

### 4.4 Kollektormotor: Steuerung mit Gleichrichter

Der Kollektormotor kann aus einer Wechselstrom-Fahrleitung durch einen Gleichrichter gespeist werden. Der Gleichrichter war mit einfacher Mittelpunktschaltung, und dann mit Dioden-Brückenschaltung. In diesem Fall ist der Motorbau gleich wie jene eines Motors der durch Gleichstromsteller gespeist wird, einfacher als jene des Direktmotors. Die Klemmenspannung ist durch einen Stufentransformator gesteuert (BLS: Re 4/4, SNCF: BB 16500). In Bremsbetrieb ist der Erregerstrom aus dem Gleichrichter gesteuert. Der Ankerstrom fließt in einem festen Widerstand. (CFR: 060-EA).

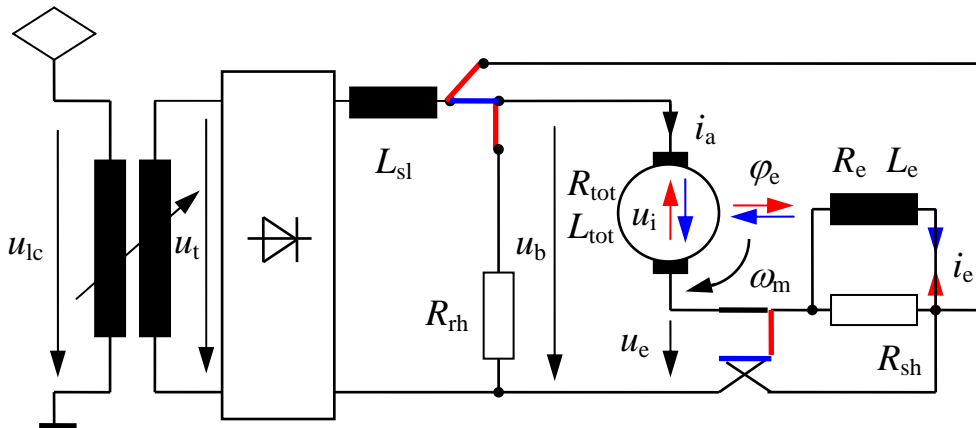


Fig. 4.112 Gleichstrommotor und Gleichrichter: Fahren.

Fig. 4.119 Gleichstrommotor und Gleichrichter: Widerstandsbremse mit Fremderregung.

Der Strom im Transformator in Phase mit der Spannung. Seine ist ungefähr rechteckig wenn die Motorinduktivität hoch ist. Die Kennlinien bei niedriger Geschwindigkeit sind nicht geneigt.

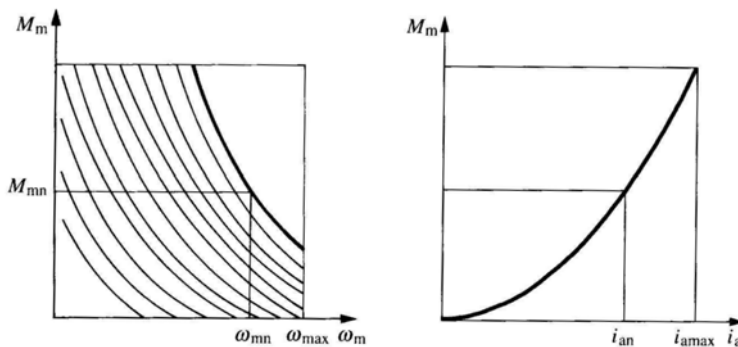


Fig. 4.118 Gleichstrommotor und Gleichrichter: Fahren-Kennlinien.

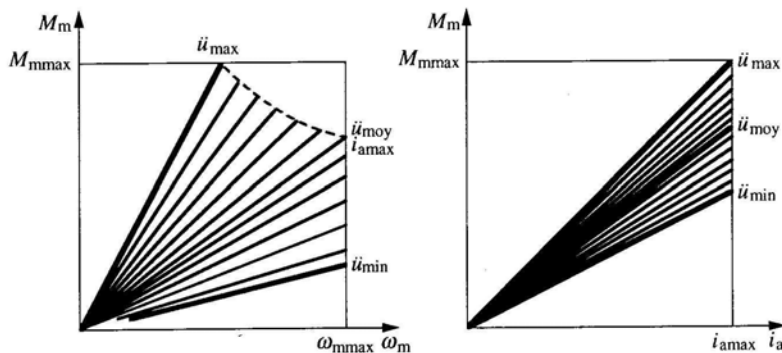


Fig. 4.121 Gleichstrommotor und Gleichrichter: Widerstandsbremse mit Fremderregung: Kennlinien.

