

Commande scalaire des machines à courant alternatif Machines synchrones autopilotées.

TD N°2 : Machine synchrone autopilotée : étude et réglage.

Au cours de ce TD, nous considérerons un moteur synchrone autopiloté. Le principe d'une telle motorisation est rappelé figure 1.

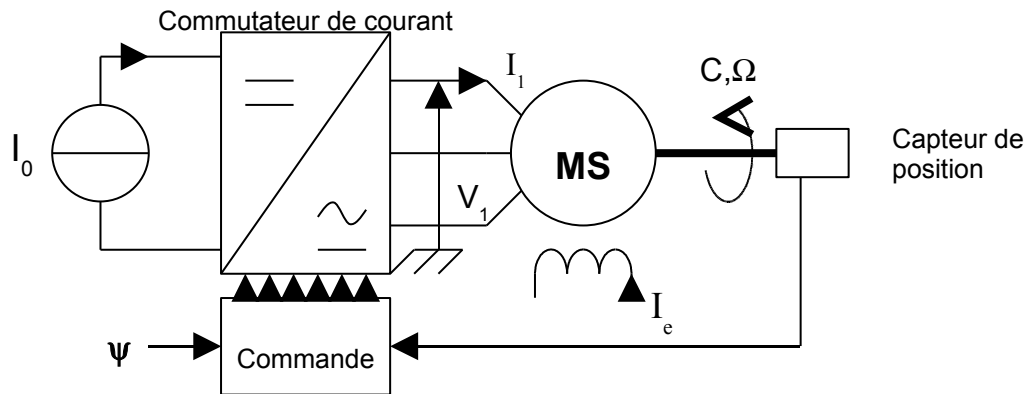


Figure 1 : autopilotage d'un moteur synchrone.

Le moteur synchrone utilisée est une machine à rotor bobinée, à pôles lisses, de puissance maximale de 50kW. Le stator est couplé en étoile.

La charge à laquelle ce moteur est connecté présente une inertie J et un couple résistant C_R caractérisé par :

$C_R = 20 + 0,2 \times \Omega$. L'objectif de ce TD est le réglage et la mise en œuvre d'un fonctionnement en régime permanent de la machine.

I Questions préliminaires.

On souhaite faire tourner la machine à 2000 tr/min.

1°/ Calculer le couple résistant C_R présenté par la charge.

2°/ Quelle est la fréquence f des courants d'alimentation du moteurs ?

II Etude de la machine synchrone.

3°/ Ecrire le principe fondamentale lié à la charge en rotation. En déduire, pour le régime permanent, une relation entre le couple électromagnétique C et le couple résistant C_R .

Nous notons $L=2\text{mH}$ l'inductance cyclique synchrone de la machine, E la fem induite dans un enroulement statorique, V la tension simple par phase, I le courant dans une phase et I_e l'intensité du courant d'excitation.

4°/ La relation qui lie E à ω est de la forme $E=K \omega$ avec $K=69,2 \cdot 10^{-2} \text{ Vs}$ et $\omega=2\pi f$. Proposer une procédure expérimentale pour relever la caractéristique $E(\omega)$.

5°/ Représenter le diagramme synchrone de cette machine fonctionnant en moteur (convention récepteur). Sur ce diagramme, on placera la position du rotor, et on indiquera les angles ϕ, δ et ψ . Quelle relation existe entre ces trois angles ?

6°/ Quelle relation lie C , ψ et I ?

7°/ A ψ fixé, qu'est ce qui fixe la vitesse de rotation Ω du moteur ? Donner l'allure des caractéristiques $C(\Omega)$.

8°/ L'autopilotage proposé consiste à contrôler l'angle ψ à I constant. Quelle valeur ψ_0 de ψ faut-il alors régler pour obtenir le point de fonctionnement de la question 1 ? On donne $I=34,5A$.

9°/ Quelles valeurs de ψ impose un fonctionnement en moteur ?

10°/ Montrer que $V = \omega \sqrt{(K)^2 + (LI)^2 + 2KLI \sin \psi}$. En déduire qu'à I_0 I et ψ donnés, la tension V est proportionnelle à la fréquence de rotation N du moteur ? Donner l'allure de la courbe $V(N)$ avec $I=34,5A$, $I_e=10A$ $\psi=\psi_0$ et N variant de 0 à 2000tr/min.

III Etude du commutateur de courant.

Le schéma du commutateur de courant est donné figure 2. Il s'agit d'un onduleur assisté. La source de courant est supposée fournir une intensité constante, nommée I_0 .

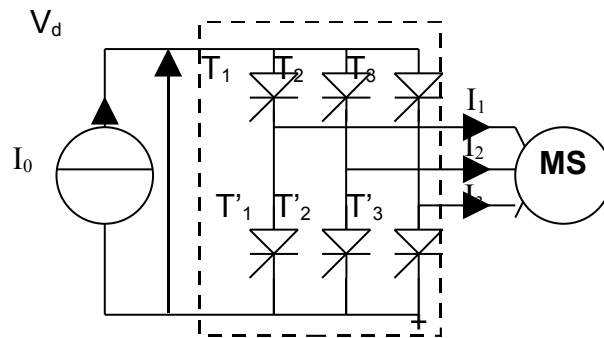


Figure 2 : commutateur de courant.

Les ordres de commande des interrupteurs se déduisent de l'information issue du codeur de position. Celui-ci délivre d'une part un signal carré, dont la fréquence est 3 fois plus grande que la fréquence de rotation de l'arbre moteur, et d'autre part un « top zéro » qui passe à 1 lorsque le rotor passe par la position perpendiculaire à la phase 1. Les instants d'amorçage sont synchronisés sur les fronts montants ou descendants de ces créneaux, et un retard peut éventuellement être ajouté sur chaque instant de commutation afin de régler l'angle ψ . Les chronogrammes de la figure 3 montrent un exemple de réglage dans un cas particulier d'angle ψ .

11°/ A partir des explications décrivant le fonctionnement du codeur de position, donner l'évolution de e_1 la fem induite aux bornes de l'enroulement 1. Même question pour e_2 et e_3 .

12°/ Sur le chronogramme de la figure 3, et à partir des ordres sur les interrupteurs, décrire l'évolution des courants i_1 i_2 i_3 .

13°/ Calculer la décomposition en série de fourrier de i_1 . En particulier, donner la valeur du fondamental en fonction de I_0 .

14°/ Calculer la valeur de I_0 pour que la valeur du fondamental vaille 34,5A.

15°/ Représenter, sur le même chronogramme qui a servi à tracer l'évolution de i_1 , le fondamental de i_1 . En déduire la valeur de ψ réglée.

16°/ Comment seraient modifiés ces chronogrammes si nous avions réglé $\psi=0$?

