Exercices Chapitre 1 et 2

Exercice 1 : Soit une Machine à Courant Continu (MCC) commander en vitesse et en courant à travers un convertisseur de puissance dont la fonction de transfert égale à 1.

Si on considère que la MCC est bien contrôlée et qu'on peut utiliser deux type de convertisseur (fig. 1. et Fig.2.) (Régime permanent).

1- Donner le type de chaque convertisseur utiliser (Fig.1, Fig.2).
2- Donner les équations de la vitesse et du couple de la MCC.
3- Tracer la fonction w=f(Ia) et définir tous les points caractéristiques sur cette courbe.
4- Trouver l'expression de la vitesse de la MCC en fonction de l'angle d'amorçage "α", (on suppose que la MCC se comporte comme une résistance).
5- Trouver l'expression de la vitesse de la MCC en fonction du rapport cyclique "**d**".
6- Quelle est la vitesse (ω_1) pour U_{a1}=155V? la machine est chargée au tiers de la charge nominale ($C_r=C_n/3$). Dans ce cas trouver "α" et "**d**".
7- Par la suite en charge le MCC à deux tiers de la charge nominale, mais cette fois on veut maintenir la vitesse égale à ω_1 (c.-à-d. $\omega_{ref} = \omega_1$). Alors, calculer la nouvelle tension U_{a2} et "α" et "**d**".
8- Enfin, la machine est à pleine charge et la vitesse étant toujours maintenue égale à ω_1 (c.-à-d. $\omega_{ref}=\omega_1$). Alors retrouver la nouvelle tension U_{a3} et "α" et "**d**".

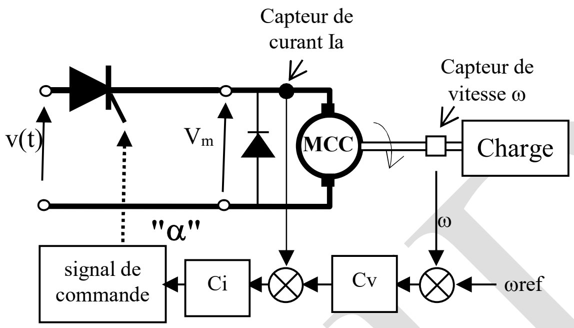


Fig. 1.

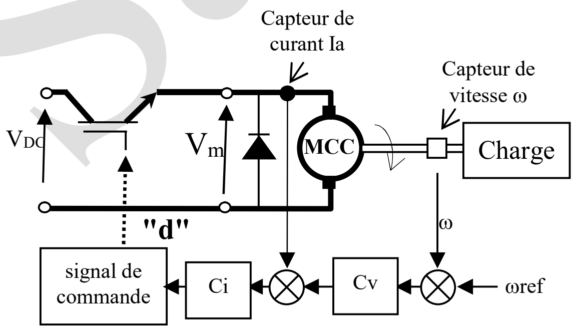


Fig. 2.

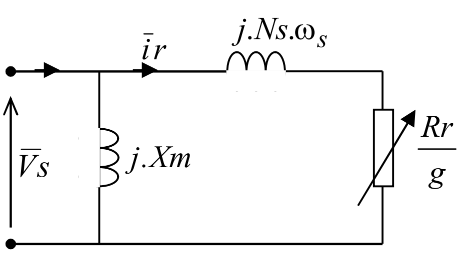
Les paramètres de la MCC : La=0.005H; Ra=1Ω; Kϕ=0.75Vs/rd ; J=0.01 SI ; f =0 SI, Cn=30mN, Un=220V.

Avec $v(t) = 500\sqrt{2}\sin(\omega_s t)$ et V_{DC}=400V

Exercice 2 : Pour commander la MAs triphasé on utilise le schéma de la figure ci-contre (Fig.3)

1- Donner l'équation du couple de la MAs en régime permanent.
2- Tracer la fonction Ce=f(g), définir chaque point de fonctionnement sur cette courbe.
3- Quel est le convertisseur utiliser pour la commande en tension (fréquence fixe)? Donner son schéma.
4- Pour maintenir la vitesse à n=1350(tr/min). Calculer les tensions de commande pour Cr= Cn/3, Cr=Cn/2 et Cr= Cn.
5- Pour maintenir la vitesse à n=1350(tr/min). Calculer les résistances additionnelles au rotor pour Cr=Cn/3, Cr= Cn/2 et Cr= Cn.