Mit der Entwicklung der Halbleiter kann man steuerbaren Gleichrichter bauen, deren Ausgangsspannung ist durch den Stromverzögerungswinkel. So kann der Arbeitspunkt ohne Stufe gesteuert werden. Der Gleichrichter kann eine vollgesteuerte Brücke (CFF: Ee 3/3 16502) oder halbgesteuerte Brücke (SNCF CC 21000) sein. Der Transformatorübersetzung bleibt fest. In Bremsbetrieb steuert der Gleichrichter den Erregerstrom (RAG: EA1000).

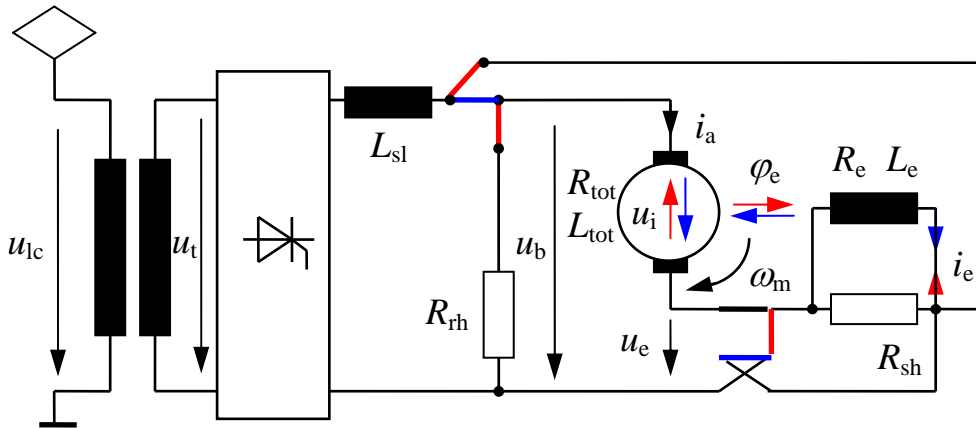


Fig. 4.122 Gleichstrommotor und gesteuerter Gleichrichter: Fahren.

Fig. 4.133 Gleichstrommotor und gesteuerter Gleichrichter: Widerstandsbremse mit Fremderregung.

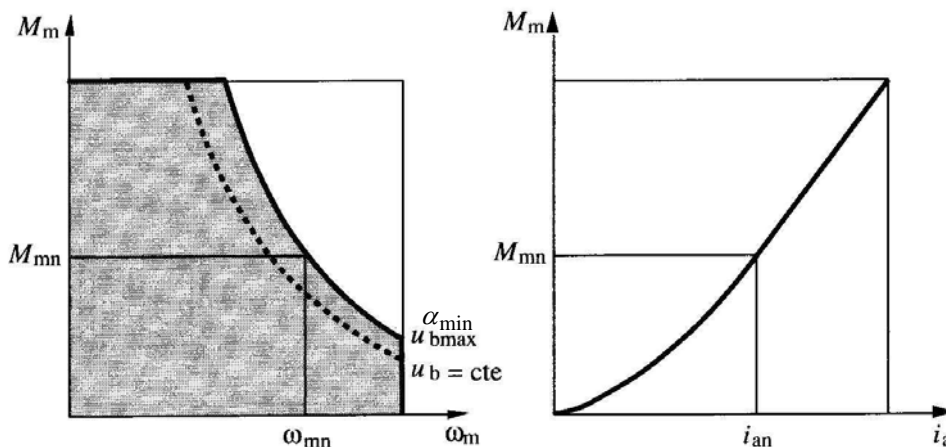


Fig. 4.129 Gleichstrommotor und gesteuerter Gleichrichter: Fahren-Kennlinien.

