

4.2 Direktmotor

Der Kollektormotor war typisch der elektrischen Zugförderung bis am Ende des 20. Jahrhunderts. Der Motor ist aus der Einphasen-Fahrleitung gespeist. Der Betriebspunkt ist mit einem Stufentransformator gesteuert, der die Klemmenspannung erzeugt. Am häufigsten wird die Erregerwicklung in Serie mit dem Anker geschaltet, das ist ein Reihenschlussmotor. Der Motor ist direkt mit einer Sinus-Spannung gespeist: so *Direktmotor* benannt. Man wird ferner die speziellen Baumassnahmen, durch Behn-Eschenburg um 1905 entwickelt worden, beschreiben.

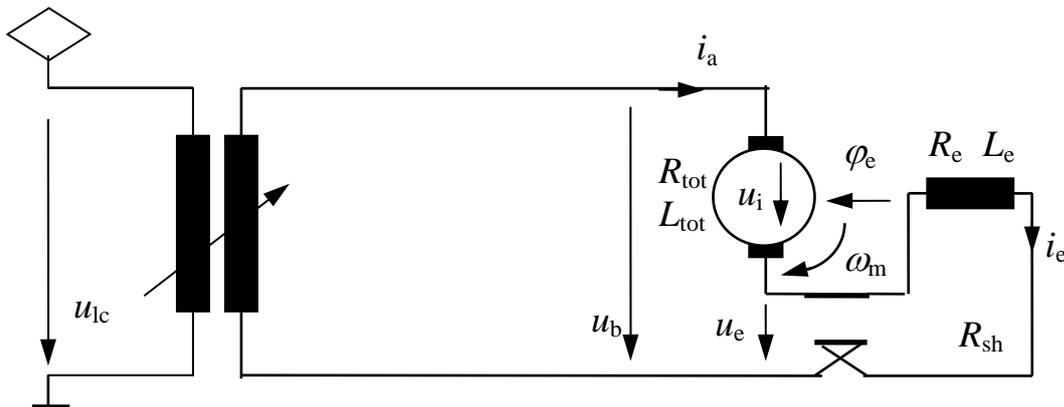


Fig. 4.42 Reihenschlussmotor in Fahren.

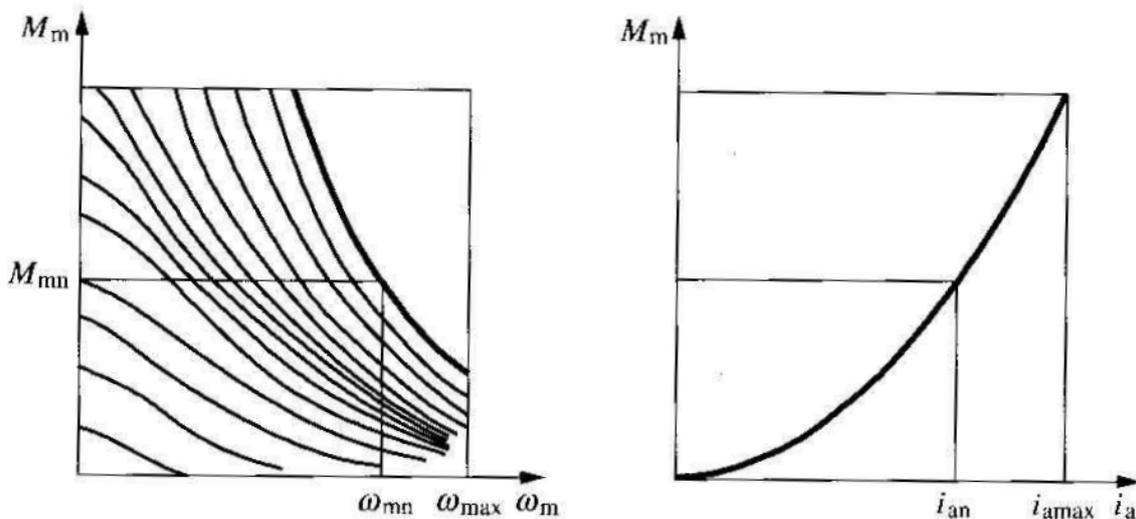


Fig. 4.44 Direktmotor : Kennlinien in Fahren.

