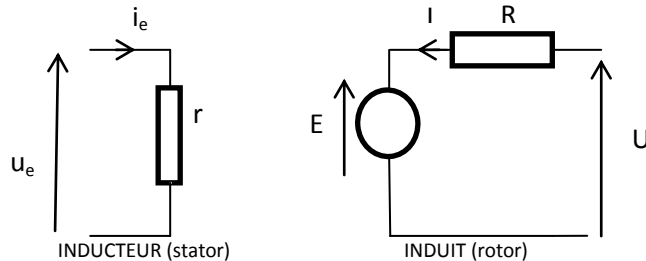


MOTEUR A COURANT CONTINU A EXCITATION INDEPENDANTE

Le TP proposé ici consiste à faire l'étude du fonctionnement d'un moteur à courant continu utilisé à vide puis en charge.

1. Le moteur à excitation indépendante

On peut le représenter selon le schéma de la figure 1.



- La force contre-électromotrice est notée E , le couple électromagnétique Γ_{em} avec $E = \Phi\Omega$ et $\Gamma_{em} = \Phi I$. Ω est la vitesse angulaire du rotor, en rad/s.
- Le principe de la conversion électromécanique donne $P_{em} = \Gamma_{em}\Omega = EI$.
Il est possible d'utiliser $n = \Omega/2\pi$ en tr/s.
Aux bornes de l'induit, $U = E + RI$, d'où $n = (U - RI)/2\pi\Phi$.
- La puissance absorbée par le moteur est : $P_a = UI + u_e i_e$.
- Les pertes de la machine se décomposent en deux parties : les pertes par effet Joule et les pertes collectives.

$$P_j = P_{j\text{induit}} + P_{j\text{e}} = RI^2 + r i_e^2 = RI^2 + u_e i_e$$

$$P_{coll} = P_{m\acute{e}caniques} + P_{fer}$$

Les pertes mécaniques sont dues aux frottements et varient avec la fréquence de rotation.

Les pertes fer sont dues aux courants de Foucault et au phénomène d'hystérésis dans les parties métalliques du rotor. Elles dépendent du champ magnétique et de la fréquence de rotation.

Il est donc possible de définir le rendement du moteur comme le rapport entre la puissance utile et la puissance absorbée.

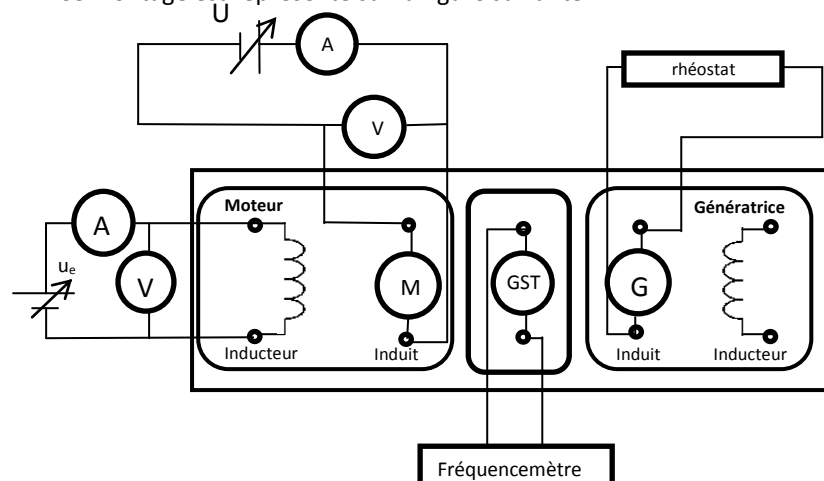
$$P_u = P_a - P_j - P_{coll} \quad \text{d'où le rendement} \quad \eta = P_u/P_a = 1 - \frac{P_j + P_{coll}}{P_a}$$

$$\text{On peut enfin calculer le couple utile avec } \Gamma_u = P_u/\Omega$$

$$\text{D'autre part, } P_{em} = EI = UI - RI^2 = P_a - P_j = P_u + P_{coll}$$

2. Présentation du montage complet

Ce montage est représenté sur la figure suivante :



Le moteur est chargé par une génératrice qui fournit de l'énergie électrique à un rhéostat. Attention :

- Le moteur est alimenté par une tension U réglable. Le démarrage doit s'effectuer sous tension réduite APRES AVOIR ALIMENTE l'inducteur de telle sorte que le flux sous un pôle soit maximal.
- La vitesse nominale est $n_N = 3000$ tr/min.
- La vitesse ne doit pas dépasser $1,5 n_N$.

IL NE FAUT JAMAIS DEBRANCHER L'ALIMENTATION DE L'INDUCTEUR LORSQUE L'INDUIT EST SOUS TENSION.