R_r=1.8Ω; N_r=0.014H; X_m=14.15Ω, U_{sn}=220V, Nombre de paire de pôles P=2, fs=50Hz, les frottement sont négligés, Cn=50Nm.



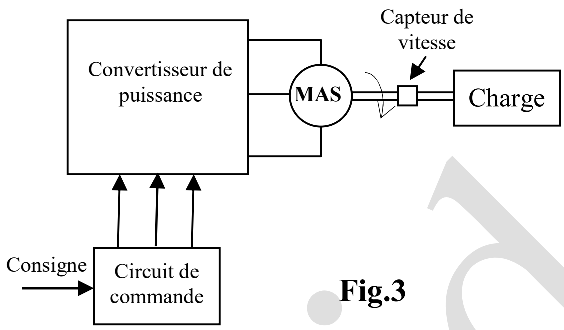


Fig.3

Corrigé

Exercice 1 :

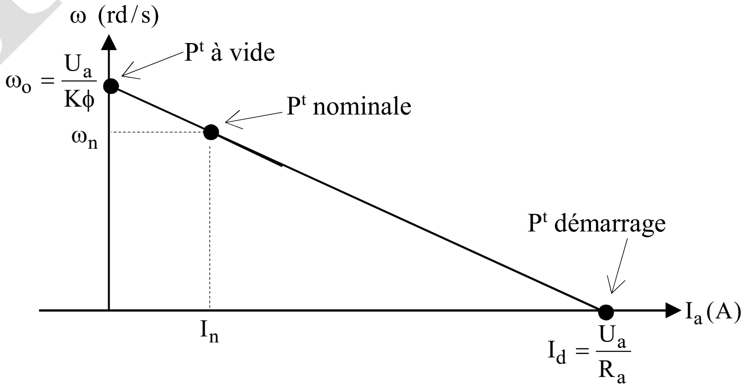
1- Donner le type de chaque convertisseur utiliser (Fig.1, Fig.2).
- le convertisseur dans la Fig.1 est un redresseur simple alternance.
- le convertisseur dans la Fig.2 est un Hacheur série.

2- Donner les équations de la vitesse et du couple de la MCC.

$$\text{en régime permanent}\begin{cases} U_a = RI_a + K\phi\omega \\ C_e = K\phi I_a \\ C_e - C_r = 0 \end{cases}$$

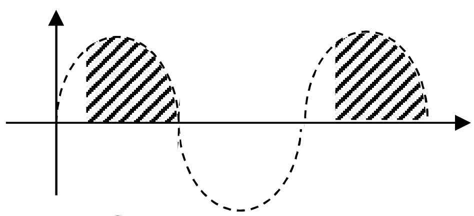
$$\begin{cases} \omega = \dfrac{U_a - RI_a}{K\phi} \\ C_e = C_r = K\phi I_a \end{cases}$$

3- la courbe ω=f(Ia).



4- L'expression de la vitesse de la MCC en fonction de l'angle d'amorçage "α", (on suppose que la MCC se comporte comme une résistance).

la valeur tension moyenne au borne du moteur:



$$U_a = Vm = \frac{1}{T}\int_0^T 500.\sqrt{2}\sin(\omega_s t)dt = \frac{500.\sqrt{2}}{T.\omega_s}\int_\alpha^\pi \sin\theta_s d\theta_s$$