Auf der Sektion 4.1 hat man nicht die Wendepolwicklung benannt, die die Kommutationsspannung u_k zwischen Kollektorlamellen kompensiert. (Traité d'Electricité, vol. X, § 8.6.4), diese Wicklung hilft den Strom in der verlassenen Spule des Rotor schneller zu Null zu gehen. Am Anfang der Motorentwicklung existierte diese Wicklung nicht.

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

In Einphasen-Reihenschlussmotor findet man noch Transformationsspannung u_{tm} .

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

Um diesen beiden Spannungen zu kompensieren schaltet man ein ohmscher Shunt R_c in Parallel mit der Wendepolwicklung. Dazu hat man eine Kompensationswicklung L_{comp} , um den induktiven Spannungsabfall teilweise zu verringern.

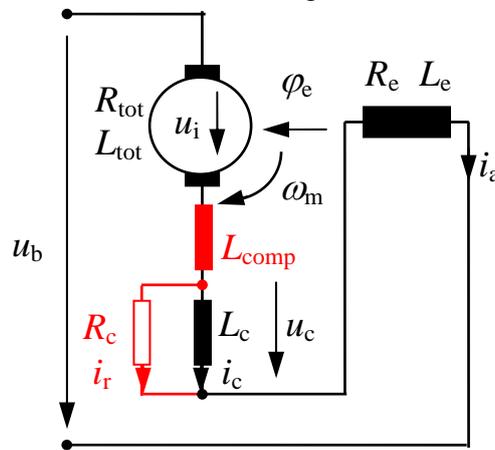


Fig. 4.37 Wicklungen in einem Einphasen-Reihenschlussmotor.

Ein Vektordiagramm schaut den Einfluss des Shunts mit den Spannungen u_c an der Wendepolwicklung, u_k und u_{tm} .

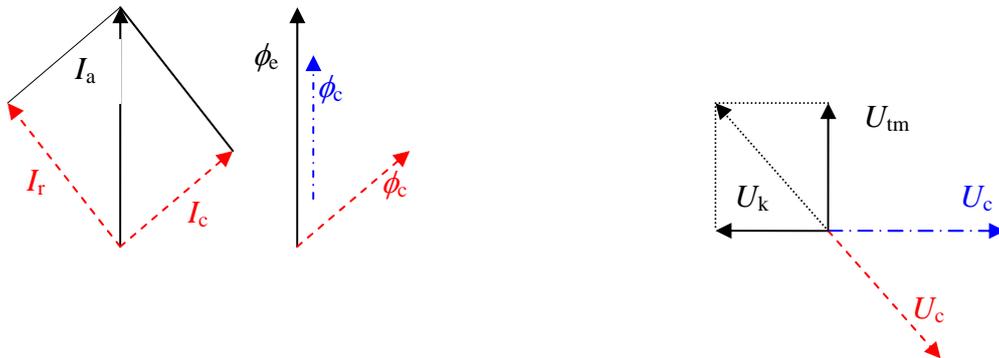


Fig. 4.38 et 4.39 Kommutation in einem Einphasen-Reihenschlussmotor ohne und mit Shunt.

Nur eine Komponente – u_k – ist in Abwesenheit des Shunts kompensiert. Wenn die Ableitungsfunktion des Rotorstromes aus der Geschwindigkeit abhängig ist, ist die Kompensation gut nur für die Geschwindigkeit wofür den Shunt berechnet wurde. Sonst bleibt eine *Funkspannung* u_f übrig.



Fig. 4.40 Kommutation in einem Einphasen-Reihenschlussmotor für kleine und Nenngeschwindigkeit.

Für Bremsbetrieb werden nur einigen Schaltungen vorgestellt: eine für Widerstandsbremse und eine für Nutzbremse. Man kann die Erregerleistung durch einen rotierenden Umformergruppe erzeugen (BLS: Ae 4/4).

