

4.2 Moteur direct

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 monophasée, le point de fonctionnement du moteur est ajusté par un transformateur – qui affecte la tension aux bornes. Le plus souvent, l'excitation est en série avec l'induit. C'est donc un moteur à courant continu alimenté directement par une tension sinusoïdale, d'où le nom de *moteur direct*. On verra plus loin les dispositions constructives particulières requises pour un tel moteur, développé par Behn-Eschenburg vers 1905.

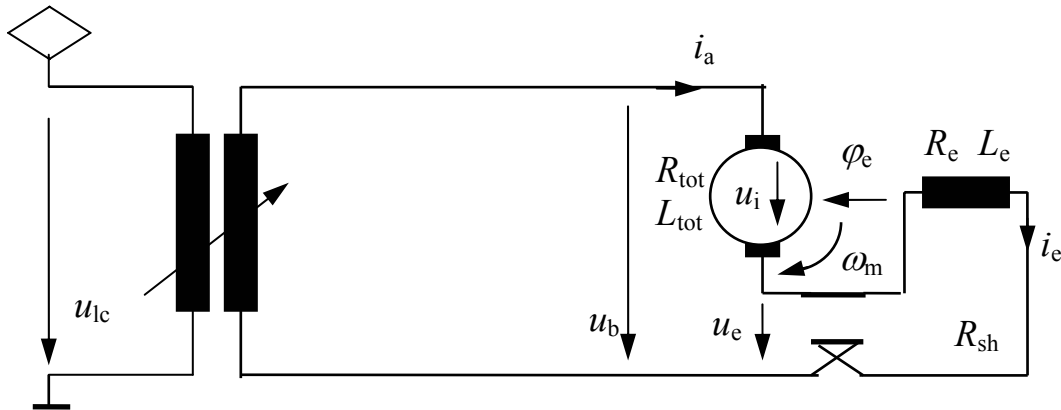


Fig. 4.42 Moteur série en traction.

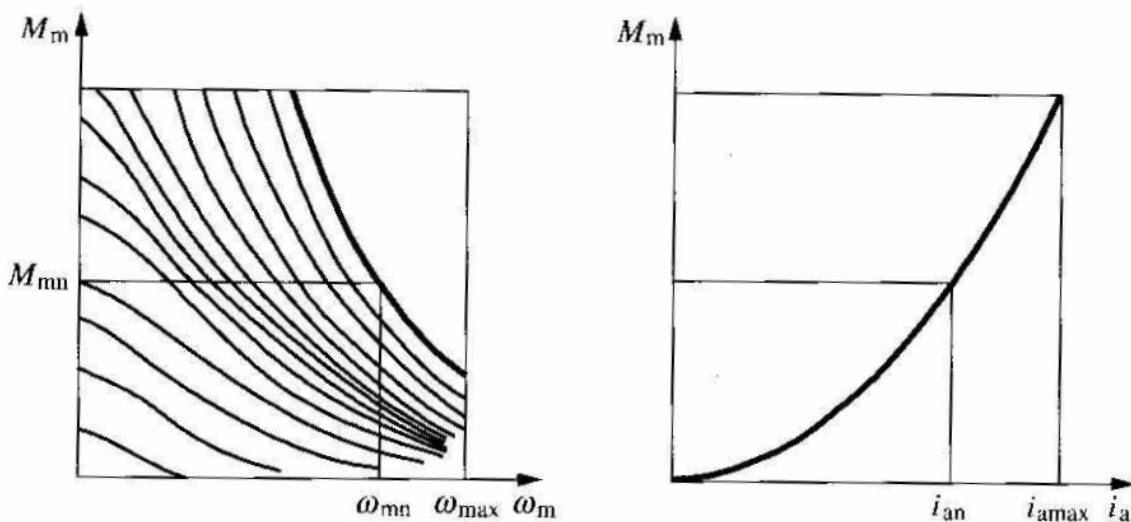


Fig. 4.44 Moteur direct en traction: caractéristiques en fonction du courant et de la vitesse.

