

EMD

Exercice 1 : (06 pts)

1- Que signifie **MATLAB**

2- Soit **f** et **g** les fonctions définies sur l'intervalle de temps $t \in [0 - 0.04] s$

$$f(x) = 3 \cdot \sin(314t) \quad , \quad g(x) = 3 \cdot \cos(314t)$$

- Ecrire un programme **MATLAB** pour tracer ces deux fonctions, dans une même fenêtre graphique mais sur des graphes différents.

3- Quels sont les extensions de fichiers supportés par **MATLAB/SIMULINK**

4- Recopier le tableau ci-dessous et remplir les cases vides

Instruction MATLAB	Signification
.....	Calcul de la matrice inverse de A
sqrt(x)
.....	Calcul de la valeur absolue de Z
grid
subplot(2,1,1)
.....	Calcul de l'argument d'un nombre complexe Z

Exercice 1 (07 pts)

Un moteur à courant continu à aimants permanents est considéré comme un système telque :

- L'entrée est la tension d'alimentation de l'induit $U_a(t)$.
- La sortie est la vitesse de rotation du moteur $\omega_m(t)$.
- La perturbation est le couple résistant C_r .

1- Dessiner le schéma électrique technologique du MCC à aimants permanents.

2- Donner les équations de modélisation de ce moteur.

3- Expliquer à quoi correspondent les différentes équations.

4- Faire la transformée de la place des équations différentielles ainsi obtenues.

5- Ecrire l'équation opérationnelle $\Omega = f(U_a, C_r)$. En déduire la relation $I_a = f(U_a, C_r)$.

6- Dessiner le modèle du MCC sous forme de schéma bloc implantable sous **Simulink** et n'utilisant que les blocs élémentaires (Gain, Integrator, Sum, Constant, et Scope) .

7- Tracer les courbes de la vitesse de rotation $\omega_m(t)$, du courant $I_a(t)$. et de couple $C_{em}(t)$ pour $U_a(t) = \text{constant}$.

Exercice 3 (07 pts)

Une source de tension sinusoïdale **AC voltage source (100 V, 50 Hz)** est reliée à une charge résistive de 1Ω à travers un thyristor commandé sur sa gâchette avec $\alpha = \frac{\pi}{2} (90^\circ)$

1- Donner l'expression de la tension d'alimentation.

2- Dessiner le schéma de simulation (**SimPowerSystem**) permettant de simuler l'ensemble du système à partir des différents blocs de la source, du thyristor, de la charge et de bloc de commande.

3- Donner l'allure du courant et de la tension aux bornes de la charge.

4- Quels sont les blocs ajoutés au schéma de simulation pour mesurer la valeur efficace de la tension d'alimentation et la valeur moyenne du courant et de la tension aux bornes de la charge.

5- Calculer la valeur moyenne et efficace du courant et de la tension aux bornes de la charge .

Correction - EMD

Exercice 1 : (06 pts)

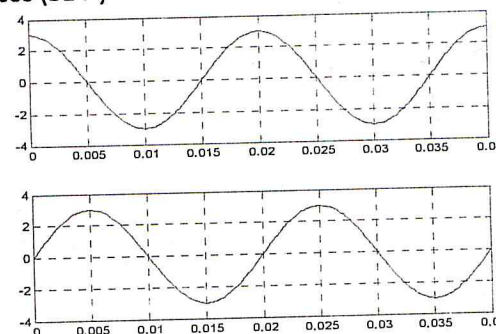
1- MATLAB = MATrix LABoratory (Laboratoire des matrices) 0.5

2- Soit f et g les fonctions définies sur l'intervalle de temps $t \in [0 - 0.04]$ s

$$f(x) = 3 \cdot \sin(314t) \quad , \quad g(x) = 3 \cdot \cos(314t)$$

% programme MATLAB

```
clc
clear all
t=0:0.0001:0.04;
g=3*cos(314*t);
f=3*sin(314*t);
subplot(2,1,1),plot(t,g),grid
subplot(2,1,2),plot(t,f),grid
```



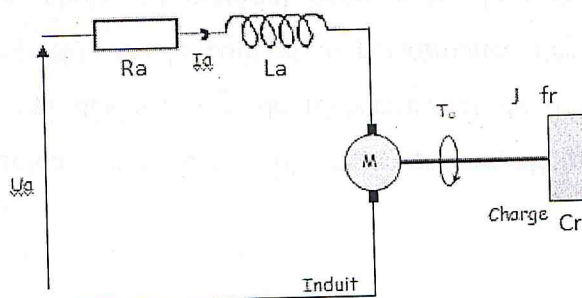
3- Les extensions de fichiers supportés par MATLAB/SIMULINK sont (.m , .mdl, et .slx) 0.1

4- Recopier le tableau ci-dessous et remplir les cases vides

Instruction MATLAB	Signification
inv(A) 0.5	Calcul de la matrice inverse de A
sqrt(x) 0.5	Calcul de la racine carrée de x 0.5
abs(Z) 0.5	Calcul de la valeur absolue de Z 0.5
grid 0.5	Ajouter les quadrillages aux axes actuels. 0.5
subplot(2,1,1) 0.5	Afficher plusieurs tracés dans la même fenêtre 0.5
angle(Z) 0.5	Calcul de l'argument d'un nombre complexe Z

Exercice 1 (07 pts)

1- Le schéma électrique technologique du MCC à aimants permanents.



