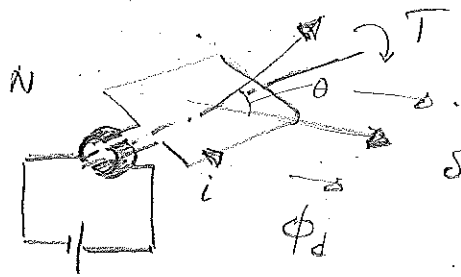


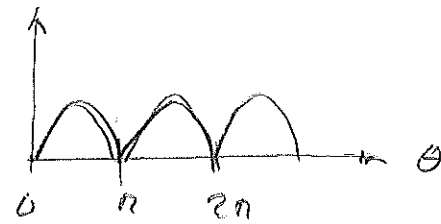
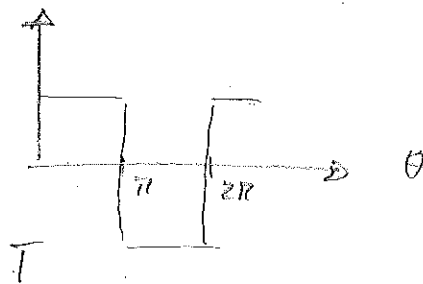
FÖ5 Likströmsmaskinen

Grundläggande princip

(1)

