

Vorbereitungsaufgaben Gleichstrommaschine

1. Aufgabe: (Kennlinien)

- a) Zeichnen sie das elektrische Ersatzschaltbild einer fremderregten Gleichstrommaschine und kennzeichnen sie Motor- sowie Generatorbetrieb.
- b) Stellen sie die Maschinengleichung für den Ankerkreis auf und leiten sie mit Hilfe der Maschinengleichung die Drehzahl-Drehmoment Gleichung her.
- c) Welche Möglichkeiten der Drehzahlverstellung gibt es ?
Zeichnen sie zu jedem Fall ein M-n Diagramm .

Zu a):

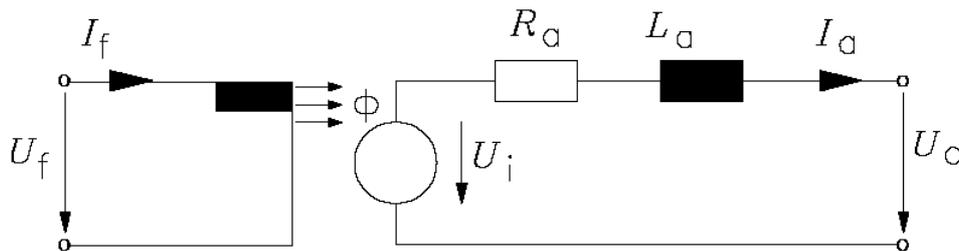


Abb. 3.14: Gleichstrommaschine als Generator

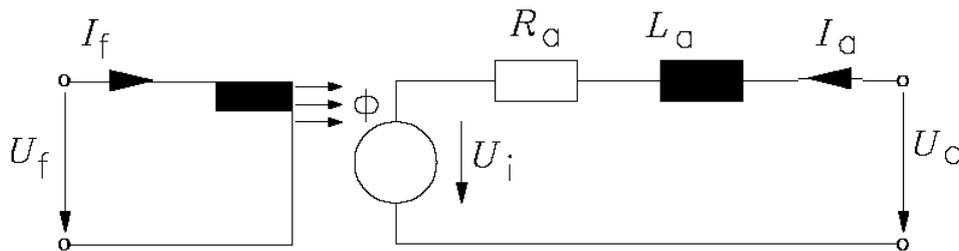


Abb. 3.14: Gleichstrommaschine als Motor

Zu b):

$$U_A = U_{R_A} = U_{L_A} + U_i$$

$$\Rightarrow U_A = i_A(t) \cdot R + L \frac{di_A(t)}{dt} + u_i(t)$$

Annahme: stationärer Betrieb: $\Rightarrow L \frac{di_A(t)}{dt} = 0$ [Strom ist konstant]
nur elektrisches Moment M_e relevant.

$$\Rightarrow U_A = I_A \cdot R + U_i$$

$$\Rightarrow U_A = I_A \cdot R + c \phi \Omega_m$$

$$\Rightarrow U_A = \frac{M_e}{c \phi} \cdot R + c \phi \Omega_m$$

Mit $U_i = c \phi \Omega_m$
und $U_A = \frac{M_e}{c \phi}$ folgt:

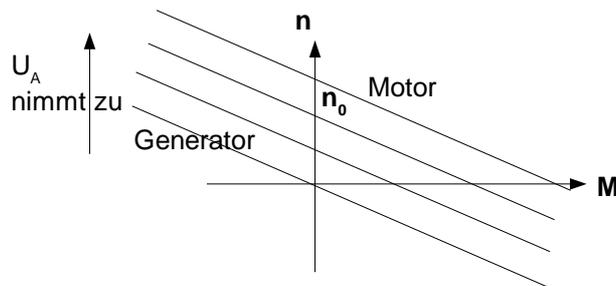
$$\Rightarrow \frac{U_A - \frac{M_e}{c \phi} \cdot R}{c \phi} = \Omega_m \quad [\Omega_m = 2\pi n]$$

$$\Rightarrow \frac{U_A}{c \phi} - \frac{M_e \cdot R_A}{(c \phi)^2} = 2\pi n$$

Zu c): Es gibt 3 Möglichkeiten der Drehzahlverstellung:

- i) U_A verändern
- ii) Vorwiderstände schalten
- iii) Φ verändern

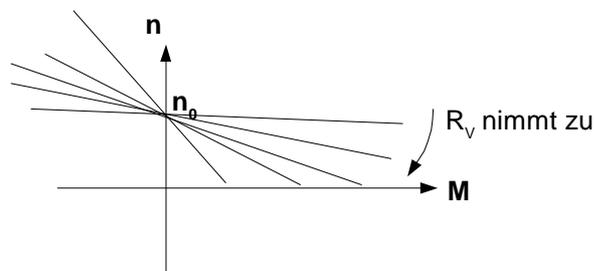
zu i) Eine höhere Ankerspannung bewirkt eine Verschiebung nach oben. [Drehzahlsteigerung] bei unveränderter Steigung der M-n-Linie.



