

4.4 Moteur à collecteur et redresseur

Le moteur à collecteur peut être alimenté depuis une ligne de contact monophasée à travers un redresseur, push-pull puis en pont à diodes. Le moteur peut dans ce cas être de construction semblable à celle d'un moteur commandé par hacheur, sans les sophistications propres au moteur direct. Dans les premières applications, le redresseur est fixe et la tension est réglée par transformateur à gradin (BLS: Re 4/4, SNCF: BB 16500). En freinage, le redresseur règle le courant d'excitation – à une tension beaucoup plus faible qu'en traction – et l'induit du moteur débite sur un rhéostat fixe (CFR: 060-EA).

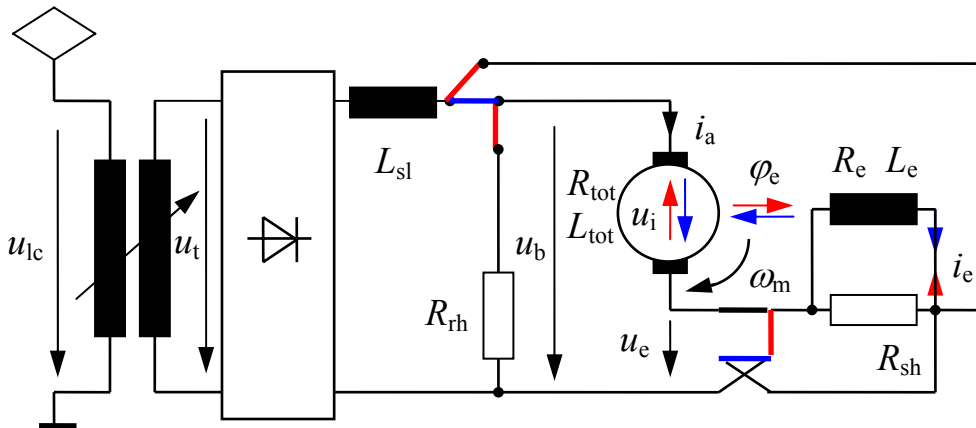


Fig. 4.112 Moteur à collecteur à tension redressée en traction.

Fig. 4.119 Moteur à collecteur alimenté via redresseur: freinage rhéostatique à excitation séparée.

Le courant dans le transformateur est en phase avec la tension, mais de forme approximativement rectangulaire si l'inductance du moteur est élevée. La déformation des caractéristiques à basse vitesse ne s'observe pas ici comme sur le moteur direct.

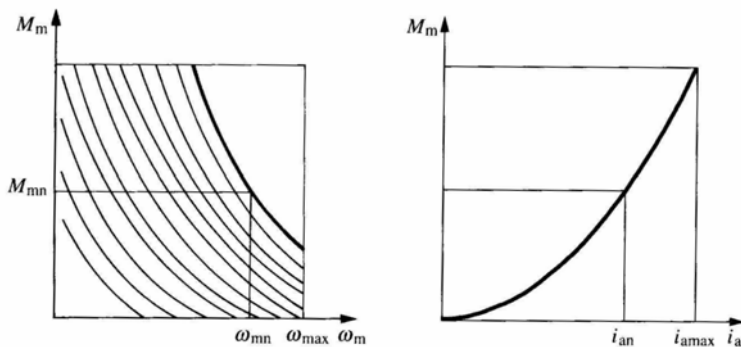


Fig. 4.118 Moteur redressé en traction: caractéristiques en fonction du courant et de la vitesse.

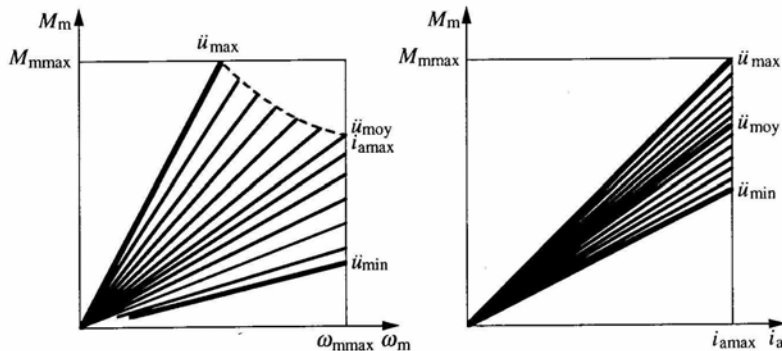


Fig. 4.121 Moteur redressé en freinage rhéostatique: caractéristiques en fonction du courant et de la vitesse.

