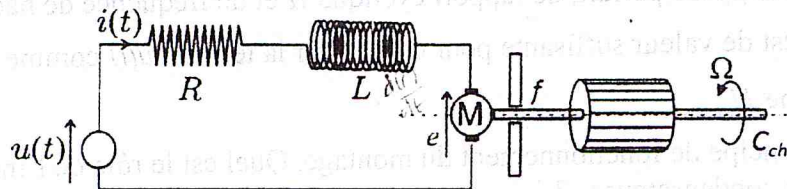




EPREUVE \_ ELNP & Commande \_

**Exercice 1 (5pts) :**

On considère le moteur à courant continu ci dessous.



On utilise ce moteur pour pomper de l'eau d'un puits. Dans ce cas, le couple utilisé est  $C_{ch} = \alpha\Omega$ , où  $\alpha$  est un paramètre constant. On négligera le coefficient du frottement visqueux  $f$  devant la constante  $\alpha$ .

- 1) Donner les équations d'état du système moteur+pompe, sachant que le fonctionnement est à flux constant et la vitesse  $\Omega(t)$  représente la sortie du système.
- 2) Calculer la fonction de transfert du système moteur+pompe.
- 3) Donner l'équation différentielle associée à cette fonction de transfert.
- 4) On prend pour vecteur d'état  $X(t) = (y \quad \dot{y})^T$ . Donner la représentation d'état correspondante.
- 5) Une commande proportionnelle et dérivée est écrite sous la forme  $u = h \cdot y_c - k_1 \cdot y - k_2 \cdot \dot{y}$  Avec  $y_c$  représente la valeur de consigne.

Donner les équations d'état du système moteur+pompe bouclé par une telle commande.

- 6) Donner les valeurs de  $k_1$  et  $k_2$  qu'il nous faut choisir pour avoir les pôles du système bouclé égaux à  $-1$ .
- 7) Trouver  $h$  de façon à ce que la sortie  $y$  converge vers la consigne  $y_c$ , lorsque  $y_c$  est constante.
- 8) Donner l'expression finale de la commande

**Exercice 2 (7pts) :**

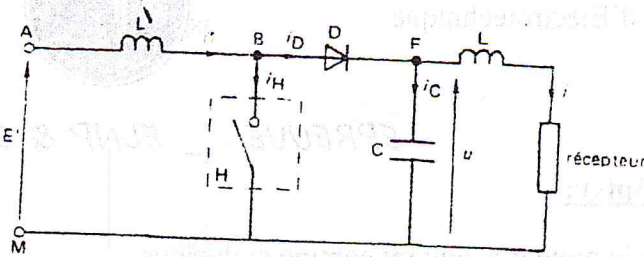
Un onduleur, constitué d'un pont redresseur à six thyristors, d'un filtre de tension et d'un commutateur de tension (six thyristors et six diodes), alimente un moteur asynchrone à cage, tétrapolaire, dont le stator est en étoile.

L'onduleur délivre des tensions composées alternatives égales à  $\pm U$  durant des paliers de  $120^\circ$ , nulles durant le reste de la période. Lorsque les fondamentaux de ces tensions ont une valeur efficace de  $380V$  et une fréquence de  $50 Hz$ , le moteur tourne à  $1425 tr/min$  si le couple est de  $30Nm$ .

- 1.1. Représenter l'une des tensions composées aux bornes du moteur et calculer la valeur de la tension  $U$  à la sortie du filtre.
- 1.2. Le pont redresseur étant alimenté par un réseau de tension efficace  $220V$ , calculer son angle de retard  $\alpha$ .
- 1.3. Déterminer la valeur efficace et le déphasage des fondamentaux des courants débités par le réseau (les pertes statoriques sont négligeables)
2. On désire que le moteur fournisse maintenant un couple de  $30Nm$  à  $600 tr/min$ . Calculer
  - 2.1. La fréquence du commutateur de tension,
  - 2.2. Le nouvel angle de retard du pont redresseur,
  - 2.3. Les nouveaux fondamentaux des courants débités par le réseau.

