

a) Principe de l'étude

L'ensemble pédagogique Pierron comporte deux machines à courant continu semblables dont les rotors sont accouplés. La première est alimentée par une source continue (u, i) : c'est le moteur qui entraîne la dynamo que l'on étudie ici. On peut également utiliser un autre système « moteur + dynamo ». Dans le cas d'une dynamo à excitation indépendante on fixera la ddp de l'inducteur à une valeur constante pour toute la manipulation.

Il s'agit de comparer la puissance mécanique fournie à la dynamo $P_m = \Gamma_m \omega$ à la puissance électrique récupérée $P_e = UI$ où I est l'intensité et U la ddp aux bornes de la dynamo. Γ_m est le couple utile exercé par le moteur. On étudie le rendement à vitesse de rotation quasiment constante (on fixe la tension d'alimentation du moteur par ex 12 V, on peut d'ailleurs maintenir la vitesse constante en agissant sur la tension du moteur ; voir "Moteur à courant continu"). Les divers régimes de la dynamo sont obtenus en modifiant la charge constituée par le rhéostat.

• Le bilan énergétique pour la dynamo, se traduit par :

$$P_m = \Gamma_m \omega = UI + \Gamma_f \omega + I^2 r$$

où $UI = RI^2$ est la puissance électrique récupérée dans la charge, Γ_f représente les frottements modélisés comme des frottements solides et rI^2 représente les pertes par effet Joule dans l'induit.

D'où le rendement :

$$\rho = \frac{P_e}{P_m} = \frac{UI}{\Gamma_m \omega} = \frac{UI}{UI + rI^2 + \Gamma_f \omega}$$

⇒ Réaliser le montage de la figure D9.

b) Mesure du couple mécanique appliqué Γ_m

Dans le dispositif Pierron, le stator de la dynamo n'est pas fixe (dynamo balance) mais est soumis au couple de rappel exercé par un ressort spiral dont la déformation permet la mesure du couple mécanique Γ_m exercé sur le rotor par le moteur (le système étant immobile, la somme des moments des forces extérieures est nulle : $\Gamma_m + \Gamma_{\text{ressort}} = 0$).

Cette mesure est très imprécise aussi peut-on envisager un dispositif dans lequel le stator de la dynamo balance bute sur une jauge de contrainte permettant alors une mesure nettement plus précise de Γ_m (après étalonnage) ; dans ce cas on a également $\Gamma_m + \Gamma_{\text{butée}} = 0$.

c) Mesure de la vitesse de rotation

La vitesse de rotation peut être mesurée de plusieurs façons :

- Un capteur à induction (avec un petit aimant) délivre un signal périodique de l'ordre du volt observé à l'oscilloscope. Sa fréquence est égale à la fréquence de rotation.
- Une dynamo tachymétrique est entraînée par le rotor ; la tension continue qu'elle donne est fonction affine de la vitesse de rotation. Il est nécessaire de l'étalonner ; pour cela, on peut utiliser le signal précédent ou un stroboscope.

d) Manipulation 1 : étude de la dynamo à vide

• Débrancher le rhéostat. Dès que le moteur tourne, le ressort spiral se déforme (ou la jauge de contrainte indique un couple). Le couple électromagnétique Γ_{em} ($I = 0$) est nul, le seul couple est Γ_f dû aux frottements des balais sur le collecteur. Avec le dispositif Pierron, ce couple est voisin de 3 à 4 N.m. Les pertes par effet Joule sont nulles ; la ddp U est égale à la fem $e = \phi \omega$.

- Exploitation

- Tracer le graphe donnant le rendement $\rho = f(I)$: il atteint un maximum correspondant au fonctionnement optimal de la dynamo pour une vitesse de rotation donnée (un exemple est donné sur la figure D10).