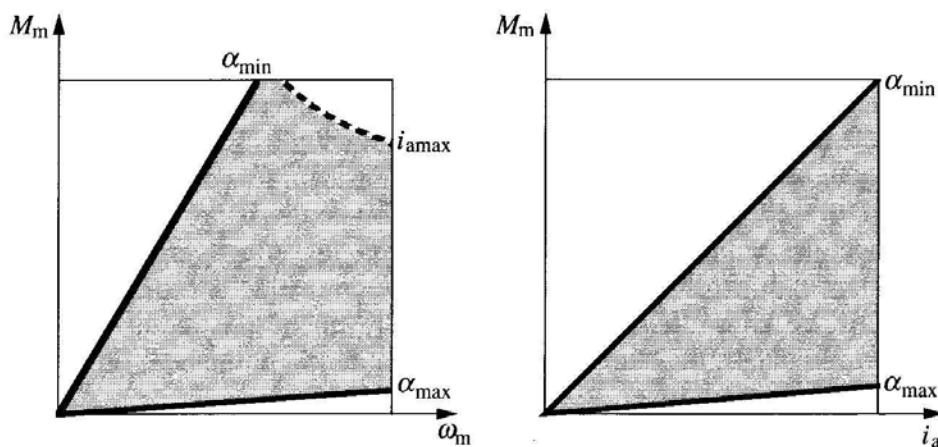


Fig. 4.136 Gleichstrommotor und gesteuerter Gleichrichter: Widerstandsbremse mit Fremderregung: Kennlinien.

Da unten sind Pionierschaltungen der Gleichrichter vorgestellt. Weiter werden komplizierten Thyristorschaltungen studieren, die Blindleistung und die Oberschwingungen in der Fahrleitung verringern werden.

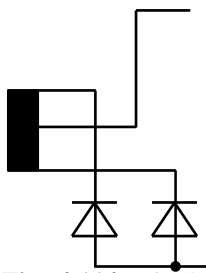


Fig. 4.114 Mittelpunkt.

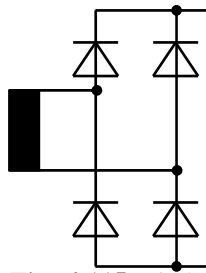


Fig. 4.115 Diodenbrücke.

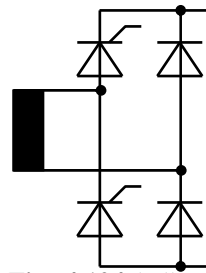


Fig. 4.124 halbe Brücke.

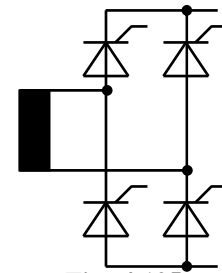


Fig. 4.125 vollgesteuerte Brücke.

Mit einer vollgesteuerter Brücke kann man Nutzbremse benützen. (CFF: Ee 3/3 II).

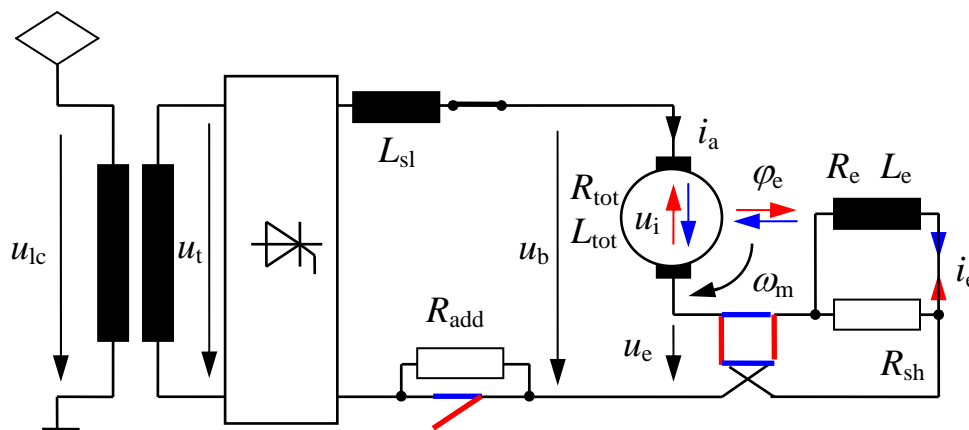


Fig. 4.122 Gleichstrommotor und gesteuerter Gleichrichter: Fahren

Fig. 4.130 Gleichstrommotor und gesteuerter Gleichrichter: Nutzbremse mit Serie-Erregung.