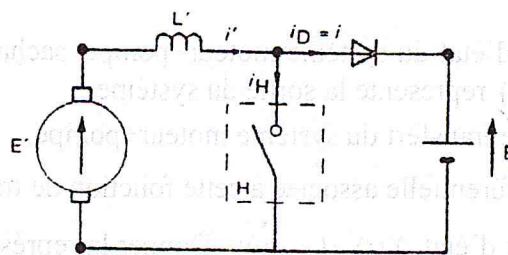
### Exercice 3 (8pts) :

Soit le montage suivant :

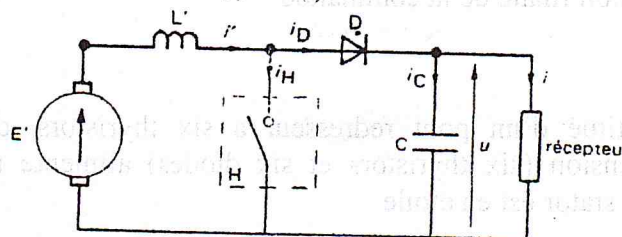


Le hacheur  $H$  est supposé parfait, de rapport cyclique  $\alpha$  et de fréquence de hachage  $f = 1/T$ . Le condensateur  $C$  est de valeur suffisante pour considérer la tension  $u(t)$  comme constante et égale à sa valeur moyenne  $\bar{U}$ .

- 1.1. Donner le principe de fonctionnement du montage. Quel est le rôle de l'inductance  $L'$ , de la diode  $D$  et du condensateur  $C$  ?
2. On considère le montage de la figure ci dessous : la tension  $u(t)$  est toujours supposée constante et sa valeur moyenne sera notée  $E$  dans cette partie. La tension  $E'$  représente la f.c.e.m. du moteur MCC.



- 2.1. Etablir l'expression du courant  $i'$  fourni par la source  $E'$ .
  - 2.2. Donner la condition sur  $\alpha$ ,  $E$  et  $E'$  pour obtenir un régime périodique de conduction continue.
  - 2.3. Représenter la courbe  $i'(t)$  dans les différents régimes (conduction continue et discontinue)
  - 2.4. En déduire l'expression de la valeur moyenne  $\bar{i}$  du courant
    - pour le régime de conduction discontinue
    - à la limite de la conduction continue
3.  $\bar{U}$  et  $\bar{I}$  désignent les valeurs moyennes de  $u(t)$  et  $i(t)$



- 3.1. Etablir l'expression de  $\bar{U}$  dans le cas :
  - du régime de conduction discontinue en fonction de  $\alpha$ ,  $E'$  et d'un coefficient  $\beta$  tel que  $\beta T = t_1$  avec  $t_1$  désigne l'instant où  $i'(t)$  s'annule.
  - du régime de conduction continue en fonction de  $\alpha$  et  $E'$
- 3.2. Etablir l'expression de  $\bar{I}$  dans le cas :
  - du régime de conduction discontinue en fonction de  $E'$ ,  $T$ ,  $L'$ ,  $\alpha$  et  $\beta$ .
  - à la limite du régime de conduction continue en fonction de  $E'$ ,  $T$ ,  $L'$  et  $\alpha$ .

Université Hassiba Benbouali de Chlef (UHBC)

Chlef le 22-10-2013

Faculté de Technologie.

Département d'Electrotechnique

## Epreuve de Machines Électriques

Exercice 01 : (06 pts)

On donne la caractéristique à vide d'un moteur shunt à courant continu à 1200 tr/min (f.c.e.m en fonction du courant inducteur) :

$I_f(A)$	0.5	1	1.5	2	2.5	3
$E(V)$	120	160	180	195	205	210

La résistance d'induit vaut  $R_a = 0.5 \Omega$ . Et la résistance de champ vaut  $R_f = 120 \Omega$ . La réaction d'induit est négligeable.

- On branche un rhéostat de  $R_H = 40 \Omega$  en série dans le circuit de champ et on alimente le moteur sous 240 V, le courant total consommé est de 51.5A.
  - calculer la vitesse de rotation ?
  - calculer le couple électromagnétique ?
- on déconnecte la charge du moteur et on le laisse tourner à vide.
  - Quelles sont les limites entre lesquelles on peut faire varier sa vitesse en jouant sur le rhéostat de champ ?
- On abaisse la tension d'alimentation du moteur à 230V dont il fournit une puissance de 20HP. Avec une résistance de l'induit de  $R_a = 0.2 \Omega$  et une réaction magnétique négligée, le courant total consommé sur la ligne est de 75A et le courant dans l'inducteur est de 3A.
  - Quelles sont les pertes rotationnelles dans ce cas.