Le développement des semi-conducteurs a permis de réaliser des redresseurs commandés, la tension de sortie étant déterminée par l'angle d'ouverture des thyristors. On peut ainsi avoir un ajustage du point de fonctionnement sans discontinuité. Le pont peut être complet (CFF Ee 3/3 16502) ou mixte (SNCF CC 21000). Le rapport du transformateur est alors fixe. En freinage, le redresseur règle le courant d'excitation (RAG : EA1000).

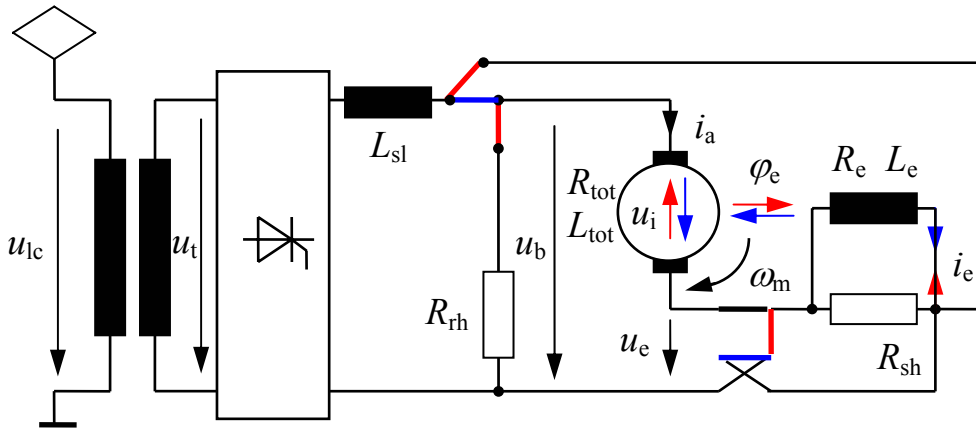


Fig. 4.122 Moteur à collecteur à tension redressée en traction.

Fig. 4.133 Moteur à collecteur alimenté via redresseur: freinage rhéostatique à excitation séparée.

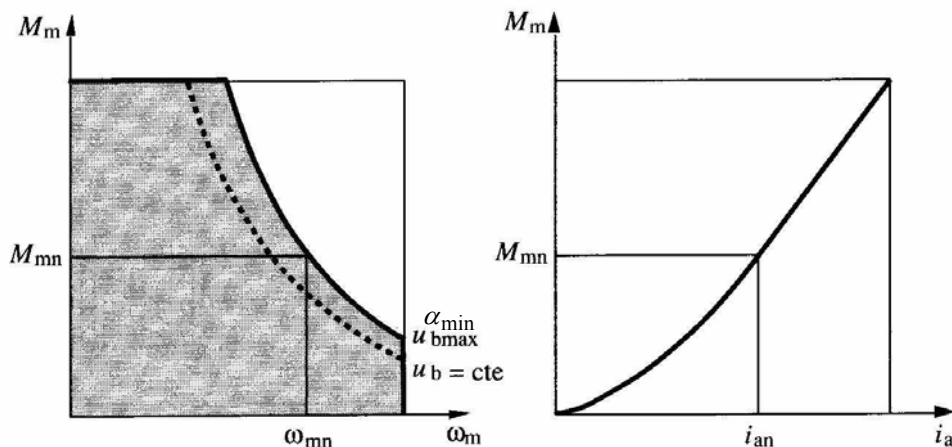


Fig. 4.129 Moteur redressé en traction: caractéristiques en fonction du courant et de la vitesse.