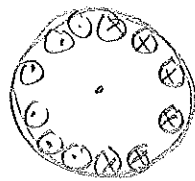


rotorström

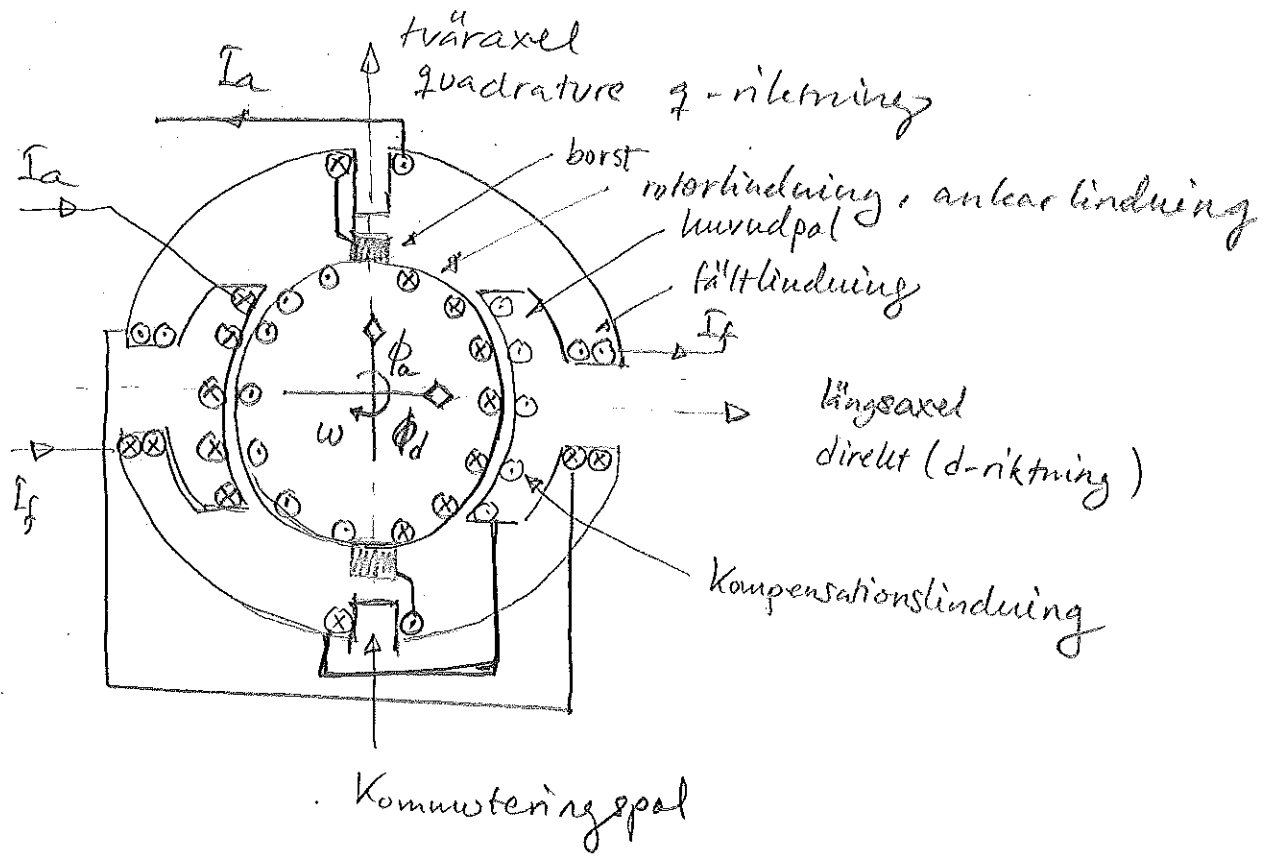


Pulserande moment

$\Rightarrow$ Lägg ut flera slingor längs rotorns periferi



Konstruktionsprincip

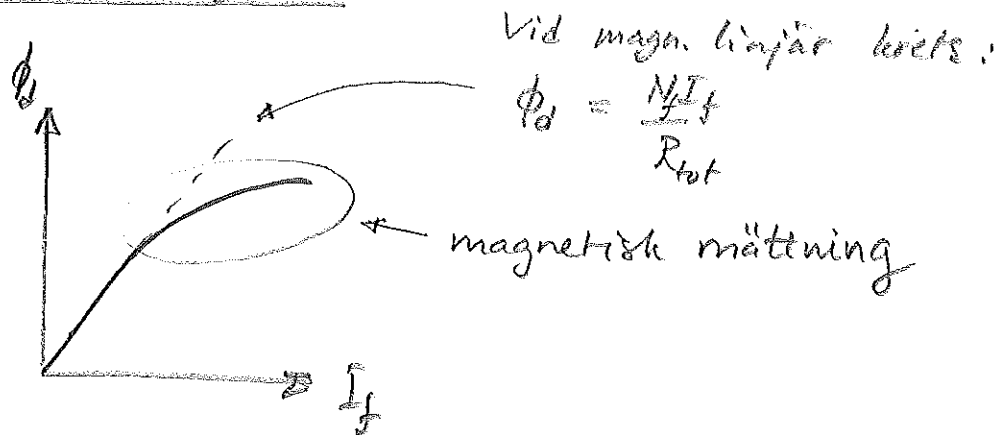


Magnetisering

(3)

Låt flödet per pol i direktaxelnätningen betecknas ϕ_d .

Magnetiseringskurva



Moment

För en likströmsmotor med ankarström I_a och fältström I_f som ger flödet ϕ_d så fås momentet:

$$T = \underbrace{-\frac{P}{2} L_{sr} i_f}_{= K_a \phi_d(I_f)} \underbrace{\sin \theta_{me}}_{= I_a} = K_a \phi_d(I_f) I_a \quad (1)$$

där K_a är en konstruktionskonstant.

Inom det magn. linjära området, dvs då $\phi_d \propto I_f$ gäller

$$K_a \phi_d(I_f) = K_f I_f \quad (2)$$

$$(1)+(2): T = K_f I_f I_a$$

Inducerad spänning i rotorn (mot emk)