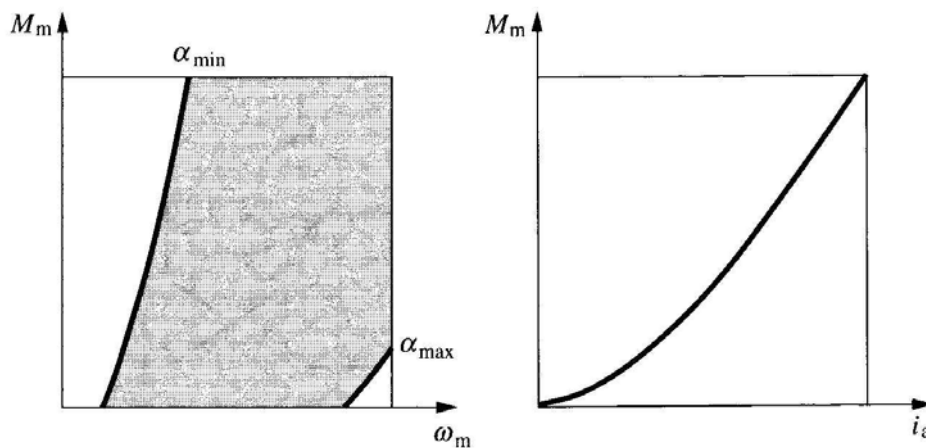


Fig. 4.132 Gleichstrommotor und gesteuerter Gleichrichter: Nutzbremse: Kennlinien.

Um die Wirkungen auf dem Netz zu begrenzen wählt man die Folgeschaltung mit zwei Brücken (Fig. 4.139), mit 3 Brücken (Fig. 4.139A) oder 4 Brücken (Fig. 4.140). Die Steuerung mit Stromverzögerungswinkel läuft nur auf einer Brücke (I), die anderen sind entweder voll stromführend oder gesperrt. Die Feldschwächung ist auch unter Wechselspannung benützt, um die Betriebsebene zu vergrößern (Fig. 4.142). Die Lösung

genützt Nebenthyristoren  $T_{sh}$  die während stromführende Phase des Hauptgleichrichter eingeschaltet werden.

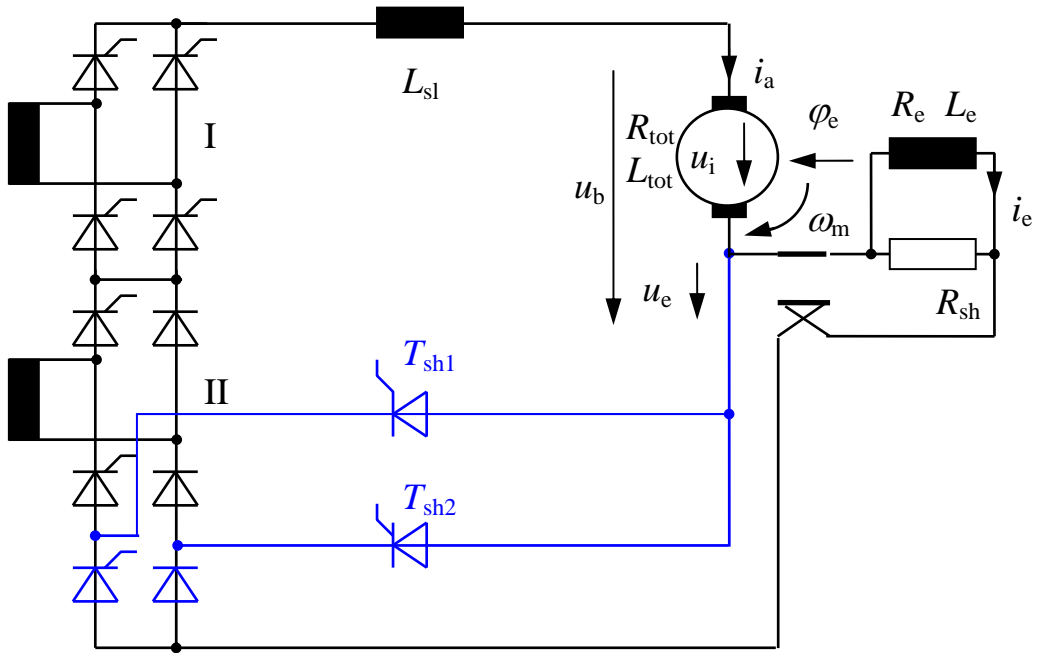


Fig. 4.139 Folgeschaltung mit zwei Brücken.