A la section 4.1, on n'a pas mentionné l'enroulement de commutation qui permet de compenser la tension de commutation u_k qui apparaît entre deux lames successives du collecteur (voir Traité d'Electricité, vol. X, § 8.6.4), cet enroulement permet d'accélérer l'annulation du courant dans l'enroulement rotorique abandonné par les balais sur le collecteur. Il est vrai que cet enroulement n'existait pas au début des développements.

$$u_k = L_\sigma \frac{di_a}{dt} \tag{4.19}$$

Dans les moteurs série monophasés apparaît encore la tension de transformation u_{tm} .

$$u_{tm} = 4,44 \phi_e f_{lc} N \tag{4.18}$$

Pour compenser ces deux tensions, on place un shunt ohmique R_c en parallèle sur l'enroulement de commutation. En outre, pour compenser partiellement la chute de tension inductive dans le moteur, on installe encore un enroulement de compensation L_{comp} .

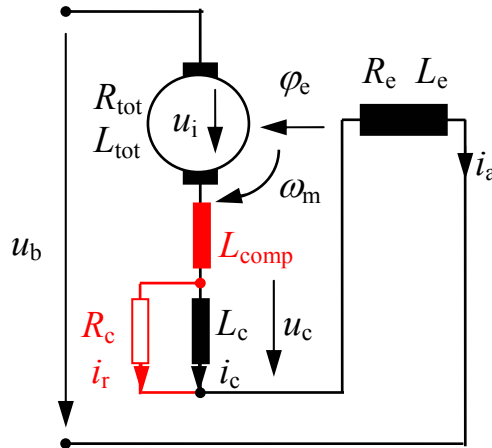


Fig. 4.37 Enroulements dans un moteur monophasé.

On peut représenter vectoriellement la tension u_c aux bornes de l'enroulement de commutation ainsi que les tensions u_k et u_{tm} pour mettre en évidence l'effet du shunt ohmique.

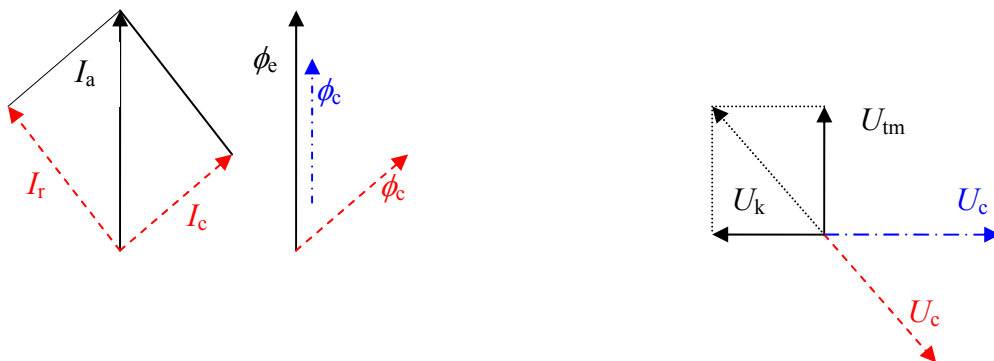


Fig. 4.38 et 4.39 Commutation dans un moteur monophasé sans et avec shunt ohmique.

Il est évident que sans shunt ohmique, seule une des composantes – u_k – de la tension au collecteur est compensée. Comme la dérivée du courant dans l'enroulement rotorique dépend de la vitesse, la compensation n'est vraiment bonne qu'à la vitesse pour laquelle le shunt est calculé, sinon, il subsiste une tension résiduelle u_f .



Fig. 4.40 Commutation dans un moteur monophasé à vitesse faible ou nominale.

On restera succinct pour le freinage en ne présentant que deux exemples assez représentatifs: un seul schéma en rhéostatique et un seul en récupération. On peut fournir l'énergie d'excitation par un groupe convertisseur embarqué (BLS : Ae 4/4).