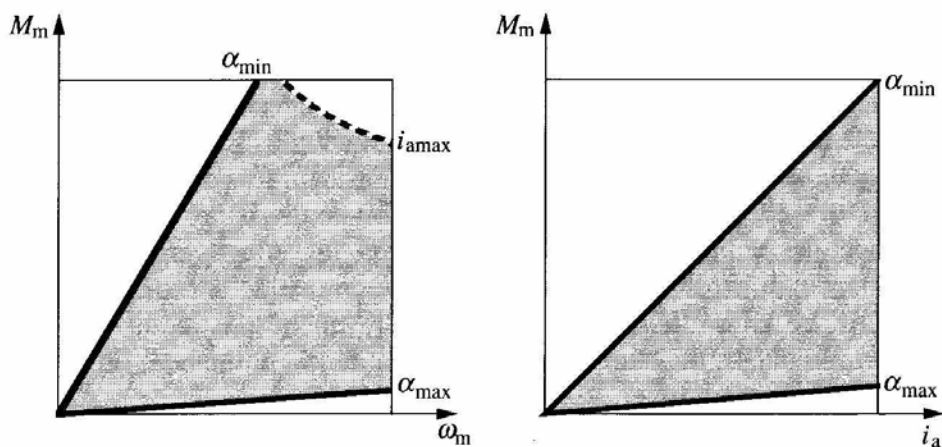


Fig. 4.136 Moteur redressé en freinage rhéostatique: caractéristiques en fonction du courant et de la vitesse.

On a représenté les montages simples de redresseurs, tels qu'ils ont été appliqués dans les réalisations pionnières. On verra plus loin des réalisations à thyristors plus complexes destinées à limiter la composante réactive et les harmoniques à la ligne de contact.

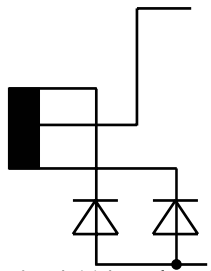


Fig. 4.114 Push-pull.

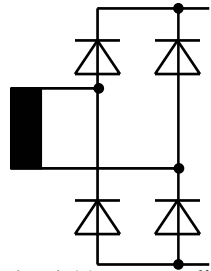


Fig. 4.115 Pont à diodes.

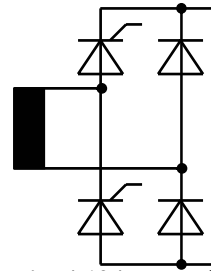


Fig. 4.124 Pont mixte.

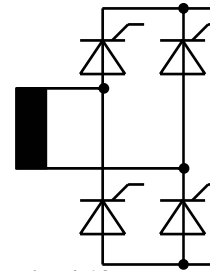


Fig. 4.125 Pont complet.

Avec un pont complet, on peut avoir un frein à récupération (CFF : Ee 3/3 II).

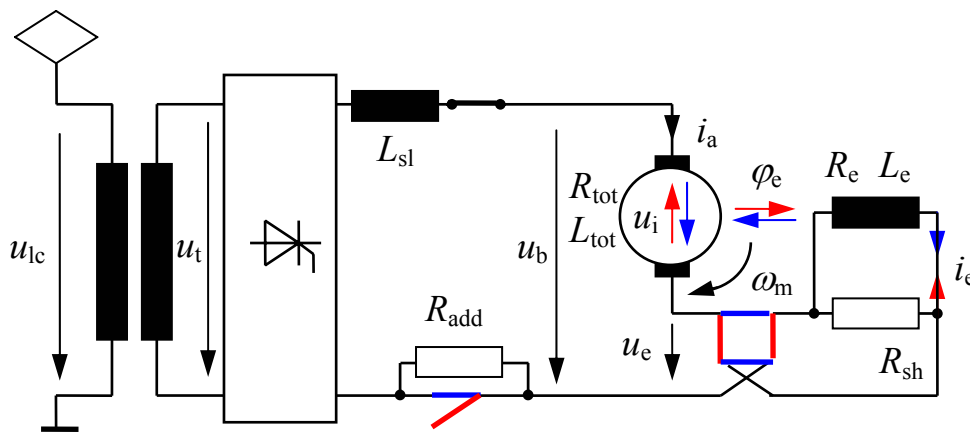


Fig. 4.122 Moteur à collecteur à tension redressée en traction.