α $\alpha+2\pi$

$$U_a = Vm = \frac{500.\sqrt{2}}{2\pi}(1+\cos\theta_s)$$

$$\omega = \frac{U_a - RI_a}{K\phi}$$

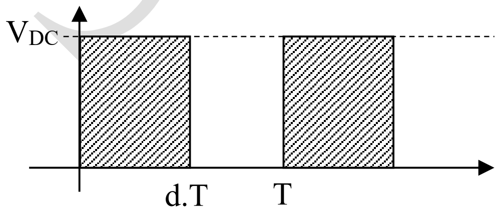
$$\omega = \frac{\frac{500.\sqrt{2}}{2\pi}(1+\cos\theta_s) - RI_a}{K\phi}$$

5- L'expression de la vitesse de la MCC en fonction du rapport cyclique "**d**".

la valeur tension moyenne au borne du moteur:

$$U_a = Vm = \frac{1}{T}\int_0^T V_{DC}dt = \frac{V_{DC}}{T}\int_0^{d.T} dt$$

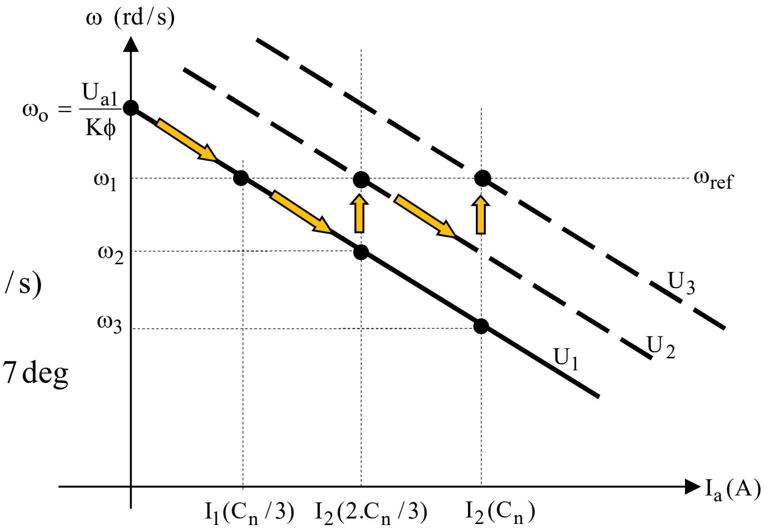
$$U_a = Vm = d.V_{DC}$$



$$\omega = \frac{U_a - RI_a}{K\phi}$$

$$\omega = \frac{d.V_{DC} - RI_a}{K\phi}$$

6- Quelle est la vitesse (ω_1) pour U_{a1}=155V? la machine est chargée au tiers de la charge nominale ($C_{r1}=C_n/3$). Dans ce cas trouver "α" et "**d**".



$$\begin{cases} \omega_1 = \dfrac{U_{a1} - RI_{a1}}{K\phi} \\ C_e = C_{r1} = K\phi I_{a1} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \omega_1 = \frac{U_{a1} - R_a \dfrac{C_{r1}}{K\phi}}{K\phi} = \frac{155 - 1\dfrac{10}{0.75}}{0.75} = 188.89(\text{rd/s})$$

pour le redresseur: $\alpha = \arccos\left(\dfrac{155}{\dfrac{500\sqrt{2}}{2\pi}} - 1\right) = 67{,}87\deg$

pour le Hacheur $d = \dfrac{U_{a1}}{V_{DC}} = \dfrac{155}{400} = 0.3875$

7- Par la suite en charge le MCC à deux tiers de la charge nominale, mais cette fois on veut maintenir la vitesse égale à ω_1 (c.-à-d. $\omega_{ref} = \omega_1$). Alors, calculer la nouvelle tension U_{a2} et "α" et "**d**".

