

Chapitre N°13 : Moteurs à courant continu.

1) Dans quels domaines utilise-t-on des moteurs à courant continu et pourquoi ?

Utilisation :

- 1) Dans l'industrie (machines d'imprimerie, laminoirs, ascenseur etc.)
- 2) Dans les domaines des faibles puissances (jouets, perceuses à accu. etc.)
- 3) Équipement automobiles (essuie glaces lève vitres, toits ouvrants etc.)
- 4) Pour les grandes puissances, il était utilisé principalement comme moteur de traction.

Raison de son emploi ?

- Le moteur à courant continu est une machine tournante qui transforme l'énergie électrique à tension continue en énergie mécanique.
- 5) L'avantage principal de ce moteur est la facilité de réglage de sa vitesse

2) Quelles sont les fonctions du collecteur ?

Le collecteur, fixé à l'une des extrémités de l'induit, est formé de lames de cuivre sur lesquelles sont raccordés les conducteurs du rotor. Les charbons qui alimentent l'induit frottent sur ces lames.

- 1) Il inverse le sens du courant dans les conducteurs rotoriques
- 2) Il joue le rôle de commutateur.

3) Comment peut-on régler la fréquence de rotation d'un moteur DC à aimants permanents ?

- Par variation de la tension aux bornes de l'induit au moyen d'une résistance additionnelle placée en série avec l'induit et appelée rhéostat de démarrage. On produit le même effet qu'une diminution de la tension appliquée au moteur, soit un ralentissement du rotor
- Par action sur l'excitation. En diminuant le champ magnétique des inducteurs au moyen d'une résistance additionnelle montée en série avec l'inducteur et appelée rhéostat de champ au moyen d'une résistance additionnelle placée en série avec l'inducteur.

4) Comment varie la fréquence de rotation d'un moteur DC à aimants permanents ?

On constate que la fréquence de rotation est proportionnelle à la tension d'alimentation et inversement proportionnelle au flux inducteur

5) Pourquoi est-il nécessaire d'utiliser un rhéostat de démarrage et où doit-on le placer ? :

Au moment du démarrage, l'induit est immobile ($n = 0$ tr/min) et la FCEM est nulle. L'intensité du courant n'est limitée que par la résistance de l'induit.

Utilisation

- Pour limiter ce courant à une intensité acceptable ($2 \text{ à } 3 \times I_n$),

b) Montage :

- Il faut le monter en série avec l'induit.

6) Qu'appelle-t-on « zone neutre » de la machine et pourquoi se déplace-t-elle en charge ?

a) Définition :

- En charge, l'induit est parcouru par des courants qui développent un champ magnétique. Ce dernier est perpendiculaire à celui des inducteurs. Ces deux champs s'additionnent géométriquement pour donner un champ magnétique résultant

b) Déplacement



- 7) Quel est le rôle des pôles de commutation ? Par quel courant sont-ils traversés et où sont-ils placés ?
- a) Rôle :
- Combattre les étincelles produites lors du démarrage. En montant des pôles auxiliaires, appelés aussi pôles de commutation, on crée un flux magnétique de sens opposé et proportionnel à la réaction de l'induit de telle sorte que le flux résultant reste dans l'axe neutre
- b) Courant
- Ces pôles de commutation, sont construits avec des fils de grosse section puisqu'ils sont parcourus par le courant de l'induit.
- c) Emplacement
- Raccordés en série avec l'induit
- 8) Quelles sont les différentes pertes présentes dans un moteur DC ? Dans quelles parties de la machine se développent-elles et de quels paramètres dépendent-elles ?
- a) Pertes dans l'inducteur : Pertes cuivres (effet joule)
- b) Pertes dans l'induit :
- Perte cuivres (effet joule),
 - Pertes fer (Hystérésis et Foucault)
- c) Pertes mécaniques Frottement et Ventilation
- 9) Comment peut-on inverser le sens de rotation d'un moteur DC à excitation indépendante ?
- Inverser le sens du courant dans l'induit (croiser le raccordement des bornes A1 et A2).
 - Inverser le sens du courant dans l'inducteur (croiser le raccordement des bornes F1 et F2).
- 10) Pourquoi le moteur série ne doit-il jamais être utilisé sans charge ?
- Parce que la fréquence de rotation d'un moteur série varie énormément avec la charge, elle est inversement proportionnelle au courant absorbé. Si la charge est faible ou nulle, la fréquence de rotation devient très grande et peut entraîner l'éclatement du rotor.
- 11) Quelles sont les applications typiques du moteur série ?
- Entraînement de machine demandant un fort couple au démarrage (tramways, voitures électrique, pont roulant, appareils de levage).
- 12) Un moteur à courant continu fonctionne en charge nominale sous 220V. L'intensité qui le traverse est de 13.6A. Sa résistance interne vaut 0.84 Ω. Calculer la valeur de la résistance de démarrage qui permet de ne pas dépasser deux fois le courant nominal à l'enclenchement.