NB : 1 HP = 746 Watts

Exercice 02 : (07 pts)

Un alternateur monophasé 60 Hz tourne à 150 tr/min et son courant d'excitation est maintenu constant à  $I_f = 5A$ . Le flux par pôle vaut  $\Phi_0 = 0.0142 Wb$ . Les bobines du stator comportent  $q = 6$  spires par paire de pôle. Et leur résistance interne totale vaut  $R_s = 3\Omega$ . Le courant de court-circuit vaut  $I_{cc} = 100A$ .

- Quelle est la f.e.m ?
- Quelle est la résistance synchrone ?
- Quelle est la tension aux bornes lorsque l'alternateur débite 50A dans une résistance pure ?
- Quelle est alors la chute de tension en % (régulation de tension) ?

Il est à noter que l'alternateur n'est pas saturé.

Exercice 03 : (07 pts)

Partie 01 : en charge, un moteur triphasé à induction, alimenté par un réseau de fréquence 60 Hz, tourne à 1164 tr/min.

- Combien le moteur a-t-il de pôles ?
- Quel est le glissement ?
- Quelle est la fréquence des courants induits dans le rotor ?

Partie 02 : un moteur triphasé à induction à 4 pôles consomme 5000W sur un réseau de fréquence 60 Hz, on donne :

- Pertes JOULE dans le stator = 150W,
- Pertes Joule dans le rotor = 300W,
- Pertes rotationnelles = 100W, calculer :

- La puissance électromagnétique ?
- Le rendement ?
- Le glissement ?
- La vitesse de rotation ?
- Et le couple utile ?

Bonne chance

Date : 22/10/2013  
Analyse numérique  
Durée : 1H30

Concours d'accès en première année  
doctorat LMD

Ex.01 : Méthode de Newton-Raphson (07 points)

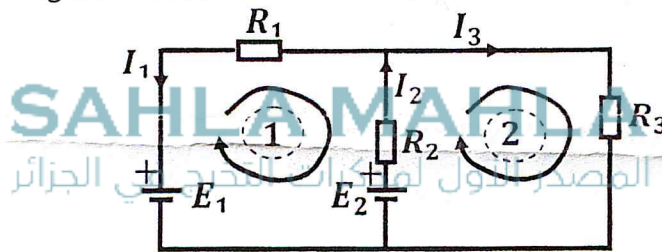
On considère la fonction:

$$F(x) = -x^3 + \cos(x)$$

1. Montrer que l'équation  $F(x) = 0$  a une solution unique dans l'intervalle  $[0, 1]$ .
2. Déterminer une approximation de la solution de l'équation  $F(x) = 0$  avec l'algorithme de Newton-Raphson en débutant avec  $x^{(0)} = 0.5$ .
3. Déterminer cette solution avec une précision de  $10^{-2}$  (faire un tableau).

Ex.02 : Décomposition LU (11 points)

Soit le circuit de la figure ci-dessous:



1. Appliquer les deux lois de Kirchhoff au circuit et mettre les équations obtenues sous la forme :

$$A \cdot X = B$$

où  $X = \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix}$ ,  $R_1 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = 5 \Omega$ ,  $R_3 = 10 \Omega$ ,  $E_1 = 20 V$ ,  $E_2 = 70 V$

On demande de déterminer les intensités des courants  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_3$  par une technique basée sur la décomposition de la matrice  $A$  en un produit de deux matrices  $L$  et  $U$ .

2. Effectuer une factorisation LU de la matrice  $A$ .
3. En déduire la solution du système linéaire  $A \cdot X = B$ .
4. Sans calculer  $A^2$ , résoudre le système linéaire  $A^2 \cdot Z = B$ .

Ex.03 : Formule des trapèzes (02 points)

Soit la formule:

$$\int_a^{a+h} f(x) dx \approx \alpha \cdot f(a) + \beta \cdot f(a+h)$$

Déterminer  $\alpha$  et  $\beta$  pour que la formule soit exacte pour des polynômes de degré  $n$  inférieur ou égale à 1 ( $n \leq 1$ ).

Bon courage