$$\begin{cases} \omega_1 = \dfrac{U_{a2} - RI_{a2}}{K\phi} \\ C_e = C_{r2} = K\phi I_{a2} \end{cases} \Rightarrow U_{a2} = K\phi\omega_1 + R_a \frac{C_{r2}}{K\phi} = 0.75x188.89 + 1\frac{20}{0.75} = 168.34(V)$$

pour le redresseur: $\alpha = \arccos\left(\dfrac{168.34}{\dfrac{500\sqrt{2}}{2\pi}} - 1\right) = 60{,}33\deg$

pour le Hacheur $d = \dfrac{U_{a1}}{V_{DC}} = \dfrac{168.34}{400} = 0.42$

8- Enfin, la machine est à pleine charge et la vitesse étant toujours maintenue égale à ω_1 (c.-à-d. $\omega_{ref}=\omega_1$). Alors retrouver la nouvelle tension U_{a3} et "α" et "**d**".

$$\begin{cases} \omega_1 = \dfrac{U_{a3} - RI_{a3}}{K\phi} \\ C_e = C_{r3} = K\phi I_{a3} \end{cases} \Rightarrow U_{a3} = K\phi\omega_1 + R_a \frac{C_{r3}}{K\phi} = 0.75x188.89 + 1\frac{30}{0.75} = 181.67(V)$$

pour le redresseur: $\alpha = \arccos\left(\dfrac{181.67}{\dfrac{500\sqrt{2}}{2\pi}} - 1\right) = 52{,}16\deg$

pour le Hacheur $d = \dfrac{U_{a1}}{V_{DC}} = \dfrac{181.67}{400} = 0.45$

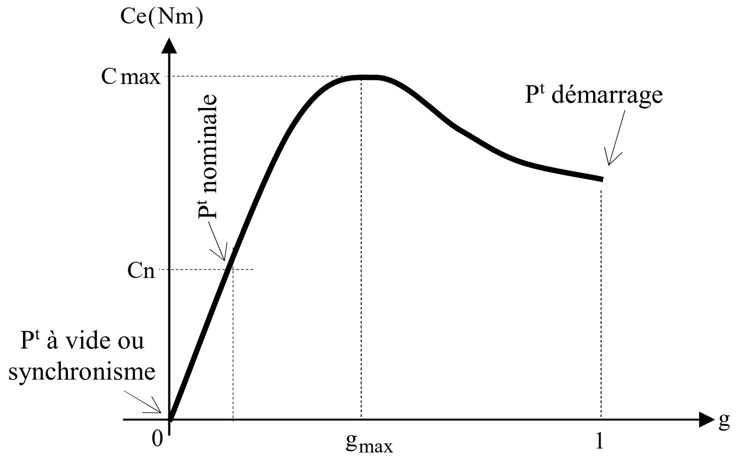
<u>Exercice 2</u> : Pour commander la MAs triphasé on utilise le schéma de la figure ci-contre (Fig.3)

1- L'équation du couple de la MAs en régime permanent.

