tension.
- Définir en courant alternatif sinusoïdal la notion d'impédance complexe pour un dipôle. Donner l'impédance d'une résistance, d'une bobine pure et d'un condensateur.

***Exercice n°1**:* On considère un générateur de tension réel dont le modèle de Thévenin a une force électromotrice e = 15 Volts et une résistance interne de 3 Ohms.

1. Déterminer le courant de court-circuit de ce générateur.
2. Donner la représentation de Norton correspondante.
3. Le générateur débite sur une résistance R variable.
   a. Pour R = 2 Ohms, déterminer le courant débité et la tension aux bornes du générateur.
   b. Pour quelle valeur de R la tension aux bornes du générateur vaut-elle le tiers de la force électromotrice ?

Exercice n°2:

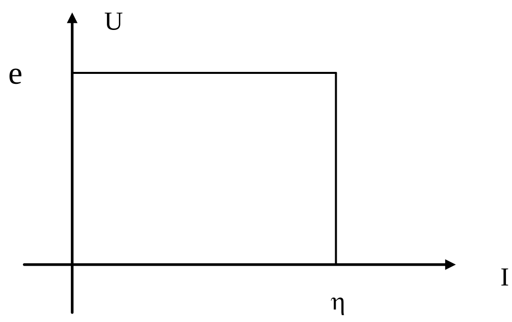


figure 1

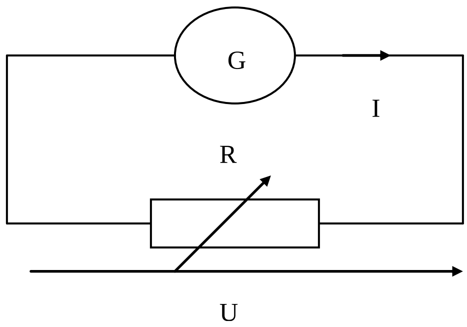
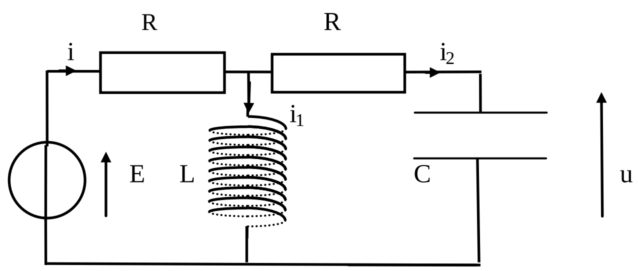


figure 2

Certains générateurs de tension continue de travaux pratiques présentent la caractéristique tension-courant représentée sur le schéma de la figure 1 (la caractéristique est en convention générateur et on se limite au premier quadrant du graphe). e et η sont deux grandeurs caractéristiques de ce générateur. On rappelle qu'en courant continu, la puissance mise en jeu dans un composant est le produit de sa tension par son courant : P= UI.

1. Définir l'intervalle de courant dans lequel le générateur se comporte en générateur parfait de tension.
2. Définir l'intervalle de tension dans lequel le générateur se comporte en générateur parfait de courant.
3. Quelle puissance maximale peut fournir ce générateur. Justifier très précisément. Indiquer le point de fonctionnement correspondant sur le graphe.
4. On branche ce générateur sur une résistance R variable comme l'indique la figure 2.
   a. Déterminer l'intervalle de valeurs de R pour lequel le générateur fonctionne en générateur de tension parfait. Que vaut alors le courant I?
   b. Déterminer l'intervalle de valeurs de R pour lequel le générateur fonctionne en générateur de courant parfait. Que vaut alors la tension U ?
5. Quelle est la puissance débitée par le générateur en fonction de R.
6. Tracer les trois courbes : U = f(R), I = g(R), P = h (R).

***Exercice n°3**:* On considère le circuit de la figure. A l'instant t = 0, on branche le générateur parfait de fem E constante, le condensateur étant déchargé et tous les courants étant nuls à $t = 0^-$.



Première partie : Etude du circuit à $t = 0^+$.