$U = 220 \text{ V}$	$I = 13.6 \text{ A}$	$R_l = 0.84 \Omega$	$R_p = 7.25 \Omega$
---------------------	----------------------	---------------------	---------------------

$$I_d \square 2 \square I_n \square 2 \square 13.6 \square 27.2 \text{ A}$$

$$R_{\text{Circuit_induit}} \square \frac{U_{\text{nom}}}{I_d} \square \frac{220}{27.2} \square 8.08$$

$$R_{hd} \square R_{\text{Circuit_induit}} \square R_l \square 8.088 \square 0.84 \square 7.25$$

- 13) Un moteur à courant continu, dont l'excitation indépendante est maintenue constante, fonctionne en charge sous 110 V. L'intensité qui traverse est de 10 A et il tourne à 1200 tr/min. Sa résistance interne vaut 0.2 Ω. Calculer sa fréquence de rotation lorsqu'il est traversé par un courant de 55 A sous 110V.

$U_n = 110 \text{ V}$	$I = 10 \text{ A}$	$n_1 = 1200 \text{ tr/min}$	$R_i = 0.2 \Omega$	$I_2 = 55 \text{ A}$	$n_2 = 1100 \text{ tr/min}$
-----------------------	--------------------	-----------------------------	--------------------	----------------------	-----------------------------

$$\begin{aligned} a) \quad E'_1 &= U_n + (R_i \cdot I) = 110 + (0.2 \cdot 10) = 108 \text{ V} \\ b) \quad E'_2 &= U_n + (R_i \cdot I_2) = 110 + (0.2 \cdot 55) = 99 \text{ V} \\ c) \quad n_2 &= n_1 \cdot \frac{E'_2}{E'_1} = 1200 \cdot \frac{99}{108} = 1100 \text{ tr/min} \end{aligned}$$

- 14) Un moteur à courant continu alimenté sous 172 V, possède une FEM de 160 V en fonctionnement nominal. L'induit a une résistance de 0.88 Ω.

Calculer :

- Le courant induit.
- La valeur du courant de démarrage sans résistance de démarrage.
- La valeur de la résistance de démarrage qui permet de ne pas dépasser une pointe de courant égale à deux fois le courant nominal.

$U_n = 172 \text{ V}$	$FEM = 160 \text{ V}$	$R_i = 0.88 \Omega$	$I_i = 13.6 \text{ A}$	$I_p = 195.45 \text{ A}$	$R_{h-d} = 5.44 \Omega$
-----------------------	-----------------------	---------------------	------------------------	--------------------------	-------------------------

$$E'_i = U_n - FEM = 172 - 160 = 8 \text{ V}$$

$$a) \quad I_i = \frac{E'_i}{R_i} = \frac{172 - 160}{0.88} = 13.6 \text{ A}$$

$$b) \quad I_d = \frac{U_n}{R_i} = \frac{172}{0.88} = 195.45 \text{ A}$$

$$c) \quad I_d = 2 \cdot I_i = 2 \cdot 13.6 = 27.2 \text{ A}$$

$$R_{\text{Circuit_induit}} = \frac{U_{\text{nom}}}{I_d} = \frac{172}{27.2} = 6.32 \Omega \quad R_{h-d} = R_{\text{Circuit_induit}} - R_i = 6.32 - 0.88 = 5.44 \Omega$$

