

4.1 Moteur à courant continu

Le moteur à collecteur est le moteur qui a garanti le développement de la traction électrique de l'origine jusqu'à un passé récent: fin du 20^e siècle. Alimenté depuis une ligne de contact à tension continue, le point de fonctionnement du moteur est ajusté par un rhéostat R_{rh} – qui affecte la tension aux bornes – et un shunt R_{sh} – qui affecte l'excitation – de valeur ohmique variable. Le plus souvent, l'excitation est en série avec l'induit.

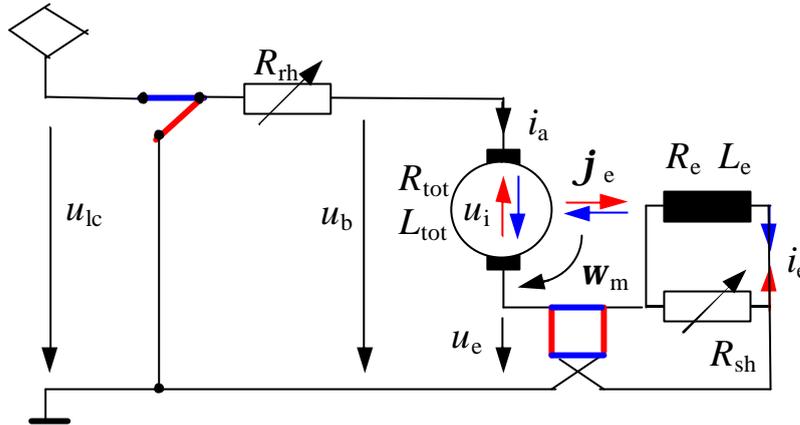


Fig. 4.4 Moteur série en traction.

Fig. 4.9 Moteur à collecteur: freinage rhéostatique à excitation série.

Les équations internes du moteur sont les suivantes, en négligeant les inductances de fuite dans le moteur. La constante du moteur est C_m , N_p est le nombre de spires par pôle et p le nombre de paires de pôles. Le flux totalisé est Y_e et le flux d'entrefer j_e .

$$Y_e = 2pN_p f_e \quad (4.3)$$

$$u_i = C_m f_e w_m \quad (4.4)$$

$$M_m = C_m f_e i_a \quad (4.5)$$

On a l'équation dynamique du moteur – d'inertie rapportée J – qui subit un couple résistant M_{ex} . La vitesse de rotation est w_m .

$$\frac{dw_m}{dt} = \frac{1}{J} (M_m - M_{ex}) \quad (4.7)$$

On a encore les équations électriques des mailles, pour la traction.

$$\frac{di_a}{dt} = \frac{1}{L_{tot}} (u_{lc} - R_{rh}i_a - R_{tot}i_a - u_i - R_{sh}(i_a - i_e)) \quad (4.8)$$

$$\frac{dY_e}{dt} = R_{sh}i_a - (R_{sh} + R_e)i_e \quad (4.9)$$

Pour le freinage, seule (4.8) doit être adaptée: u_{lc} est nulle et le signe de u_i doit être changé. Les trois contacteurs permettent de sélectionner le couplage en traction (bleu) ou en freinage (rouge) pour un sens de marche déterminé. Dans l'autre sens de marche les positions des deux contacteurs de l'excitation sont permutées: freinage (bleu) et traction (rouge), mais le rôle du contacteur côté ligne de contact est inchangé (AOMC: BDeh 4/4).

On en tire les caractéristiques pour les différentes valeurs ohmiques des résistances variables. Le nombre de valeurs ohmique étant peu élevé, les variations de points de fonctionnement se font par cran.