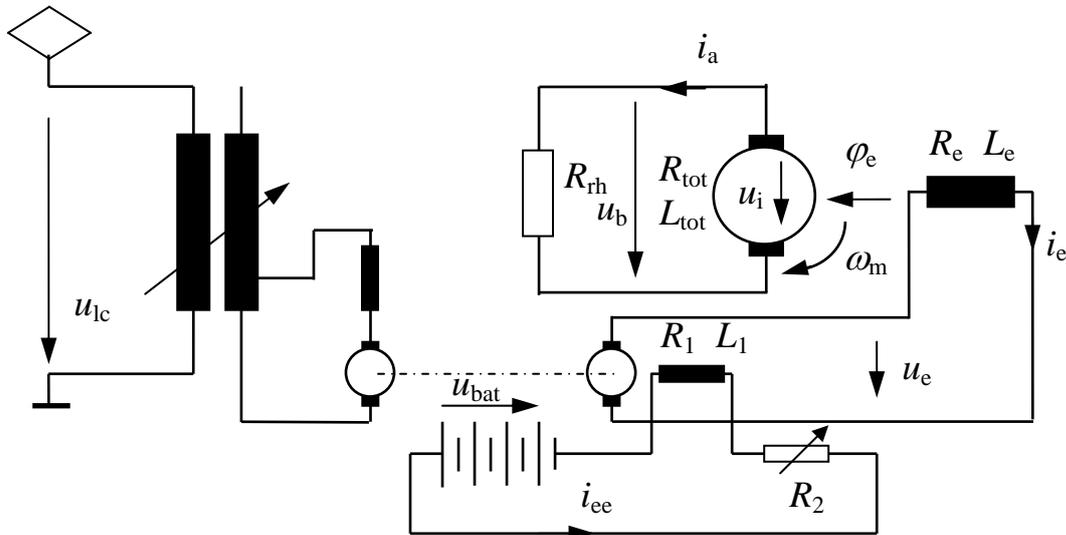


Fig. 4.46 & 4.48 Widerstandsbremse mit Gleichstromerregung: Schaltung mit Generatorgruppe.

Der Erregerstrom i_{ee} für die Erregermaschine ist niedrig, man kann eine stufenlose Widerstand R_2 einbauen.

Man kann auch ein aus der Motoren als Erregermaschine benützen (DB:150). Die Schaltung ist gleich, aber die Erregermaschine ist durch der Achse angetrieben.

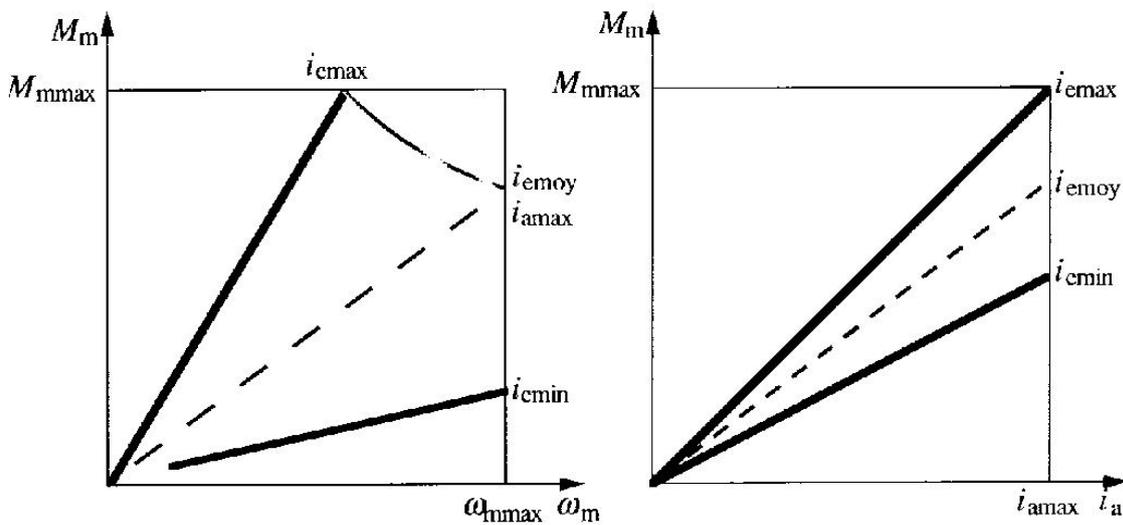


Fig. 4.50 Widerstandsbremse mit Gleichstromerregung: Kennlinien mit Generatorgruppe

Anstatt die Bremsenergie ein einer Widerstand zu vernichten kann man sie im Netz injizieren. Die jüngste Variante des Behn-Eschenburg-Prinzip ist die Schaltung mit Erregermotor (CFF: Re 4/4 II).

