

**Aufgabe 1:**

**Gleichstrommaschine (30 Punkte)**

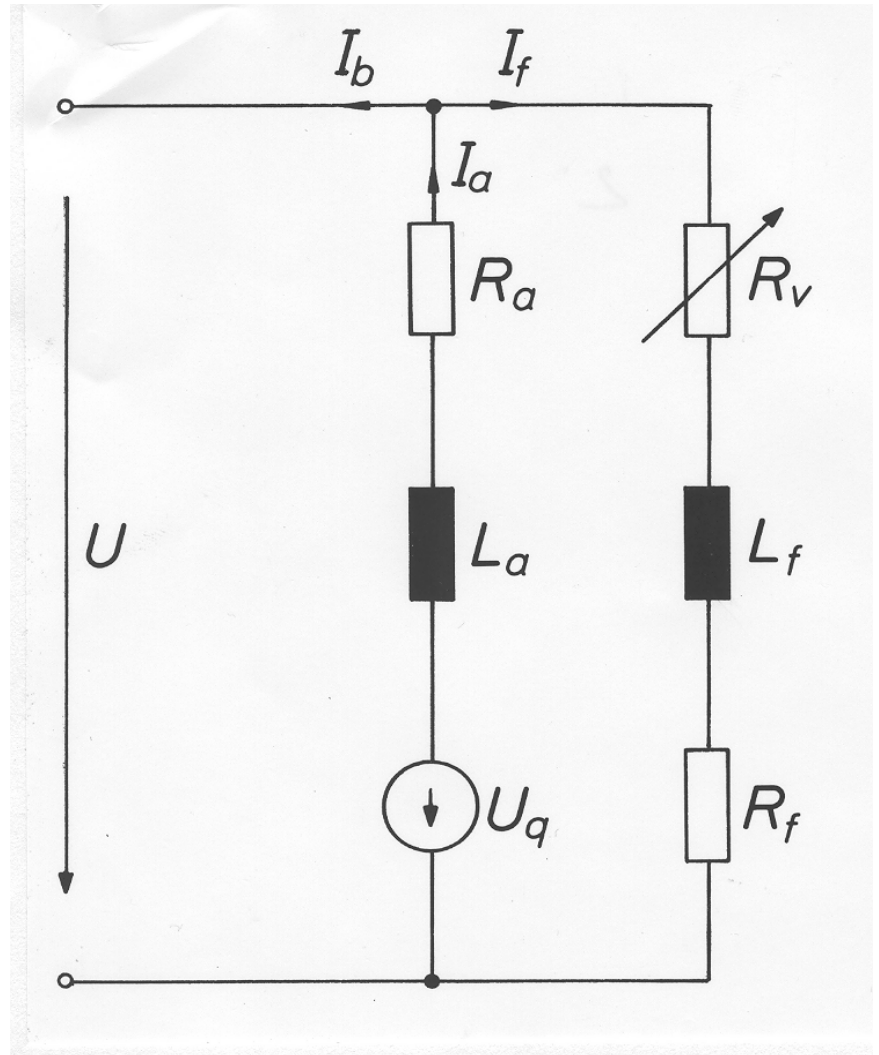
Ein selbsterregter Generator hat folgende Daten:

$$R_a = 0,2 \Omega$$

$$L_a = 1,2 \text{ mH}$$

$$R_f = 50 \Omega$$

$$L_f = 2,5 \text{ H}$$



Die Nenngleichspannung des Generators beträgt  $U_N = 400 \text{ V}$ . Zum Betrieb eines Gleichstromverbrauchers ist eine Spannung zwischen  $180 \text{ V}$  und  $240 \text{ V}$  notwendig. Für den Generator kann eine Näherung zwischen Erregerstrom und dem Produkt aus dem Fluss  $\Phi$  und der Maschinenkonstanten  $c$  nach folgender Gleichung angenommen werden:

$$c \cdot \Phi = \sqrt{50 \frac{(\text{Vs})^2}{\text{A}} \cdot I_f}$$

- a) Im betriebswarmen Zustand wird bei einer Antriebsdrehzahl von  $1000 \text{ min}^{-1}$  und einem Vorwiderstand  $R_V$  eine abgegebene Spannung von  $U = 220 \text{ V}$  (im unbelasteten Zustand) gemessen. Wie groß muss der Stellbereich von  $R_V$  sein, damit die abgegebene Spannung im Bereich  $180 \text{ V} - 240 \text{ V}$  eingestellt werden kann?
- b) Welchen Wert muss der Vorwiderstand  $R_V$  besitzen, wenn (bei ansonsten gleichen Bedingungen wie in Teil a) bei einer Antriebsdrehzahl von  $1100 \text{ min}^{-1}$  die Spannung  $U = 240 \text{ V}$  im Leerlauf abgegeben werden soll?
- c) Im betriebswarmen Zustand hatte die Erregerwicklung eine Temperatur von  $\vartheta_1 = 70^\circ\text{C}$  angenommen. Nachdem die Maschine sich auf die Umgebungstemperatur von  $20^\circ\text{C}$  abgekühlt hat, wird der Generator auf  $1000 \text{ min}^{-1}$  hochgefahren. Im unbelasteten Zustand soll eine Spannung von  $U = 240 \text{ V}$  abgegeben werden. Welchen Wert hat dabei der Vorwiderstand  $R_V$ ?

*Hinweis:*

*Die Abhängigkeit des Widerstandes der Erregerwicklung von der Temperatur bei Abkühlung lässt sich folgendermaßen beschreiben:*

*Ausgehend von dem für den betriebswarmen Zustand von  $\vartheta_1 = 70^\circ\text{C}$  angegebenen Wert  $R_f = 50 \Omega$  erniedrigt sich der Widerstand um  $0,215 \Omega/^\circ\text{K}$ . Die Widerstandsänderung im Ankerkreis kann hierbei vernachlässigt werden.*

### Musterlösung zu Aufgabe 1:

- a) [16 P] Der selbsterregte Generator bezieht den im Hochlauf nötigen Anfangs-Fluss  $\Phi$  aus der Remanenz der Erregerwicklung. Die Drehung des Ankers erzeugt eine Quellspannung, welche einen Anker- und damit auch einen Feldstrom hervorruft. Dadurch wird der Fluss bis zu einem stabilen Betriebspunkt verstärkt, an dem sich Quellspannung und ohmsche Spannungsabfälle kompensieren. Im stationären Betrieb mit konstanten Strömen  $I_a$  und  $I_f$  können die Induktivitäten der Anker- und der Feldwicklung vernachlässigt werden:

$$I_f = I_a + I_b, \text{ im Leerlauf ist } I_b = 0 \Rightarrow I_f = I_a$$

$$R_{v1} = \frac{\left(1000 \text{ min}^{-1} \cdot \frac{2\pi}{60 \text{ s/min}}\right)^2 \cdot 50 \frac{(\text{Vs})^2}{\text{A}}}{180 \text{ V}} - 50 \Omega = \frac{(104,72)^2 \cdot 50 \Omega}{180} - 50 \Omega = 2996 \Omega$$

$$R_{v2} = \frac{(104,72)^2 \cdot 50 \Omega}{240} - 50 \Omega = 2235 \Omega$$

Ein Stellbereich von  $3 \text{ k}\Omega > R_v > 2,2 \text{ k}\Omega$  ist erforderlich.

b) [4 P]  $R_v = \underline{\underline{2714 \Omega}}$

c) [10 P]  $\alpha = 0,215 \frac{\Omega}{\text{K}}$ ,  $R_v = \frac{(104,72)^2 \cdot 50 \Omega}{240} - 39,25 \Omega = \underline{\underline{2245 \Omega}}$