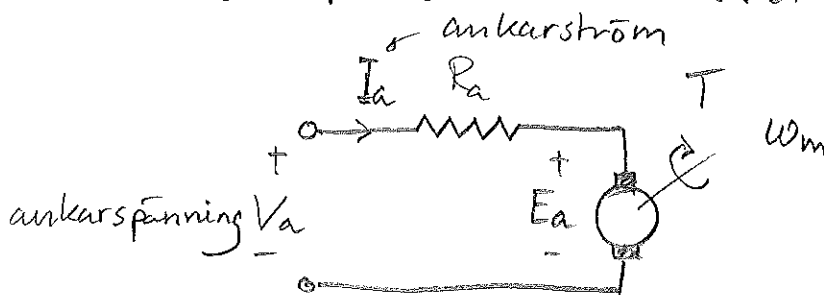
$$\begin{aligned}
 E_a &= -L_{rs} i_s \omega_{me} \sin \theta_{me} = \left/ \begin{array}{l} \omega_{me} = \frac{P}{2} \omega_m \\ L_{rs} = L_{sr} \end{array} \right/ = \\
 &= \underbrace{-\frac{P}{2} L_{sr} i_s}_{K_a \Phi_d(I_f)} \omega_m \underbrace{\sin \theta_{me}}_{=1} = K_a \Phi_d(I_f) \omega_m \quad (3)
 \end{aligned}$$

För magn. linjärt område gäller

$$(2)+(3): \quad E_a = K_f I_f \omega_m$$

Rotorkretsen

Modell för stationär drift.



$$V_a = I_a R_a + E_a$$

Notera

- R_a : lindningsresistans + spänningsfall över borst.
 $\sim 50-300 \text{ m}\Omega$ (max 5-10% förlusteffekt av märkeffekt)
- $V_a > 0$, $I_a > 0$ vid motordrift
 $I_a < 0$ vid generatordrift

Förhållni effektomvandling

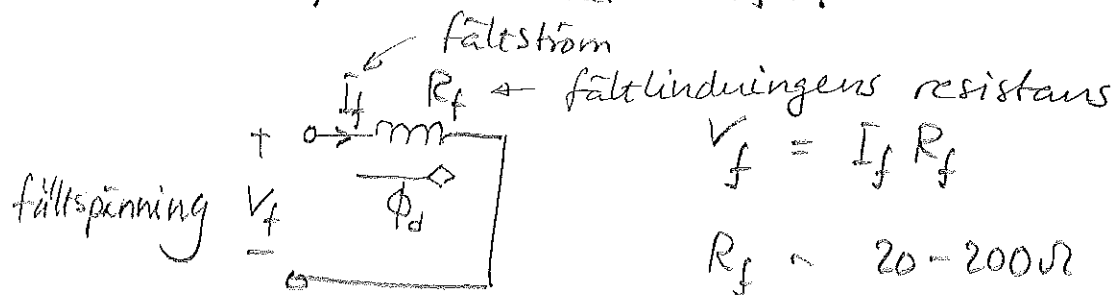
⑤

Den mekaniska effekten P_{mech} utvecklas i rotorlindningen:

$$\begin{aligned} P_{mech} &= T \cdot \omega_m \stackrel{(1)}{=} K_a \Phi_d I_a \cdot \omega_m = \\ &= \underbrace{K_a \Phi_d \omega_m}_{= E_a} \cdot I_a \stackrel{(3)}{=} E_a \cdot I_a = P_{elec} \end{aligned}$$

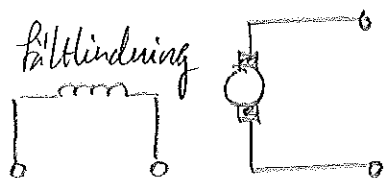
Statorkretsen (fältlindningen)

Modell för stationär drift.



Metoder för att excitera fältet

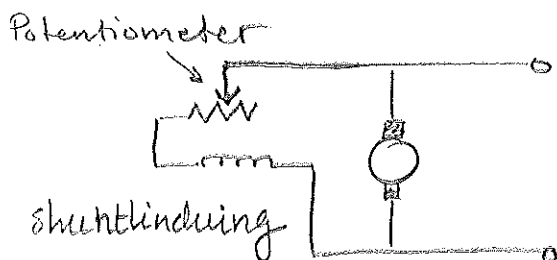
Separatmagnetiserad



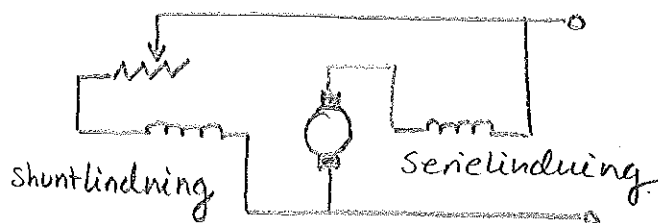
Seriemagn.