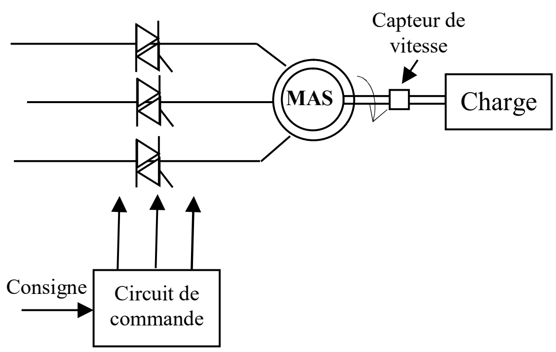
2- La courbe Ce=f(g),

$$C_e = \frac{2C_{max}}{\dfrac{g}{g_{max}} + \dfrac{g_{max}}{g}}$$

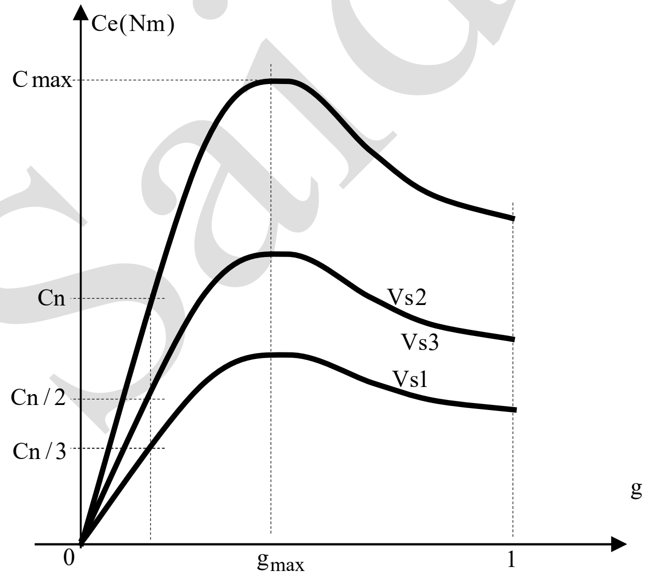
$$\text{avec} \begin{cases} C_{max} = \dfrac{3p}{N_n}\left(\dfrac{Vs}{\omega_s}\right)^2 \\ g_{max} = \dfrac{R_r}{N_r\omega_s} \end{cases}$$



3- Le convertisseur utiliser pour la commande en tension (fréquence fixe) est un gradateur avec schémas. (**2pt**)



4- Pour maintenir la vitesse à n=1350(tr/min). Calculer les tensions de commande pour Cr= Cn/3, Cr=Cn/2 et Cr= Cn. (**1pt**)



$$g_1 = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1500 - 1350}{1500} = 0.1$$

$$n_s = \frac{60f}{P} = 1500(tr/s)$$

$$C_r = C_e = \frac{2C_{max}}{\frac{g}{g_{max}} + \frac{g_{max}}{g}}$$

$$\Rightarrow C_{max} = \frac{C_r}{2}.(\frac{g}{g_{max}} + \frac{g_{max}}{g}) = \frac{3p}{N_r}\left(\frac{Vs}{\omega_s}\right)^2$$

$$\Rightarrow Vs = \sqrt{\frac{N_r \omega_s^2 C_r}{6p}.(\frac{g}{g_{max}} + \frac{g_{max}}{g})}$$

AN:

$$g_{max} = \frac{Rr}{Nr * \omega_s} = \frac{1.8}{0.014 * 314} = 0.41$$

Cr=Cn/3 $\Rightarrow V_{s1} = \sqrt{\frac{0.014 * 314^2 * (50/3)}{6 * 2}.(\frac{0.1}{0.41} + \frac{0.41}{0.1})} = 91.91(V)$

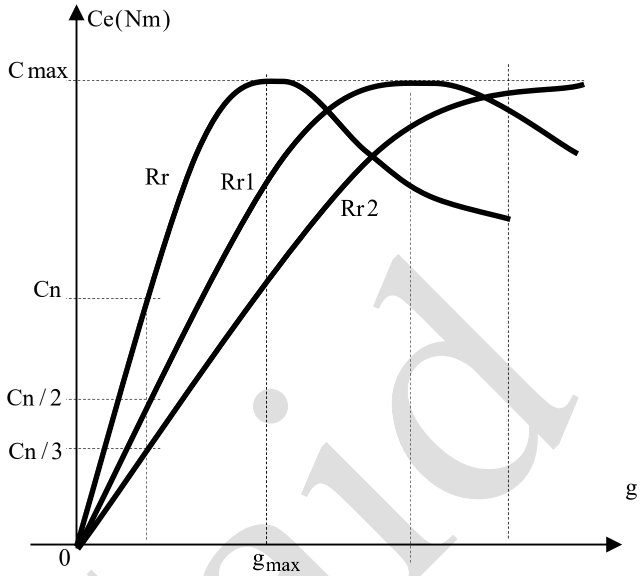
Cr=Cn/2 $\Rightarrow V_{s2} = \sqrt{\frac{0.014 * 314^2 * (50/2)}{6 * 2}.(\frac{0.1}{0.41} + \frac{0.41}{0.1})} = 112.61(V)$

Cr=Cn $\Rightarrow V_{s3} = \sqrt{\frac{0.014 * 314^2 * (50)}{6 * 2}.(\frac{0.1}{0.41} + \frac{0.41}{0.1})} = 159.25(V)$