Fig. 4.142 Folgeschaltung mit zwei Brücken mit Feldschwächung (SNCF : BB 15000).

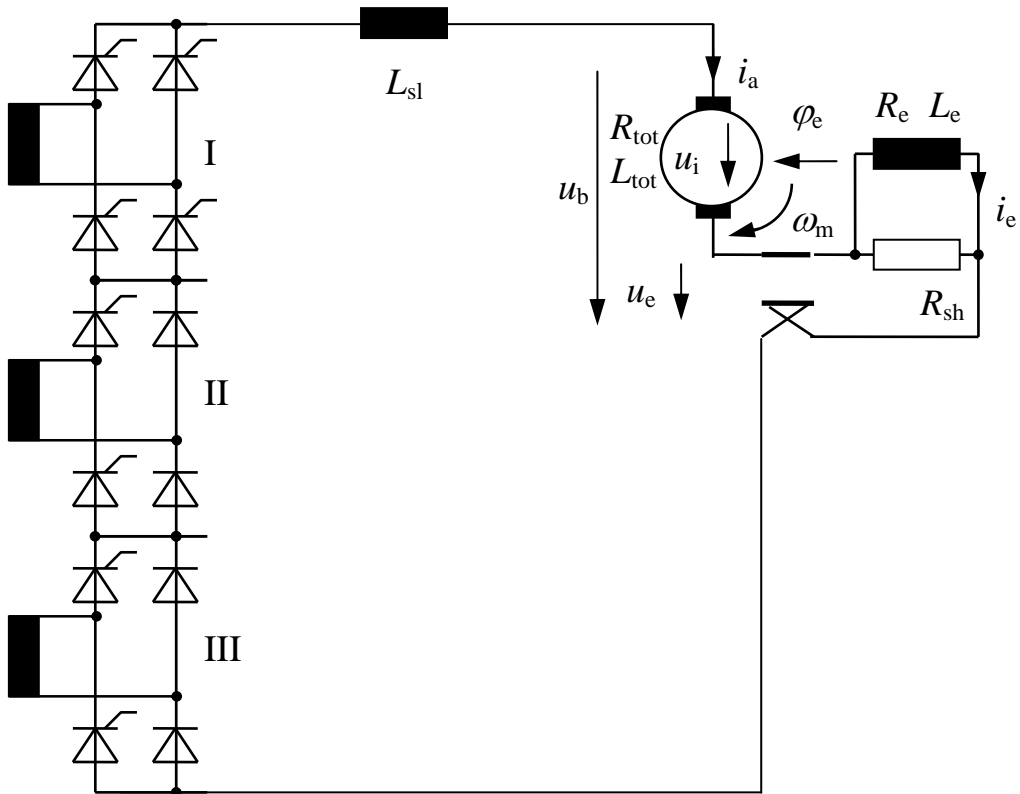


Fig. 4.139 A Folgeschaltung mit drei Brücken. (SJ : Rc 1).