Fig. 4.130 Moteur à collecteur alimenté via redresseur: freinage récupération à excitation série.

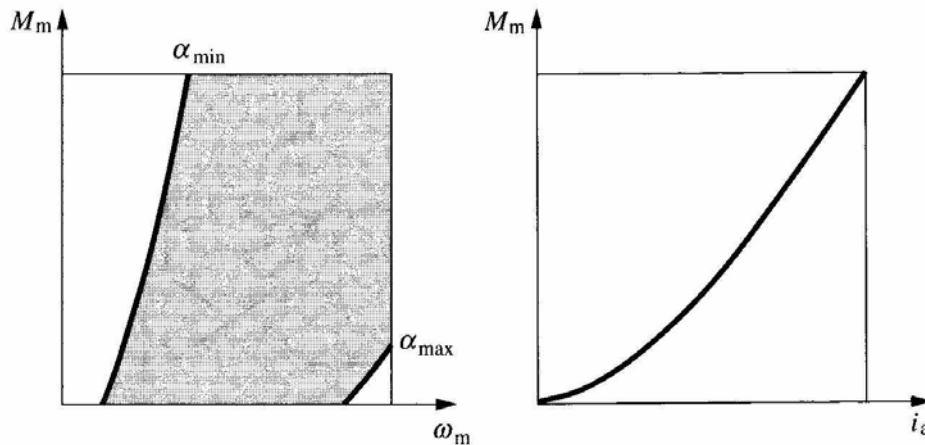


Fig. 4.132 Moteur redressé en freinage à récupération: caractéristiques en fonction du courant et de la vitesse.

Pour limiter les effets sur le réseau d'alimentation, on a adopté des ponts à deux niveaux (Fig. 4.139), à 3 niveaux (Fig. 4.139A) ou à 4 niveaux (Fig. 4.140). Dans ces solutions, le réglage par l'angle d'allumage n'a lieu que sur un niveau (pont I), les autres étant soit bloqués soit à pleine ouverture. Comme pour les moteurs alimentés par tension continue, on peut avoir recours à l'affaiblissement du champ pour étendre leur plage de fonctionnement (Fig. 4.142). Une solution a recours à des thyristors auxiliaires T_{sh} qui sont enclenchés pendant la phase de conduction de la branche correspondante du pont principal.

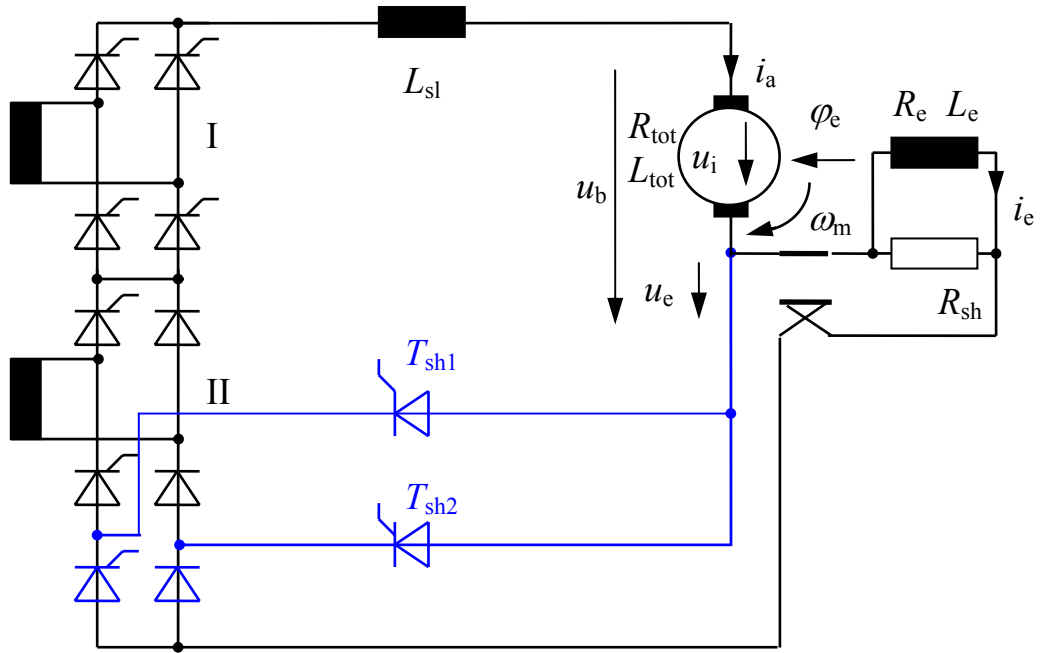


Fig. 4.139 Pont à deux niveaux.