Shuntmagn. (Parallellkopplad)



Komoundmagn.



Permanentmagn.

Φ_d konstant $\Rightarrow K_a \Phi_d = K_m$ vilket är motorens momentkonstant

$$T = K_a \Phi_d I_a = K_m I_a$$

$$E_a = K_a \Phi_d \omega_m = K_m \omega_m$$

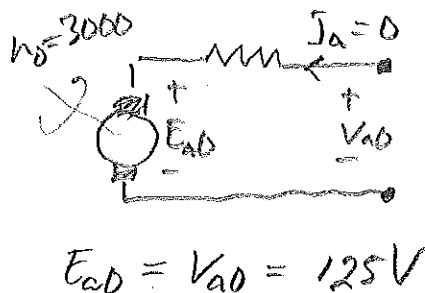
Ex 1: 25-kW, 125-V separatmagn. dc-motor körs med
fix magn. och $R_a = 0.02 \Omega$

(7)

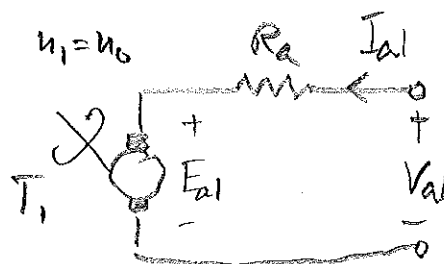
Tomgångsspänning vid $n_0 = 3000$ varv/min är
 $V_{a0} = 125V$

Sökt: - Aukar strömmen I_a , ineffekten $P_{in,a}$ i ändarlind.,
 $P_{elec,1}$, T_1 då $V_{a1} = 128V$ och $n_1 = n_0$.

Fall 0 Tomgång



Fall 1:



$$I_{a1}: I_{a1} = \frac{V_{a1} - E_{a1}}{R_a}$$

$$\text{där } E_{a0} \stackrel{(3)}{=} K_a \phi_{d0} \omega_0 = \left| \frac{\phi_{d1} = \phi_{d0}}{\omega_1 = \omega_0} \right| = K_a \phi_{d0} \omega_0 = E_{a0} = 125V$$

$$I_{a1} = \frac{128 - 125}{2 \cdot 10^{-2}} = \underline{\underline{150A}}$$

$$P_{in,a} = V_{a1} \cdot I_{a1} = 128 \cdot 150 = \underline{\underline{19.2kW}}$$

$$P_{elec,1} = E_{a1} \cdot I_{a1} = 125 \cdot 150 = \underline{\underline{18.75kW}}$$

$$T_1 = \frac{P_{elec,1}}{\omega_1} = \frac{P_{elec,1}}{n_1 \cdot \frac{2\pi}{60}} = \frac{18.75 \cdot 10^3}{3000 \cdot \frac{2\pi}{60}} = \underline{\underline{59.7Nm}}$$

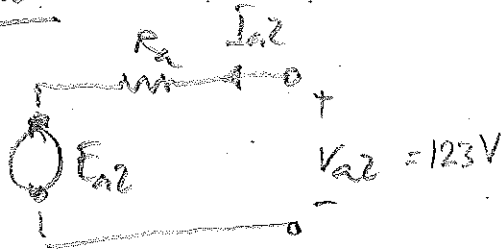
Ex 2 Vilket varvtal n_2 får motor då

(8)