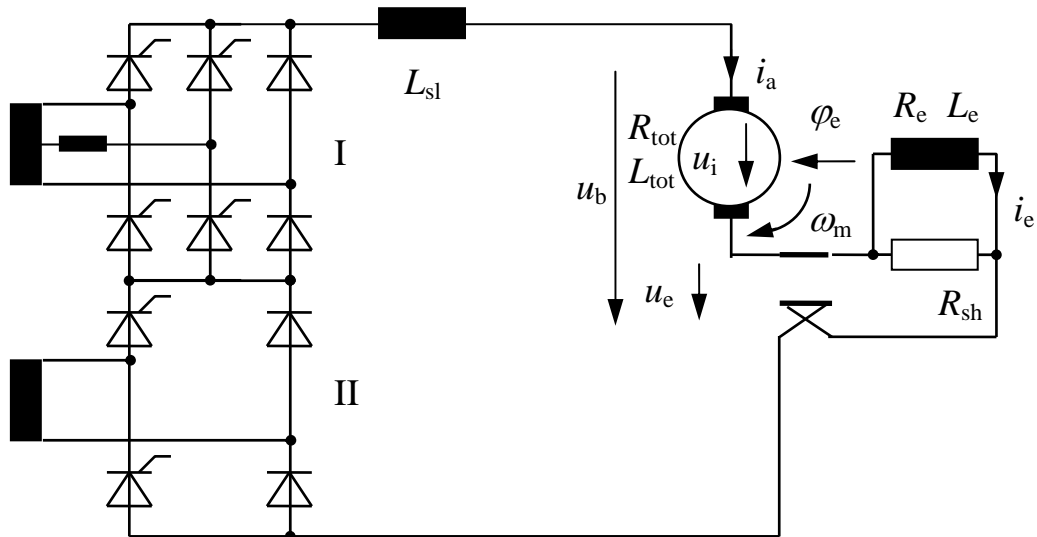


Fig. 4.140 Vierstufige Sparschaltung der Brücken (ÖBB : 1044).

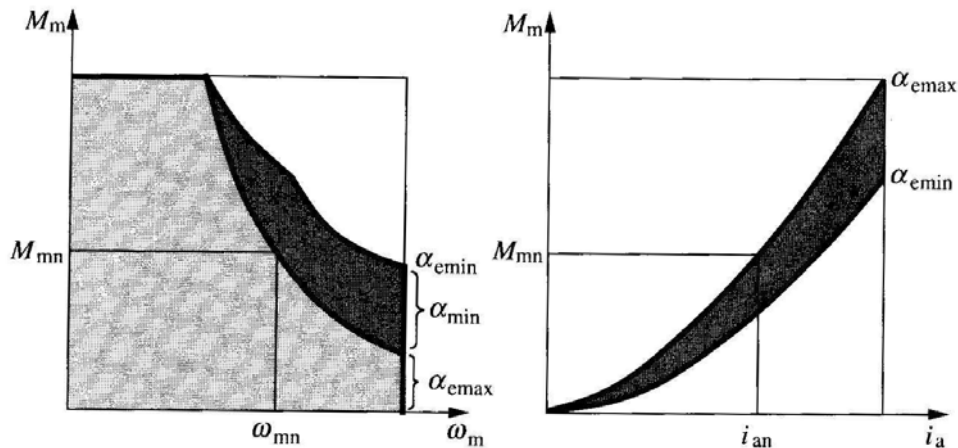


Fig. 4.143 Kennlinien in Fahren, mit Feldschwächung.

So in Fahren als in Bremsen kann man Fremderregung benutzen, mit einem anderen Transformatorsekundär und einem weiteren Gleichrichter (Fig. 4.145). Der Erregergleichrichter (II) kann so gesteuert werden, dass der Erregerstrom  $i_e$  den Ankerstrom  $i_a$  bis voll Öffnung des Hauptgleichrichter (I) folgt. Man heisst diese Schaltung fremderregter Motor mit Reihenschlusscharakteristik (RhB: Be 4/4). Die Kennlinie findet man auf Bild 4.143. Der Erregerstrom kann auch konstant bis voll Öffnung des Hauptgleichrichter gesteuert (SJ: X1). Die Kennlinie findet man auf Bild 4.143A. In beiden Fälle wird die Feldschwächung durch die Vergrößerung des Stromverzögerungswinkels in Brücke II erreicht. In Bremsbetrieb ist die Brücke I als Wechselrichter gesteuert und die Brücke II steuert den Erregerstrom um genug Induktionsspannung auch bei niedriger Geschwindigkeit zu erhalten.

Ein Motor kann auch mit zwei Erregerspule gebaut werden: eine Serie-Erregung und eine Fremderregung. Man spricht von einer gemischter Erregung (CFF: RBDe 4/4). Bei minimalem Feld ist nur die Serie-Spule mit Strom durchgeflossen, die Brücke II ist gesperrt (Fig. 4.148).