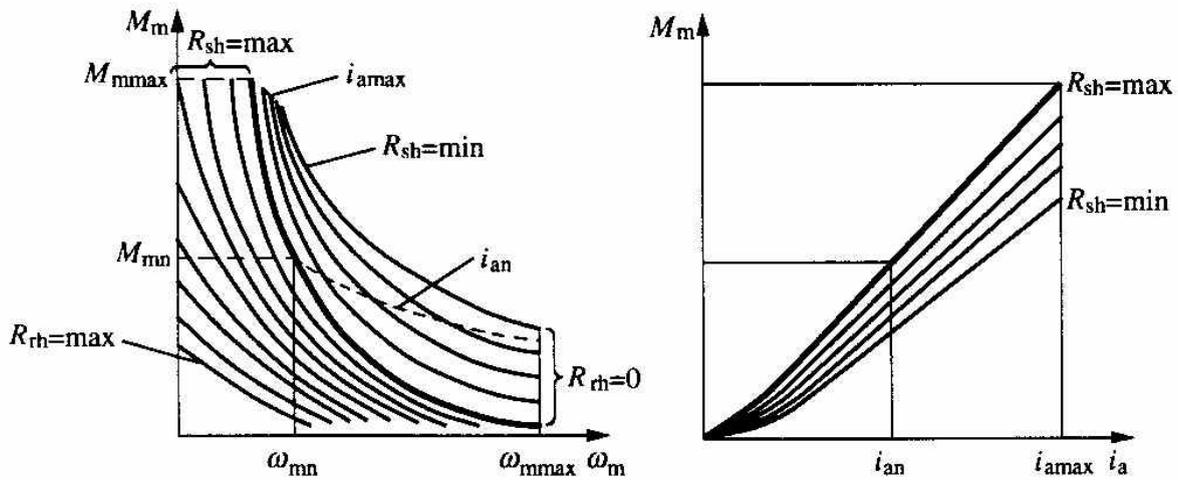


Fig. 4.6 Moteur série en traction: caractéristiques en fonction du courant et de la vitesse.

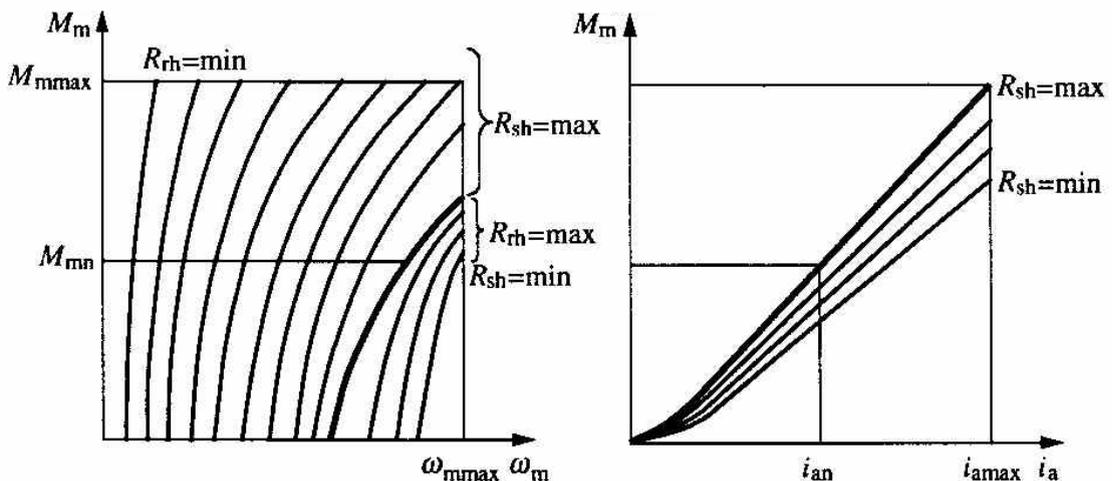


Fig. 4.11 Moteur série en freinage rhéostatique: caractéristiques en fonction du courant et de la vitesse.

En freinage rhéostatique, on peut aussi opter pour une excitation séparée u_e , fournie par une batterie (SNCF: CC 6500), par une génératrice entraînée par un moteur, lui-même alimenté par la ligne de contact (CFF: RAe TEE II).

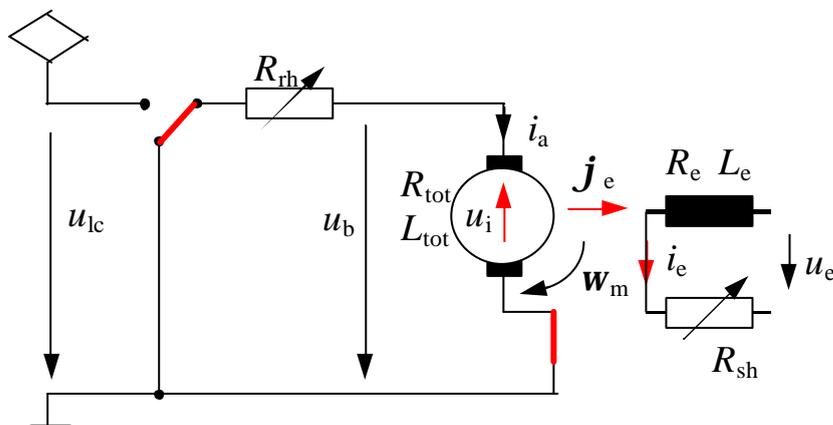


Fig. 4.13 Moteur à collecteur: freinage rhéostatique à excitation séparée.