Fig. 4.142 Pont à deux niveaux avec affaiblissement du champ (SNCF : BB 15000).

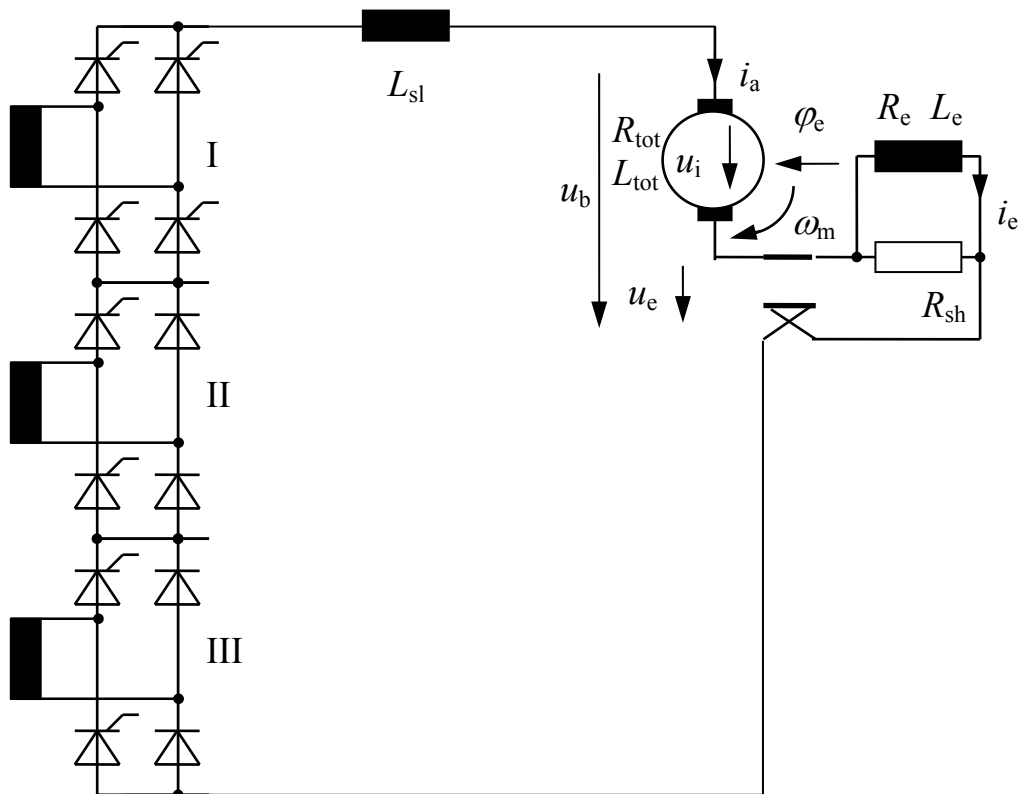


Fig. 4.139 A Pont à trois niveaux (SJ : Rc 1).