2- Les équations de modélisation de ce moteur.

$$u_a(t) = R_a \cdot i_a(t) + L_a \frac{di_a}{dt} + e_m(t)$$

Equation électrique de la tension d'alimentation de l'induit

$$J \frac{d\omega}{dt} = T_{em}(t) - B_r \omega(t) - T_r(t)$$

Equation mécanique de vitesse de rotation

$$e_m(t) = k \cdot \Phi_f(t) \cdot \omega(t)$$

Equation électromécanique de la force électromotrice

$$T_{em}(t) = k \cdot \Phi_f(t) \cdot i_a(t)$$

Equation du couple électromagnétique

4- La transformée de la place des équations différentielles :

$$u_a(t) = R_a \cdot i_a(t) + L_a \frac{di_a}{dt} + e_m(t) \rightarrow U_a - E_m = R_a \cdot I_a + p \cdot L_a \cdot I_a$$

$$e_m(t) = k \cdot \Phi_f(t) \cdot \omega(t) \rightarrow E_m = k \cdot \Phi_f \cdot \Omega$$

$$T_{em}(t) = k \cdot \Phi_f(t) \cdot i_a(t) \rightarrow T_{em} = k \cdot \Phi_f \cdot I_a$$

$$J \frac{d\omega}{dt} = T_{em}(t) - T_r(t) - B_r \omega(t) \rightarrow T_{em} - T_r - B_r \omega(t) = p J \Omega$$

5- L'équation opérationnelle $\Omega = f(U_a, C_r)$. $I_a = f(U_a, C_r)$.

On applique la méthode de superposition

$C_r = 0$

$$\frac{\Omega}{U_a} = \frac{\frac{K_e}{(L_a P + R_a)(JP + f_r)}}{1 + \frac{K_e^2}{(L_a P + R_a)(JP + f_r)}} = \frac{K_e}{(L_a P + R_a)(JP + f_r) + K_e^2}$$

$U_a = 0$

$$\frac{\Omega}{C_r} = -\frac{\frac{1}{(JP + f_r)}}{1 + \frac{K_e^2}{(L_a P + R_a)(JP + f_r)}} = -\frac{(L_a P + R_a)}{(L_a P + R_a)(JP + f_r) + K_e^2}$$

Donc

$$\Omega = \frac{K_e}{(L_a P + R_a)(JP + f_r) + K_e^2} U_a - \frac{(L_a P + R_a)}{(L_a P + R_a)(JP + f_r) + K_e^2} C_r$$

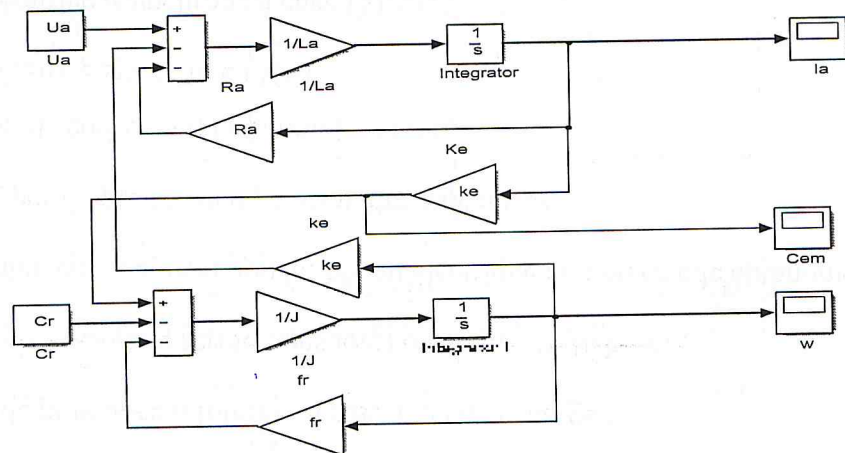
En déduire la relation $I_a = f(U_a, C_r)$.

$$I_a = \frac{K_e}{(L_a P + R_a)} (U_a - K_e \Omega) = \frac{K_e}{(L_a P + R_a)} \left(U_a - \frac{K_e^2}{(L_a P + R_a)(JP + f_r) + K_e^2} U_a + \frac{(L_a P + R_a) K_e}{(L_a P + R_a)(JP + f_r) + K_e^2} C_r \right)$$