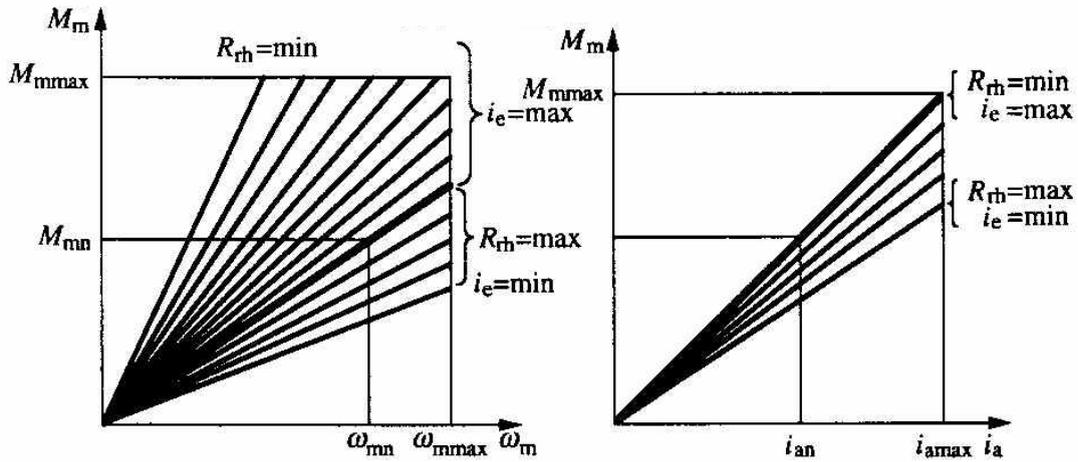


Fig. 4.15 Moteur à excitation séparée en freinage rhéostatique: caractéristiques de couple en fonction du courant et de la vitesse.

Plutôt que de dissiper l'énergie (cinétique ou potentielle) de freinage dans une résistance, on peut la réinjecter à la ligne de contact: c'est le frein à récupération.

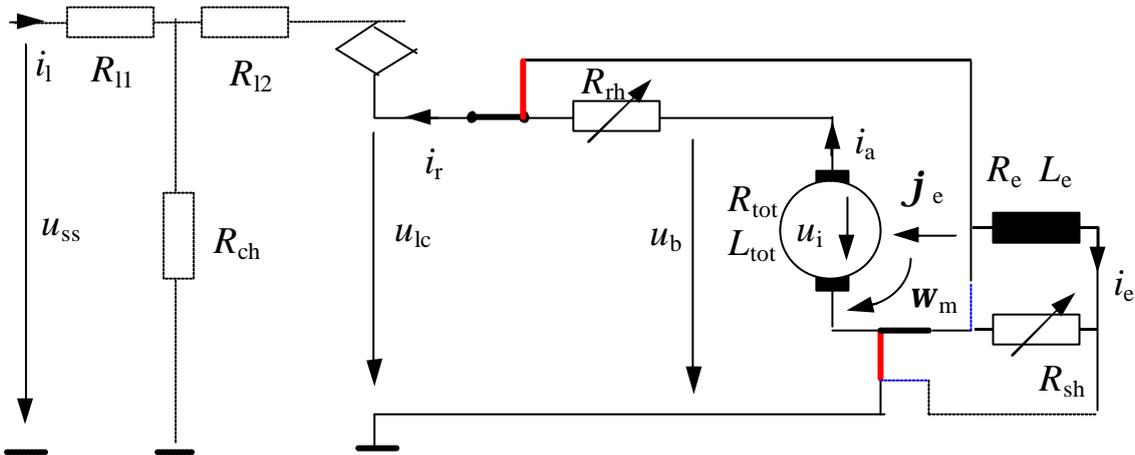


Fig. 4.17 Moteur à excitation séparée en freinage à récupération: principe.

En traction les contacteurs rouges sont ouverts et les contacteurs en pointillés bleus sont fermés.

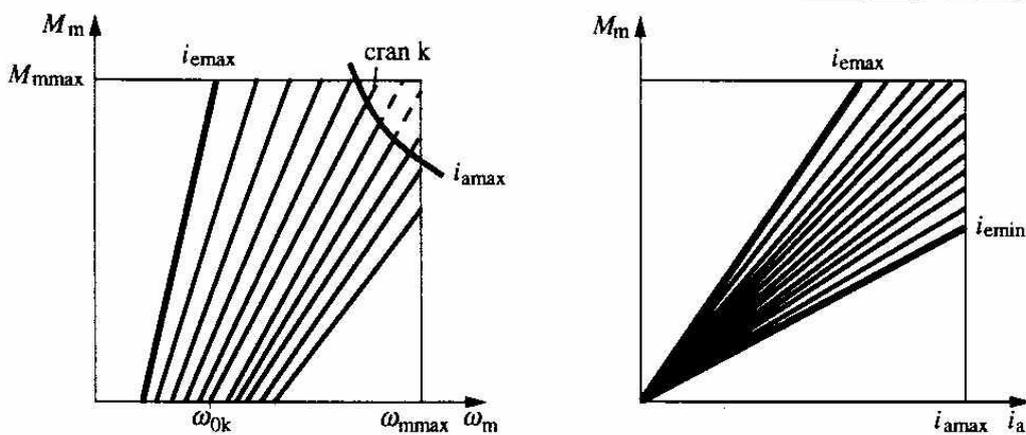


Fig. 4.19 Moteur à excitation séparée en freinage à récupération: caractéristiques en fonction du courant et de la vitesse.