3. Expérimentation

1) Caractéristique de réglage de vitesse à vide :

- Désaccoupler la génératrice du moteur et débrancher l'alimentation de son inducteur. Maintenir U constante, $U = U_N = 24V$, par exemple. Le fréquencemètre permet de connaître la vitesse de rotation du moteur. Celui-ci possédant 12 paires de pôles, si f est la fréquence lue, alors $n = f/12$ en tr/s ou $n = 5f$ en tr/min.
- Régler u_e pour avoir $n = 1.5 n_N$. Augmenter alors progressivement u_e et relever les valeurs de n en fonction de i_e . Tracer $n(i_e)$, conclure.

2) Détermination des pertes mécaniques et des pertes fer du moteur

- On commence par mesurer la résistance de l'induit. On débranche l'alimentation de l'induit puis celle de l'inducteur. Le plus simple, le moteur étant arrêté, est d'utiliser un ohmmètre. On peut estimer que lorsque le moteur travaille, à chaud la résistance R vaut 1,25 fois la résistance mesurée à l'arrêt.
- Pour mesurer les pertes, on utilise la méthode dite des pertes séparées. Les pertes $P_{\text{mécanique}}$ et P_{fer} sont mesurées à vide, c'est-à-dire avec la génératrice désaccouplée. Les valeurs trouvées servent ensuite pour un fonctionnement en charge, à condition que la vitesse du moteur soit la même.
- Alimenter l'inducteur et l'induit du moteur. La vitesse du moteur doit être maintenue constante et égale à n_N pendant tout l'essai. Faire varier la tension d'alimentation de l'induit et relever la valeur du courant qui le traverse I_0 pour quelques valeurs de U et de i_e . En déduire la fem E_0 .

La machine étant à vide, la puissance utile est nulle et on peut écrire :

$$P_{em} = E_0 I_0 = P_{coll} = P_{\text{mécanique}} + P_{\text{fer}}$$

Les pertes fer sont proportionnelles au carré du flux, donc à i_e^2 . Les pertes mécaniques sont proportionnelles à n et donc ici constantes. Compléter le tableau fourni puis tracer P_{coll} en fonction de i_e^2 .

Pour des valeurs faibles du flux et donc de i_e , les pertes fer sont négligeables et grâce à la droite obtenue on peut obtenir par extrapolation la valeur de $P_{\text{mécanique}}$ pour n_N .

U				
I_0				
i_e				
i_e^2				
E_0				
P_{coll}				

3) Etude du moteur sous tension d'alimentation constante

- Réaliser le montage complet de la figure 2. L'inducteur de la génératrice sera alimenté avec la même alimentation que celui du moteur.
- Effectuer les réglages permettant d'obtenir au mieux les valeurs nominales du moteur : $U_N = 24V$, $I_N = 5A$, $n_N = 3000$ tr/min. Relever l'intensité du courant i_{eN} correspondant.
- En maintenant U et i_e à ces valeurs, faire varier I en agissant sur la valeur de la résistance du rhéostat et relever la valeur de n pour chaque valeur de I . Tracer $n(I)$.
- On constate que n varie peu autour de n_N , les pertes mécaniques sont donc à peu près celles trouvées au 2). La valeur des pertes fer sera déduite du tracé du 2).
- Compléter le tableau fourni en annexe. Tracer $\Gamma_{em}(I)$, $\Gamma_u(I)$, $\Gamma_{em}(n)$, $\Gamma_u(n)$ et $\eta(I)$. Conclure.

I				
n				
P_a				
$P_{j\text{induit}}$				
P_{je}				
P_{em}				
Γ_{em}				
P_u				
Γ_u				
η				

4) Etude du moteur sous tension d'alimentation réglable

On maintient i_e à sa valeur nominale, les pertes fer sont donc connues car elles dépendent peu de la vitesse de rotation du moteur.

- Etude à vide : en faisant varier la tension d'alimentation de l'induit, relever et tracer $n(U)$.
- Etude en charge : pour $U = U_N/2$, relever la courbe $n(I)$. Pour U donné, on constatera que n varie peu autour d'une valeur moyenne n_m . Les pertes mécaniques étant supposées proportionnelles à la vitesse, les calculer pour n_m .
- Compléter le tableau fourni en annexe.
- Tracer sur le même graphique que pour $U = U_N$ les courbes $n(I)$, $\Gamma_{em}(I)$ et $\Gamma_u(I)$. Conclure.

I				
n				
UI				
$P_{j\text{induit}}$				
P_{em}				
$P_{m\text{écanique}}$				
P_{coll}				
P_u				
Γ_{em}				
Γ_u				