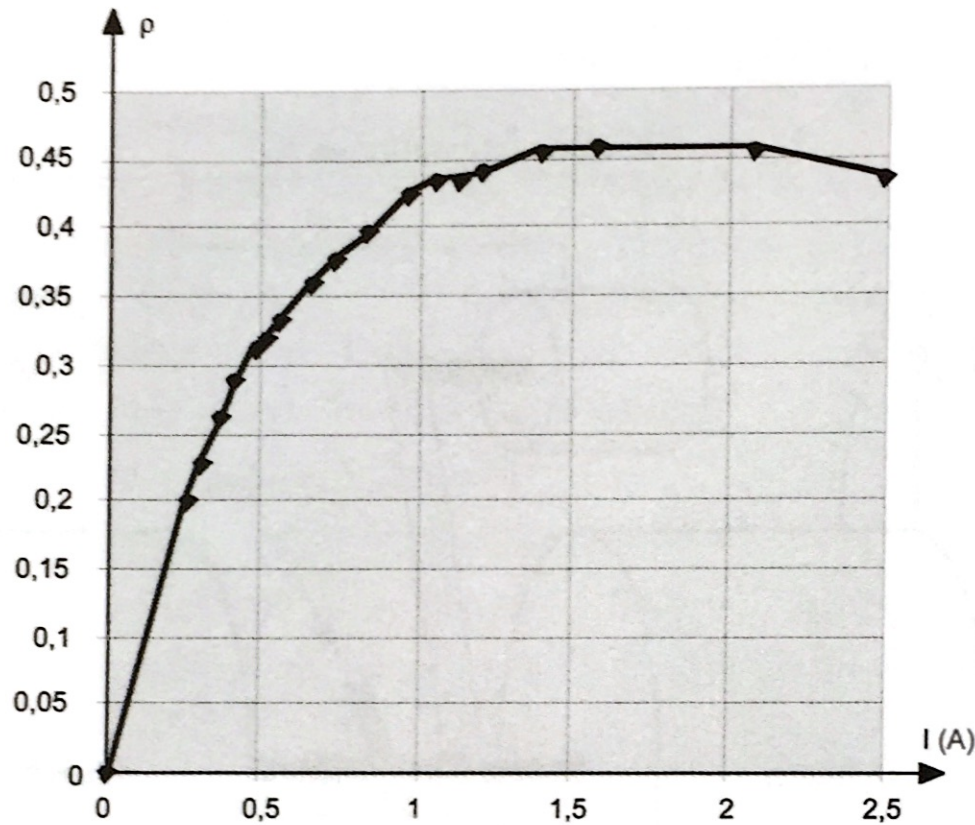


Figure D10 : rendement de la dynamo pour une tension d'alimentation du moteur d'entraînement fixée à $u = 8$ volts

- Tracer la courbe représentant le couple résistant de la dynamo Γ_m en fonction du courant I qu'elle débite. Montrer que la fonction $\Gamma_m(I)$ est de la forme $\Gamma_m(I) = \Gamma_{em} + \Gamma_f = \Gamma_{em} + \phi I$ où ϕ , constante du couple de la dynamo, a la même valeur que la constante de fem déterminée précédemment.
- On peut également mesurer la résistance de l'induit (ohmmètre), évaluer le couple de frottement supposé solide (il est constant et garde la valeur déterminée à vide) et obtenir une expression du rendement par
$$\rho = \frac{P_e}{P_m} = \frac{P_e}{P_e + rI^2 + \Gamma_f \omega}$$

REMARQUE

On a montré que la fem à vide est fonction affine de la vitesse de rotation : $e = \phi \omega$. Cette propriété est exploitée pour réaliser des capteurs de vitesse angulaire : ce sont les dynamos tachymétriques. Ces machines sont des micro-dynamos bâties de façon à conserver la relation d'affinité « Tension - Vitesse » sur un domaine le plus étendu possible.

La tension faiblement ondulée délivrée par la dynamo tachymétrique doit être lissée par un filtre RC pour être utilisable dans un montage électronique (asservissement de vitesse, par exemple).

NB : actuellement on préfère employer des capteurs de vitesse optoélectroniques ou magnétiques (voir Tome 3).