1. Que vaut $i_1(0^+)$? Justifier clairement.
2. Que vaut $u(0^+)$? Justifier clairement.
3. En déduire $i_2(0^+)$ et $i(0^+)$.
4. Déduire de la question précédente $\frac{du}{dt}(0^+)$.

Deuxième partie : Etude du circuit pour t tendant vers l'infini.

5. Que vaut $i_2(\infty)$. Justifier clairement.
6. Quelle est la tension aux bornes de la bobine lorsque t tend vers l'infini ?
7. En déduire $i(\infty)$ et $i_1(\infty)$.
8. En déduire $u(\infty)$.

Troisième partie: Etude du régime transitoire dans le circuit.

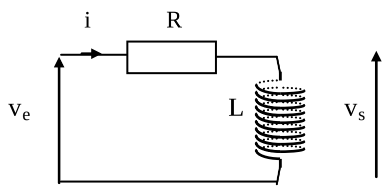
9. Rappeler la relation liant i_2, C et u.
10. Donner la relation liant i, i_1 et i_2.
11. En appliquant la loi des mailles à la « grande maille », donner la relation liant E, R, i, i_2 et u.
12. En appliquant la loi des mailles à la « petite maille de droite », donner la relation liant L, i_1, R, i_2 et u.
13. En dérivant l'équation obtenue en 10. , déterminer l'équation différentielle permettant de trouver u(t). Mettre cette équation sous la forme : $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{\tau}\frac{du}{dt} + \omega_0^2 u = 0$. Exprimer τ et ω_o en fonction des composants du circuit.
14. On suppose que $\omega_0^2\tau^2 \gg 1$. Donner la forme générale de u(t) sans chercher à calculer les constantes d'intégration.
15. Représenter l'allure générale de u(t).
16. Calculer les constantes d'intégration de la question 13 en se servant de la première partie.

Exercice n°4 :

1. Construire un signal créneau de période T dont la valeur maximale est 5V, la valeur minimale 0V et dont la valeur moyenne est 1V. On rappelle qu'un signal créneau ne peut prendre que deux valeurs (ici 5V ou 0V)
2. Le signal est-il alternatif ? Si non, donner sa composante continue et sa composante alternative.
3. Quelle est la valeur efficace de ce signal ?
4. Quelle serait l'amplitude d'un signal alternatif sinusoïdal ayant la même valeur efficace ?

Exercice n°5: Circuit RL en régime alternatif sinusoïdal. Notion de filtre.

On considère le circuit de la figure. On posera $\tau = L / R$.



La tension v_e est une tension alternative sinusoïdale du type $v_e(t) = E\cos(\omega t)$ dont la forme complexe est $v_e(t) = E\exp(j\omega t)$.

1°) Quelle est la dimension de $\omega\tau$?
2°) Déterminer l'amplitude *réelle* I du courant i(t) en fonction de E, τ, R et ω.
3°) Déterminer le déphasage de i(t) par rapport à $v_e(t)$ en fonction de τ et ω.
4°) Déterminer l'amplitude *réelle* V_s de la tension v_s en fonction de E, τ et ω.
5°) Déterminer le déphasage de $v_s(t)$ par rapport à $v_e(t)$ en fonction de τ et ω.

6°) On appelle fonction de transfert la fonction *à variable imaginaire* $H(j\omega) = \frac{v_s(t)}{v_e(t)}$ (en notation complexe). Exprimer $H(j\omega)$ en fonction de τ et ω.

7°) Exprimer le module, noté $H(\omega)$, de la fonction $H(j\omega)$ en fonction de τ et ω. Quelle signification physique peut-on donner à ce module ?

8°) Représenter l'allure générale de $H(\omega)$.

9°) Déterminer la valeur ω_o de ω pour laquelle $H(\omega_o) = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

10°) La tension v_e est maintenant une tension alternative de la forme : $v_e(t) = E\cos\omega_1 t + E\cos\omega_2 t$ avec $\omega_1 \ll \omega_o$ et $\omega_2 \gg \omega_o$. Donner *(sans aucun calcul)* une valeur approchée de $v_s(t)$ en justifiant clairement.