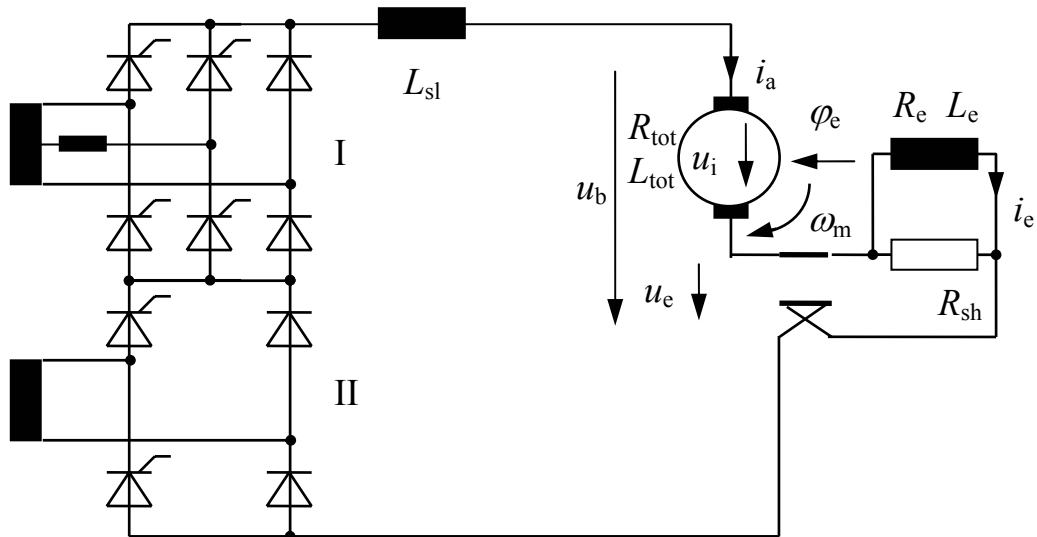


Fig. 4.140 Pont à 4 niveaux en montage économique (ÖBB : 1044).

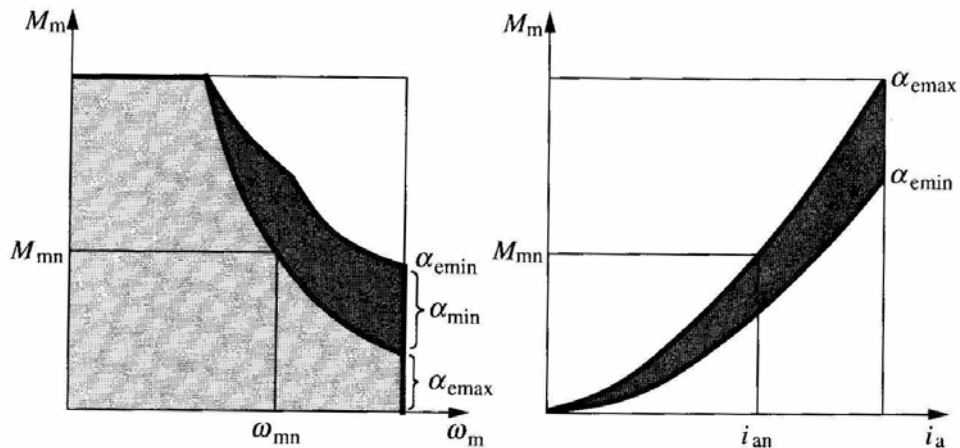


Fig. 4.143 Caractéristiques en traction avec affaiblissement du champ.

Tant en traction qu'en freinage on peut adopter l'excitation séparée par un autre secondaire du transformateur et un autre redresseur. On peut commander le redresseur d'excitation (II) pour que le courant i_e qui produit le champ suive le courant d'induit jusqu'à pleine ouverture du pont principal (I), dans ce cas on parle de moteur à image série (RhB : Be 4/4). La caractéristique de couple est aussi donnée ci-dessus (Fig. 4.143). On peut aussi commander un courant d'excitation constant d'induit jusqu'à pleine ouverture du pont principal (SJ : X1). Dans les deux cas, on obtient l'affaiblissement de champ par augmentation de l'angle d'ouverture du pont II. En freinage, le pont principal I est piloté en onduleur et le pont II règle le courant d'excitation de manière à garantir une tension induite suffisante même à basse vitesse.

On peut aussi avoir deux enroulements d'excitation : un en série et l'autre alimenté par pont séparé. On parle ici d'excitation composite (CFF : RBDe 4/4). A champ minimum, seul l'enroulement série est parcouru par le courant d'induit, le pont II est bloqué.