Il est clair que dans tous les points de fonctionnement pour lesquels la valeur ohmique du rhéostat est non nulle, une partie de l'énergie, prélevée à la ligne aérienne, est dissipée sous forme de chaleur dans celui-ci.

Pour augmenter les zones de fonctionnement à rhéostat nul (rendement 100 % pour le dispositif de commande des moteurs), on installe des contacteurs qui permettent de grouper les moteurs en série ou en parallèle. On peut disposer les contacteurs pour garantir les transitions série-parallèle sans perte d'effort de traction.

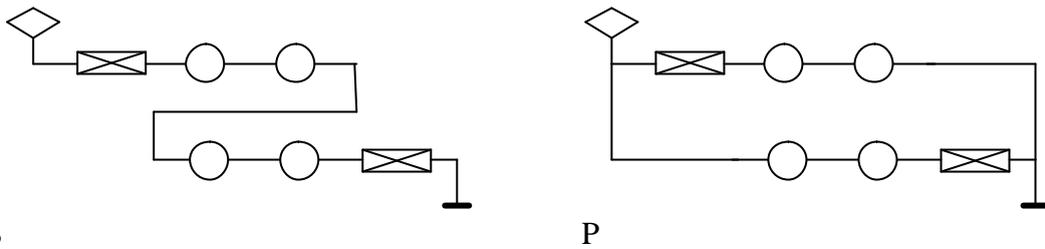


Fig 4.21B Groupes moteurs en série (S) ou en parallèle (P).

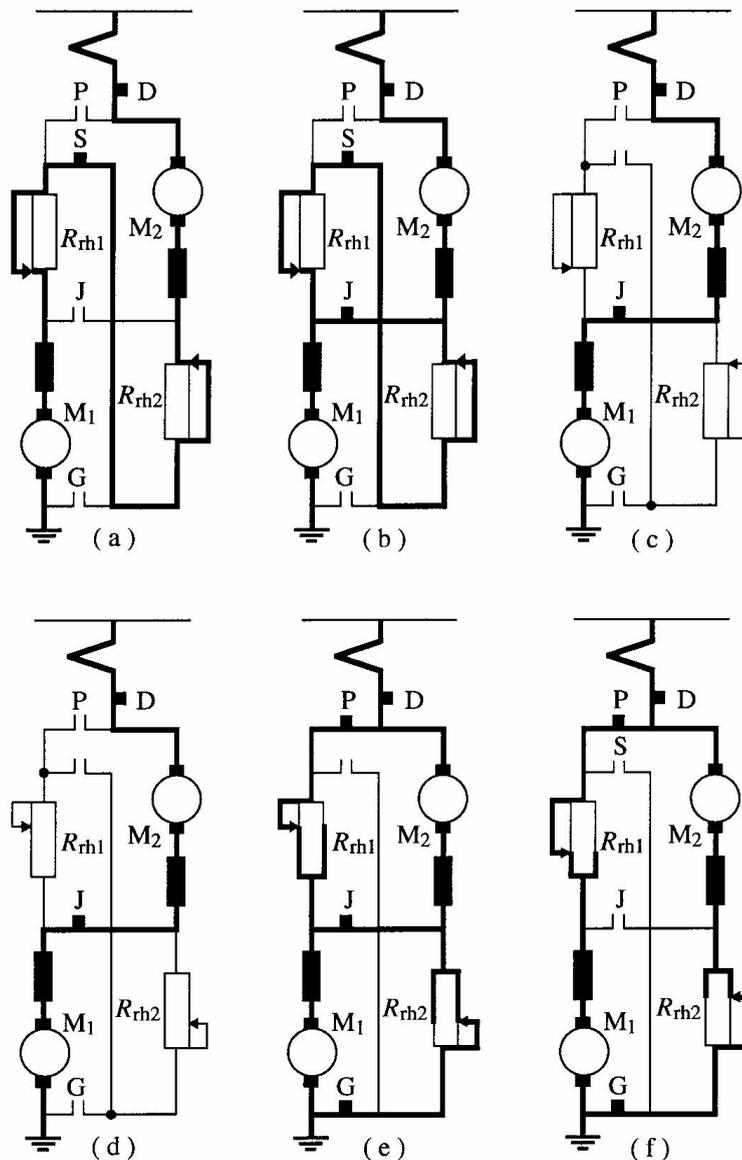


Fig. 4.22 Séquence des étapes d'un transition par la méthode du pont (BOB : ABeh 4/4 II).