5- Pour maintenir la vitesse à n=1350(tr/min). Calculer les résistances additionnelles au rotor pour Cr=Cn/3, Cr= Cn/2 et Cr= Cn. (**2pt**)

$$g_1 = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1500 - 1350}{1500} = 0.1$$

$$n_s = \frac{60f}{P} = 1500(tr/s)$$



$$C_r = C_e = \frac{2C_{max}}{\dfrac{g}{g_{max}} + \dfrac{g_{max}}{g}}$$

$$\Rightarrow \frac{2C_{max}}{C_r} = \left(\frac{g}{g_{max}} + \frac{g_{max}}{g}\right) = \left(\frac{g_1^2 + g_{max}^2}{g_1 g_{max}}\right)$$

$$\Rightarrow g_{max}^2 - \frac{2C_{max}}{C_r} g_1 g_{max} + g_1^2 = 0$$

$$\Delta = \left(\frac{2C_{max}}{C_r} g_1\right)^2 - 4g_1^2 = \left[\left(\frac{C_{max}}{C_r}\right)^2 - 1\right] 4g_1^2$$

$$g_{max} = \frac{\dfrac{2C_{max}}{C_r} g_1 \pm \sqrt{\Delta}}{1} = \frac{2C_{max}}{C_r} g_1 \pm 2.g_1 \sqrt{\left[\left(\frac{C_{max}}{C_r}\right)^2 - 1\right]}$$

$$g_{max} = 2.g_1\left(\frac{C_{max}}{C_r} \pm \sqrt{\left[\left(\frac{C_{max}}{C_r}\right)^2 - 1\right]}\right)$$

$$g_{max} = \frac{Rr + Rad}{Nr * \omega_s}$$

AN

$$C_{max} = \frac{3p}{N_r}\left(\frac{Vs}{\omega_s}\right)^2 = \frac{3*2}{0.014}\left(\frac{220}{314}\right)^2 = 210Nm$$

$$g_{max} = \frac{Rr + Rad}{Nr * \omega_s} = \frac{1.8 + Rad}{0.014 * 314} = \frac{1.8 + Rad}{4.396}$$

Cr=Cn/3⇒

$$g_{max} = 2 * 0.1 * \left(\frac{210}{50/3} \pm \sqrt{\left[\left(\frac{210}{50/3}\right)^2 - 1\right]}\right) \Rightarrow \begin{cases} Rad = 4.396 * g_{max} - 1.8 \\ Rad = 4.396 * 5.04 - 1.8 = 20.36\Omega \end{cases}$$

$$g_{max} = 2 * 0.1 * (12.6 \pm 12.6) \Rightarrow \begin{cases} \approx 0 \\ = 5.04 \end{cases}$$

$$\text{Cr=Cn/2} \Rightarrow \begin{matrix} g_{max} = 2*0.1*\left(\frac{210}{50/2} \pm \sqrt{\left[\left(\frac{210}{50/2}\right)^2 - 1\right]}\right) \\ g_{max} = 2*0.1*(8.4 \pm 8.4) \Rightarrow \begin{cases} \approx 0 \\ = 3.36 \end{cases} \end{matrix} \Rightarrow \begin{cases} Rad = 4.396 * g_{max} - 1.8 \\ Rad = 4.396 * 3.36 - 1.8 = 12.97\Omega \end{cases}$$

$$\text{Cr=Cn} \Rightarrow \begin{matrix} g_{max} = 2*0.1*\left(\frac{210}{50} \pm \sqrt{\left[\left(\frac{210}{50}\right)^2 - 1\right]}\right) \\ g_{max} = 2*0.1*(4.2 \pm 4.2) \Rightarrow \begin{cases} \approx 0 \\ = 1.68 \end{cases} \end{matrix} \Rightarrow \begin{cases} Rad = 4.396 * g_{max} - 1.8 \\ Rad = 4.396 * 1.68 - 1.8 = 5.59\Omega \end{cases}$$