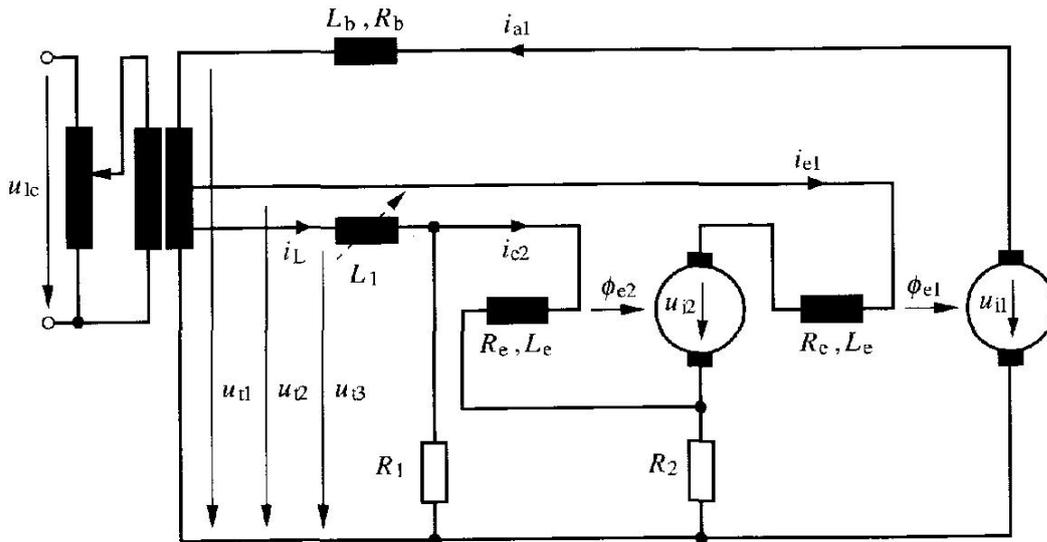


Fig. 4.59 Nutzbremse mit Fremderregung: Schaltung mit Erregermotor.

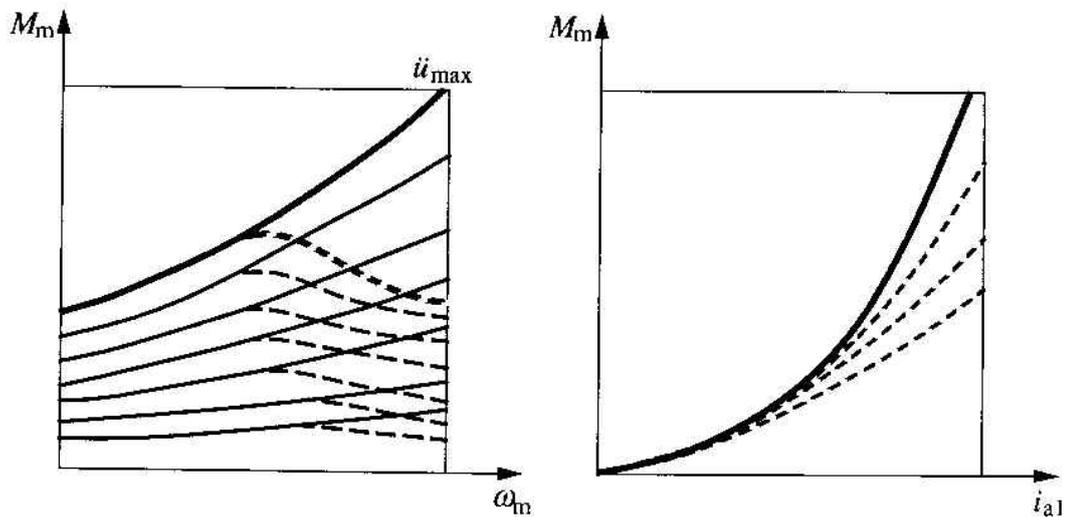


Fig. 4.61 Nutzbremse mit Fremderregung: Kennlinien mit Erregermotor.

Der Leistungsfaktor ist ziemlich arm.

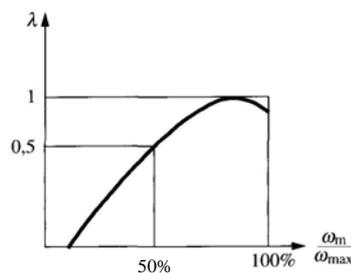


Fig. 4.62 Nutzbremse mit Fremderregung: Leistungsfaktor mit Erregermotor.

Die beiden letztentwickelten Serien mit Direktmotoren wurden ab 1972 (CFF: Re 6/6) und 1974 (DB: 155) geliefert. Die letzten gebauten Triebfahrzeugen wurden in Jahren '80 (CFF: Re 4/4 II und DB: 155) erzeugt.