$$V_{a2} = 123V$$

$$P_{in,a2} = 2.9kW$$

Fall 2



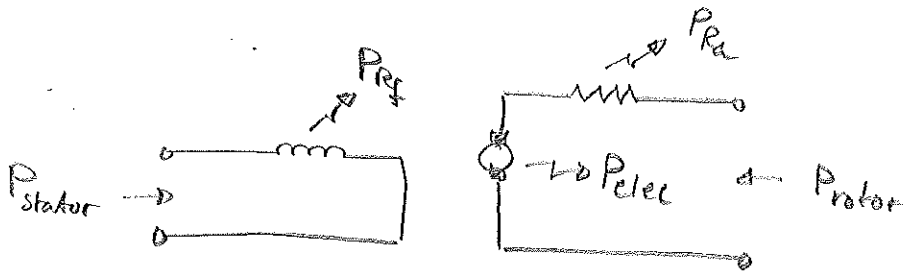
$$E_a \propto \Phi \cdot n \Rightarrow \frac{E_{a2}}{E_{a0}} = \frac{n_2}{n_0} \Leftrightarrow n_2 = \frac{E_{a2}}{E_{a0}} \cdot n_0$$

$$E_{a2} = V_{a2} - I_{a2} R_a = \frac{P_{in,a2}}{I_{a2}} = \frac{V_{a2} I_{a2}}{I_{a2}} =$$

$$= V_{a2} - \frac{P_{in,a2}}{V_{a2}} R_a = 123 - \frac{2.9 \cdot 10^3}{123} \cdot 0.02 = 119.4V$$

$$n_2 = \frac{119.4}{123} \cdot 3000 = \underline{\underline{2866 \text{ varv/min}}}$$

Effekter och förluster



$$P_{in} = P_{stator} + P_{rotor}$$

$P_{stator} \ll P_{rotor}$ och försummas ibland.

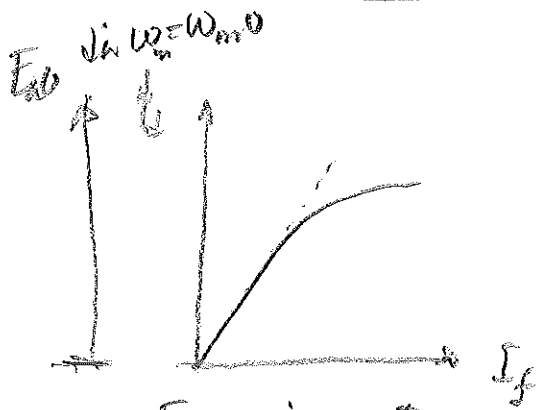
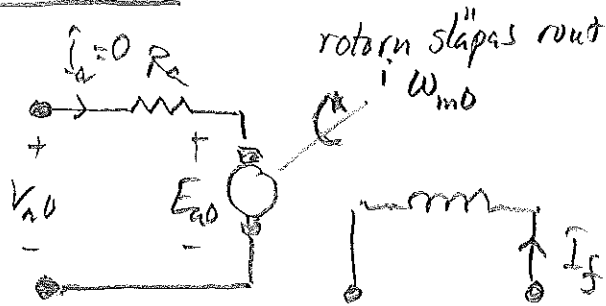
$P_{Rs} = P_{stator}$ - resistiva förluster i fältlindningen
 P_{Ra} - " - - " - - - ankarlindningen

$$P_{out} = P_{mech} = P_{elec} - P_{stray} - P_{rot} \quad \text{där}$$

P_{stray} = tillsatsförluster orsakade av
 magn. distortion och skinneffekter

Antas ofta vara 1% av P_{out} .

P_{rot} = rotationsförluster som beror på ω_m .

MagnetiseringskurvanExperiment

För olika strömmar I_f mät $V_{a0} = E_{a0}$.

Visa Fig 7.14

Rotorströmmen minskar flödet ϕ_d . Detta kallas för ankarreaktion.