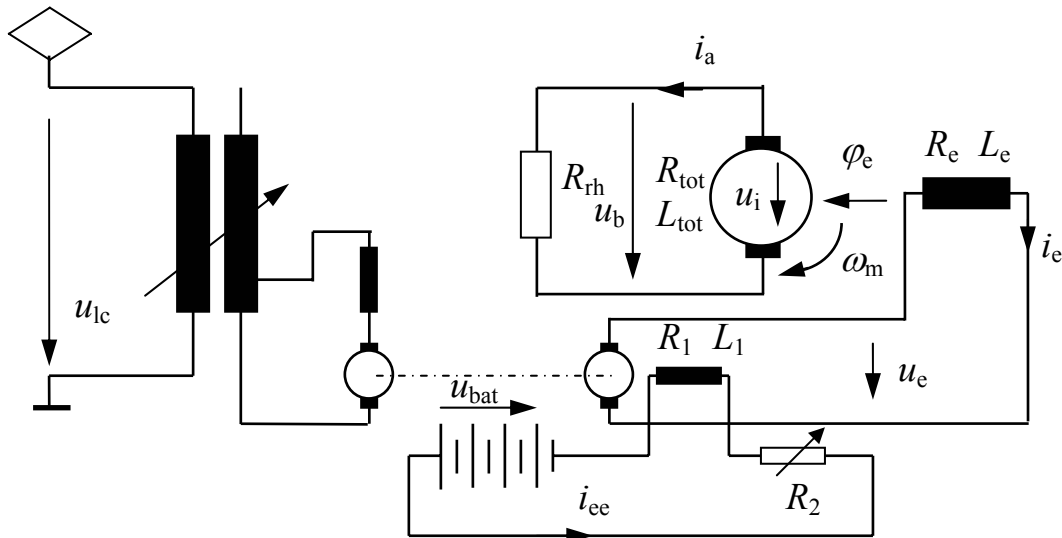


Fig. 4.46 & 4.48 Frein rhéostatique à excitation continue : schéma à groupe générateur.

Le courant d'excitation i_{ee} de l'excitatrice est faible, la résistance R_2 peut être construite à variation continue plutôt qu'à gradins.

Un des moteurs de traction peut être utilisé comme génératrice pour alimenter les autres (DB:150). Le schéma est le même, mais la « machine d'excitation » est entraînée par l'essieu.

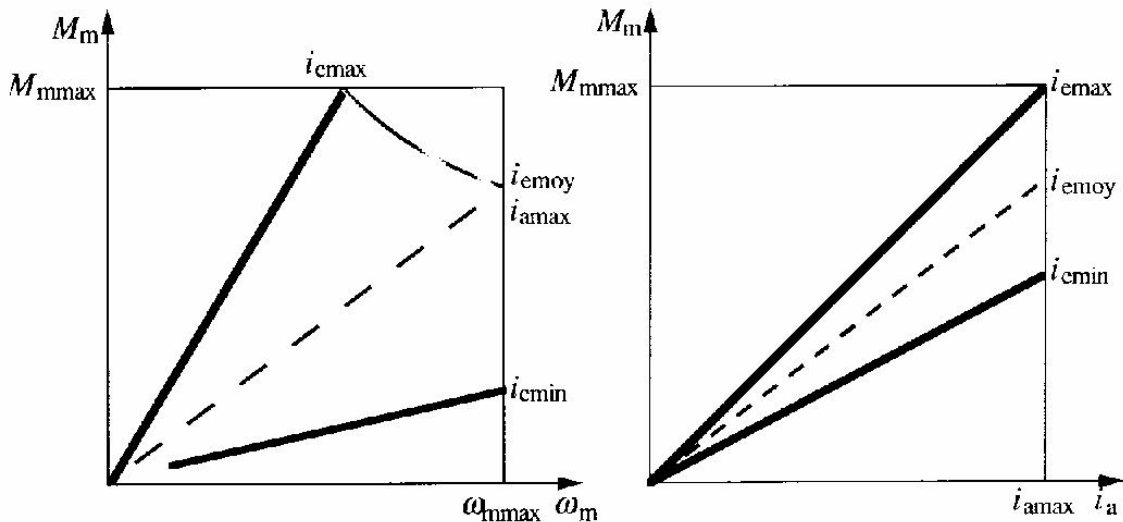


Fig. 4.50 Frein rhéostatique à excitation continue : caractéristiques.

Plutôt que de dissiper l'énergie dans un rhéostat, on peut la réinjecter dans le réseau. L'aboutissement du principe Behn-Eschenburg est le montage à excitation par un des moteurs de traction (CFF : Re 4/4 II).

