

Microavions électriques – (6) Optimisation moteur-hélice

Jean-Daniel NICLOUD

1. Moteurs à courant continu

Les moteurs à courant continu ont des balais qui commutent le courant pour l'amener dans les bobines orientées au mieux dans le champ des aimants. Le rotor est avec fer, ou sans fer selon l'idée de Faulhaber : les bobines sont imbriquées et forment un cylindre mince pris dans le champ d'un aimant central.

Les moteurs avec fer sont bon marché et développent plus de puissance pour le même volume, mais ils ont un moins bon rendement et conviennent moins bien pour des applications en régulation ou asservissement de vitesse.

Les caractéristiques des moteurs à courant continu sont bien connues. Le couple est proportionnel au courant, après avoir déduit le couple de démarrage. La constante de couple exprime cette proportionnalité, en mNm/A (milli Newton-mètre par Ampère). La vitesse est liée au couple et courant par une relation linéaire, car la force contre-électromotrice se développe avec la vitesse, et réduit la tension, donc le courant, donc le couple.

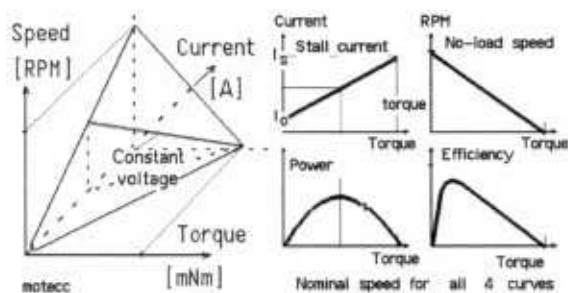


Figure 1 Caractéristiques d'un moteur continu

Les 4 graphiques à droite, dans la figure 1, correspondent à une tension constante. La vitesse se stabilise en fonction du couple. La puissance est maximale pour la moitié de la vitesse max. Le rendement est maximum pour une puissance plus faible, qui ne nous intéresse pas. Les moteurs utilisés par les modélistes sont survoltés, au détriment de la durée de vie. C'est la puissance maximum, en fonction de la puissance, qui compte. Cette puissance

max est obtenue à la moitié de la vitesse à vide, et à la moitié du couple bloqué.

2. Mesure d'un moteur

La mesure d'un moteur continu est facilitée par les caractéristiques linéaires que nous venons de décrire. A vide, on mesure le courant I_0 et la vitesse de rotation V_0 . Il faut pour cela fixer un aimant ou un repère optique sur l'axe du moteur, sans trop créer de traînée aérodynamique (et évidemment pas de frottement). Un capteur optique lié à un fréquence-mètre donne la vitesse de rotation.

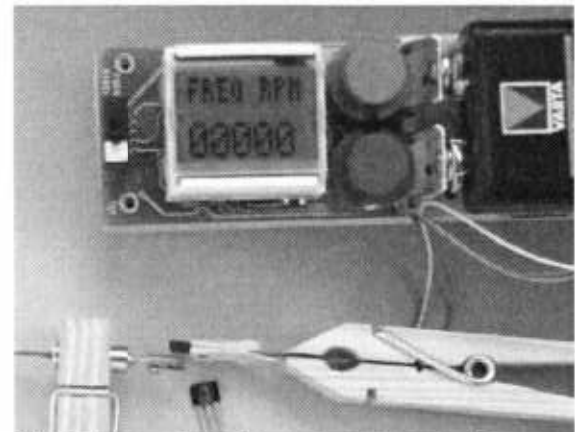


Fig 2. Lecture de la vitesse de rotation à vide sur un moteur 4mm (aimant 2x2mm et capteur 4905)

Le couple bloqué (stall) M_S se mesure avec une balance. Si le bras de levier est de 20mm, et la force mesurée de x grammes, le couple est égal à $9.81 \times 0.02 = 0.196$ mNm. Le courant bloqué I_S se mesure avec un ampèremètre, mais il faut faire attention à la chute de tension dans l'ampèremètre et les fils de liaison. La tension moteur doit être mesurée avec un voltmètre tout près des bornes.

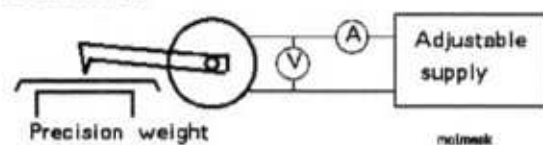


Fig 3. Mesure du courant et couple bloqué

La courbe complète du moteur, que l'on pourrait mesurer avec un frein difficile à