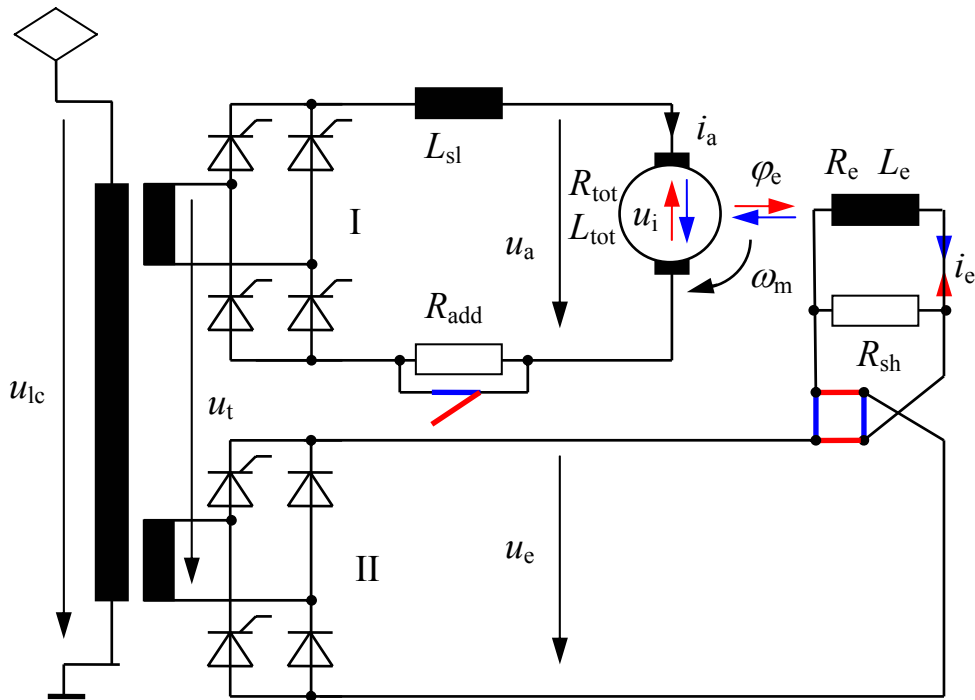


Fig. 4.145 Moteur redressé à excitation séparée: en traction et en freinage à récupération.

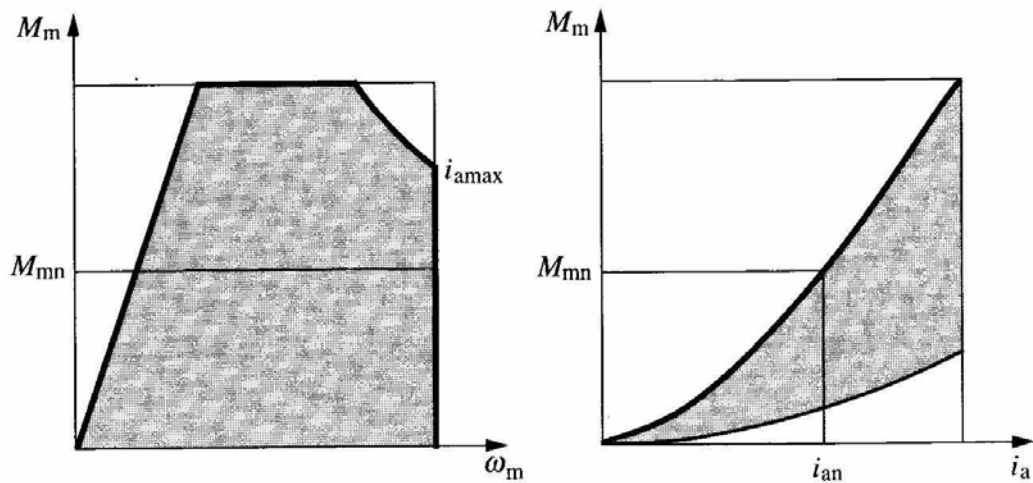


Fig. 4.147 Moteur redressé en freinage à récupération, excitation séparée: caractéristiques en fonction du courant et de la vitesse.

Le redresseur, tout comme le hacheur (sect.4.3) doit être dimensionné pour la puissance maximale des moteurs qu'il alimente, et non pour leur puissance nominale.