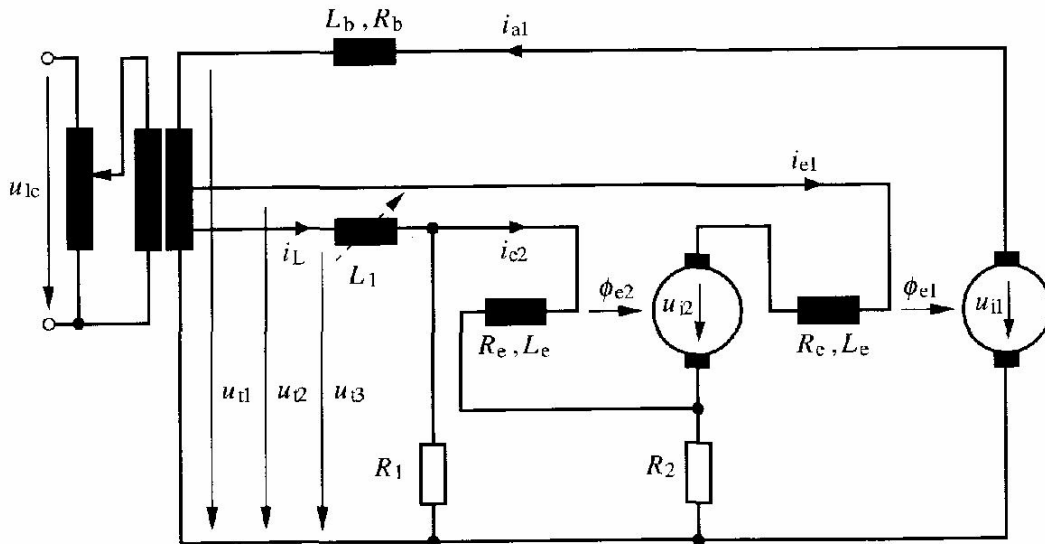


Fig. 4.59 Frein à récupération à excitation séparée: schéma à moteur d'excitation.

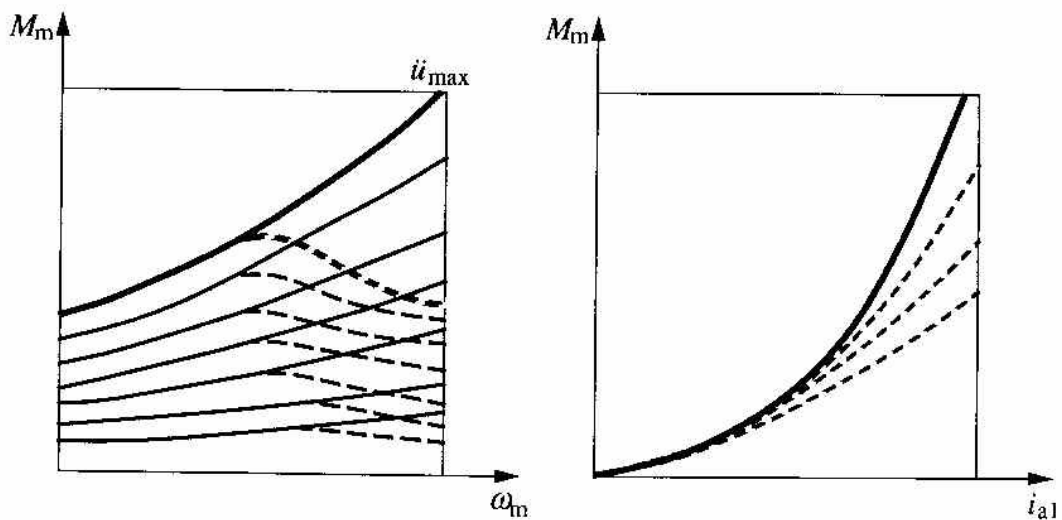


Fig. 4.61 Frein à récupération à moteur d'excitation: caractéristiques.

Le facteur de puissance de ce couplage est assez médiocre.

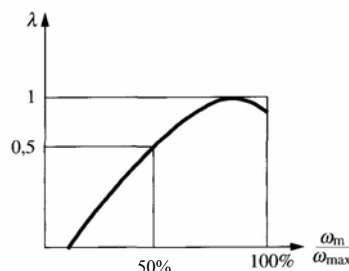


Fig. 4.62 Facteur de puissance pour freinage à moteur d'excitation.

Les deux dernières séries conçues de locomotives à moteurs directs ont été livrées dès 1972 (CFF: Re 6/6) et 1974 (DB : 155). Les dernières fabrications datent du milieu des années '80 (CFF : Re 4/4 II et DB : 155).