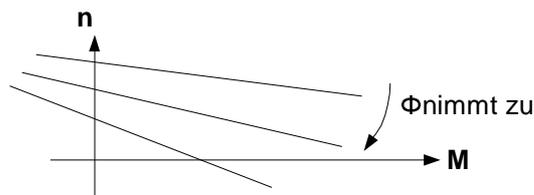
$$n_0 = \frac{\Omega_{m,0}}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{U_A}{c\phi} - \left(\frac{R_A}{(c\phi)^2} \cdot M \right)$$

Bei Leerlauf ($M = 0$) ist der Inhalt der Klammer = 0, n_0 hängt also nur noch von U_A ab.

zu ii) Statt R_A beträgt der Widerstand dann $R = (R_A + R_V)$
Nachteil: sehr hohe Verluste, ruckartiges Umschalten (z.B. bei alten S-Bahnen)



zu iii) Bei Verringerung von Φ erhöht sich die Leerlaufdrehzahl, der Betrag der Steigung nimmt ab. → **Niemals ohne Erregung betreiben!**



2. Aufgabe: (Maschinenkonstanten)

- a) Wie lassen sich die Maschinenkonstante $c \Phi$ und die Tachokonstante k_t ermitteln?
b) In welchem Betriebszustand befindet sich die Maschine bei dieser Messung?
c) Geben Sie die Einheiten von $c \Phi$ und k_t an.
d) Wie groß ist der Strom der stillstehenden Maschine ohne Erregerspannung bei eingeschalteter Ankerspannung?

Zu a): Man betreibt die Gleichstrommaschine mit einem Permanentmagneten statt der Erregerwicklung.

Mit $I_A = 0$ muss gelten:

(kein Spannungsabfall an R und L), also:

$$U_A = U_i = c \cdot \Phi \cdot \Omega_m$$

$$\Rightarrow c \Phi = \frac{U_i}{\Omega_m}$$

$$\Rightarrow c \Phi = \frac{U_A}{\Omega_m}$$

$$U_i = c \Phi \Omega_m = k_t \cdot n \Rightarrow k_t = \frac{U_T}{n}$$

zu b): Die Gleichstrommaschine befindet sich in stationärem Betrieb bei Leerlauf.

zu c): $[c \Phi] = \text{Vmin}$
 $[k_t] = \text{Vs}$

zu d): Der Strom für die Schaltung ist maximal, da keine Fremderregung wirkt.

$$I_A = \frac{U_A}{R_A}$$

3. Aufgabe: (Berechnung zur Gleichstrommaschine)

Ein fremderregter Gleichstromgenerator hat folgende Nenndaten: **4 kW 230V 1450 min⁻¹**.

Der Ankerwiderstand ist **$R_A = 1 \Omega$** .

Berechnen sie

- a) den Nennstrom der Maschine
b) die Klemmenspannung bei Leerlauf und
c) die Stromwärmeverlustleistung im Ankerkreis bei Nennbetrieb.

Gegeben: $P_n = 4 \text{ kW}$

$U_n = 230 \text{ V}$

$\Omega_{m,n} = 1450 \text{ min}^{-1}$

$R_A = 1 \Omega$

Zu a): $P_n = U_n \cdot I_n$

$$\Rightarrow I_n = \frac{P_n}{U_n} = \frac{4000}{230} = \underline{\underline{17,39 \text{ A}}}$$

Zu b): $U_{A,0} = U_i - U_{R_A} = U_i - R_A \cdot I_A = 230 \text{ V} - 1 \Omega \cdot 17,39 \text{ A} = \underline{\underline{212,61 \text{ V}}}$

Zu c): $P_v = I_a^2 \cdot R_v = (17,39)^2 \cdot 1 \Omega = \underline{\underline{302 \text{ W}}}$