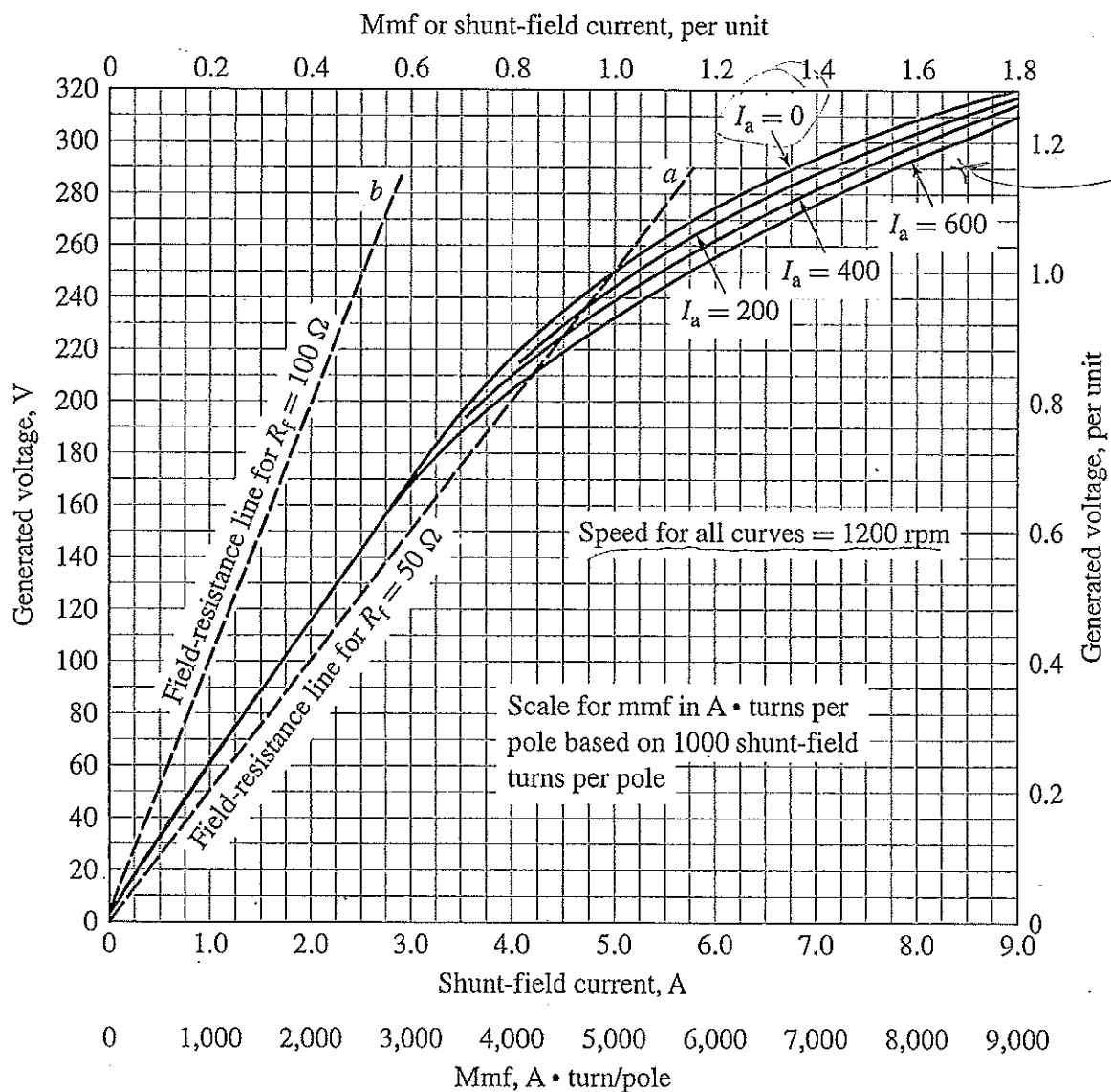


Figure 7.14 Magnetization curves for a 250-V 1200-r/min dc machine. Also shown are field-resistance lines for the discussion of self-excitation in Section 7.6.1.