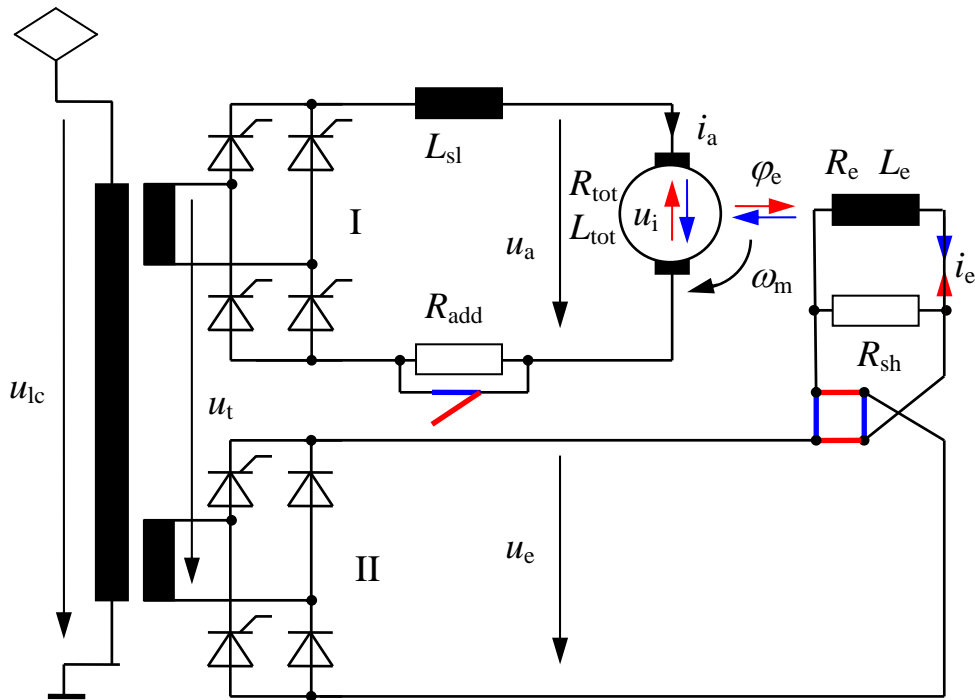


Fig. 4.145 Gleichstrommotor und Fremderregung: in **Fahren** und in **Nutzbremse**.

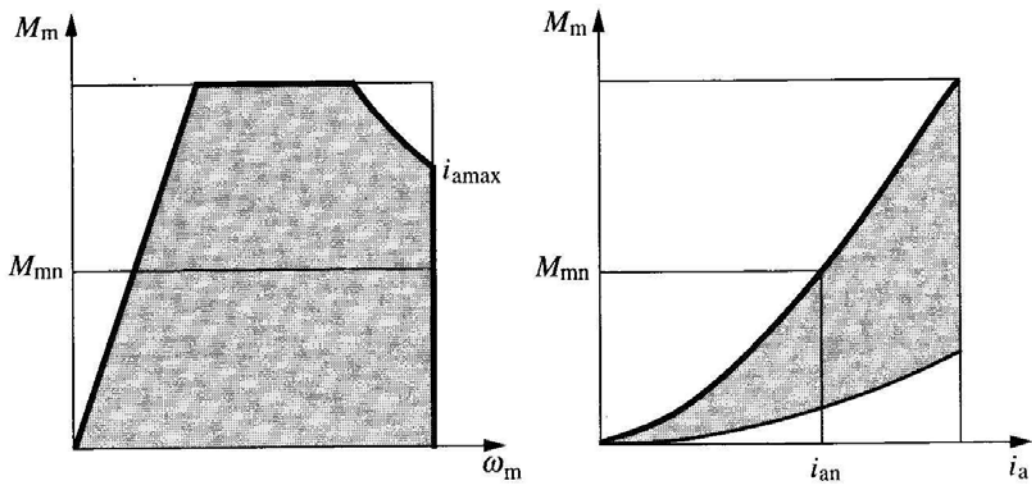


Fig. 4.147 Gleichstrommotor und gesteuerter Gleichrichter Nutzbremse mit Fremderregung.

Der Gleichrichter, wie der Gleichstromsteller auf der Sektion 4.3, soll für die maximale Leistung berechnet werden.