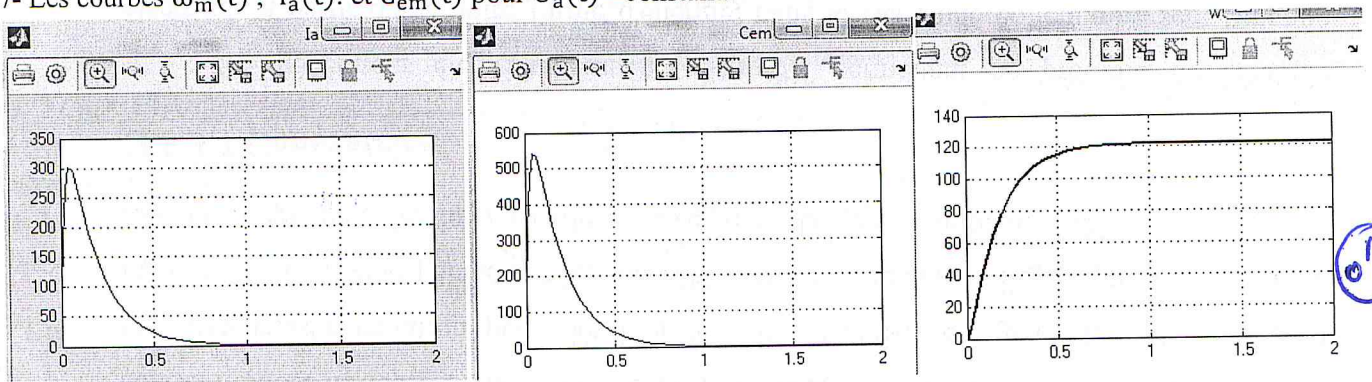
$$I_a = \frac{K_e}{(L_a P + R_a)} \left(\frac{(L_a P + R_a)(JP + f_r)}{(L_a P + R_a)(JP + f_r) + K_e^2} U_a + \frac{(L_a P + R_a) K_e}{(L_a P + R_a)(JP + f_r) + K_e^2} C_r \right)$$

$$I_a = K_e \left(\frac{(JP + f_r)}{(L_a P + R_a)(JP + f_r) + K_e^2} U_a + \frac{K_e}{(L_a P + R_a)(JP + f_r) + K_e^2} C_r \right)$$

6- Le modèle du MCC sous forme de schéma bloc implantable sous Simulink .



7- Les courbes $\omega_m(t)$, $I_a(t)$. et $C_{em}(t)$ pour $U_a(t) = \text{constant}$.



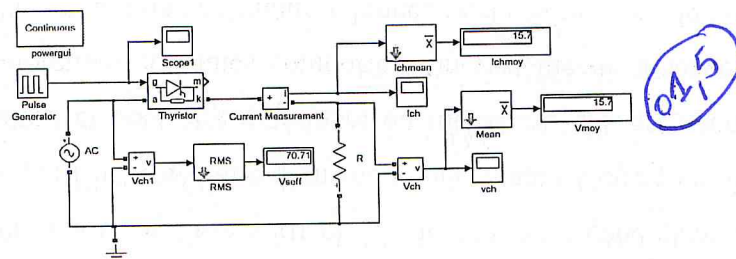
Exercice 3 (07 pts)

Une source de tension sinusoïdale **AC voltage source (100 V, 50 Hz)** est reliée à une charge résistive de 1Ω à travers un thyristor commandé sur sa gâchette avec $\alpha = \frac{\pi}{2}$ (90°)

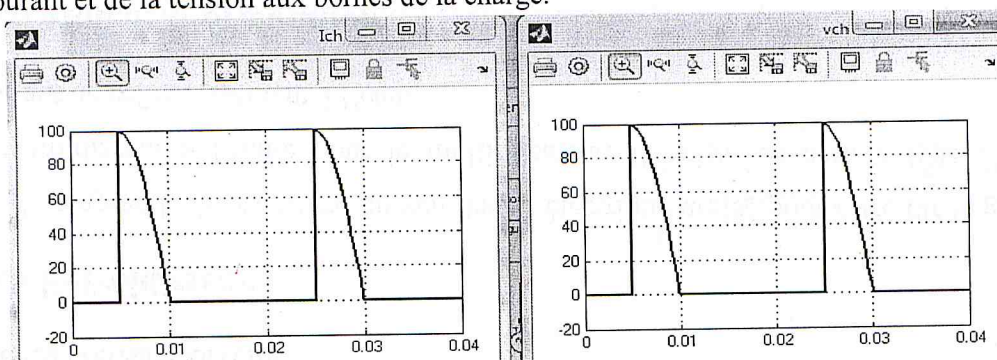
1- l'expression de la tension d'alimentation.

$$V_s(t) = 100 \sin(100\pi t)$$

2- Le schéma de simulation (SimPowerSystem).



3 L'allure du courant et de la tension aux bornes de la charge.



4- Les blocs ajoutés au schéma de simulation

Le bloc **RMS** pour la valeur efficace, et le bloc **Mean** pour la valeur moyenne

5- Calcul de la valeur moyenne et efficace du courant et de la tension aux bornes de la charge.

$$V_{chmoy} = \frac{1}{T} \int_{\alpha}^T V_s(\theta) d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} 100 \sin(\theta) d\theta = \frac{100}{2\pi} [-\cos \theta]_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} = \frac{100}{2\pi} [-\cos \pi + \cos \frac{\pi}{2}] = \frac{100}{2\pi} = 15.92 \text{ V}$$

$$I_{chmoy} = \frac{V_{chmoy}}{R} = 15.92 \text{ A}$$

$$V_{cheff} =$$

$$I_{cheff} =$$