- 15) Le démarreur d'une voiture est un moteur DC série. Il est alimenté par une batterie au plomb dont la FEM vaut 13.6 V et la résistance interne 18 mΩ. En fonctionnement, à 1600 tr/min, il est traversé par un courant de 140 A. Au démarrage, la pointe de courant vaut 310 A.

Calculer :

- La résistance interne du moteur.
- La tension aux bornes du moteur en fonctionnement normal.
- Le couple utile sachant que le couple de frottement vaut 0.9 Nm.

$FEM (U_n) = 13.6 \text{ V}$	$R_i = 0.018 \Omega$	$n = 1600 \text{ tr/min}$	$I = 140 \text{ A}$	$R_M =$	$I_p = 310 \text{ A}$	$U_M =$
------------------------------	----------------------	---------------------------	---------------------	---------	-----------------------	---------

$$a) \quad R_{\text{tot}} = \frac{U_n(FEM)}{I_D} = \frac{13.6}{310} = 0.0438 \Omega \quad R_M = R_{\text{tot}} - R_i = 0.0258 \Omega$$

$$b) \quad U_M = U_n + R_i \cdot I = 13.6 + 0.018 \cdot 140 = 11.08 \text{ V}$$



c)

16) Citer quelques applications des moteurs pas-à-pas et expliquer pourquoi on a choisi ce type de moteur pour ces applications

a) Utilisation

- Pour des tâches de positionnement précis
- Pour la lecture des disques durs
- Pour les têtes d'impression des imprimantes et des machines à écrire
- Les machines CNC
- Les montres, les automates, les lasers d'usinage

b) Choix

- Sa puissance va de quelques micro watts à quelques centaines de watts.
- Il tourne de façon régulière
- Il peut avoir une rotation précise du rotor

17) Pourquoi le moteur pas-à-pas à réluctance variable n'a-t-il pas de couple de maintien si le stator n'est pas alimenté ?

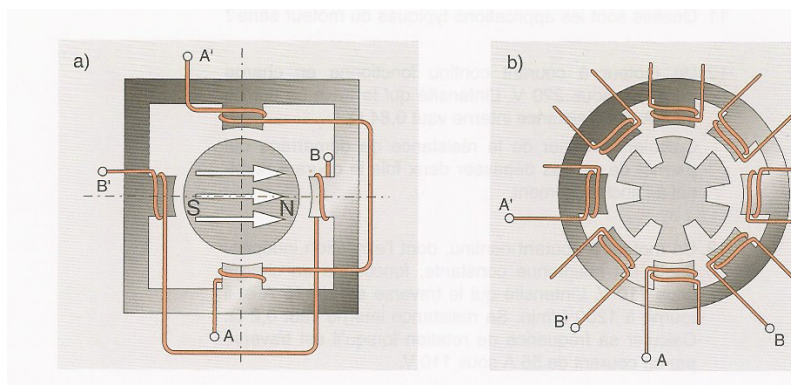


18) Voici deux modèles de moteur pas-à-pas. Indiquer pour chaque modèle :

1) De quel type de moteur il s'agit.

- A = Moteur pas à pas électromagnétique
- B = Moteur pas à pas à réluctance variable

2) Le nombre de pas par tour.



- 19) Voici un modèle de moteur pas-à-pas.
- De quel type de moteur il s'agit.
 - La commande est-elle unipolaire ou bipolaire
 - Indiquer la séquence d'allumage des transistors de puissance permettant de faire avancer ce moteur de quatre pas dans le sens horaire.

