

Fö6 Styrning av likströmsmotorn (hastighetsreglering) ①

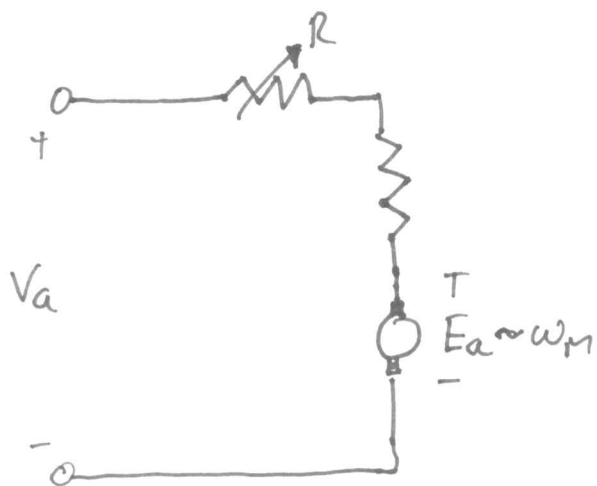
$$\omega_m = \frac{E_a}{K_a \Phi_d} = \frac{V_a - I_a R_a}{K_a \Phi_d} \quad (1)$$

b) a) c)

Tre metoder för hastighetsreglering

- a) Seriereglering; styra R_a
- b) Ankarspänningsreglering (rotorstyrning): styra V_a
- c) Fältstyrning: styra Φ_d

Seriereglering



- minska ω_m genom att öka R
- enkel konstruktion
- stor effekt förlust i R vid sänkt hastighet $\omega_m < \omega_{m0}$

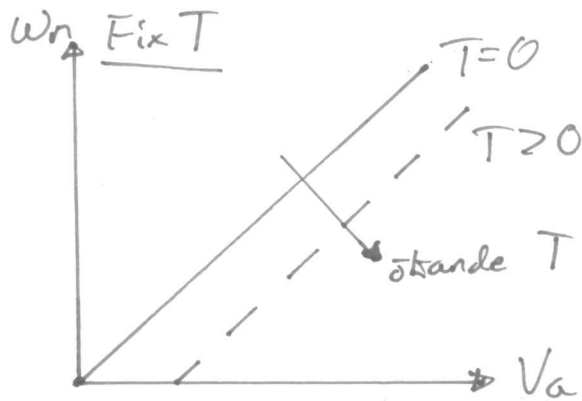
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \leq \frac{P_{elec}}{P_{in}} = \frac{E_a I_a}{V_a I_a} = \frac{K_a \Phi_d \omega_m}{K_a \Phi_d \omega_{m0}} = \frac{\omega_m}{\omega_{m0}}$$

Rotorstyrning (Ankarspänningsreglering)

②

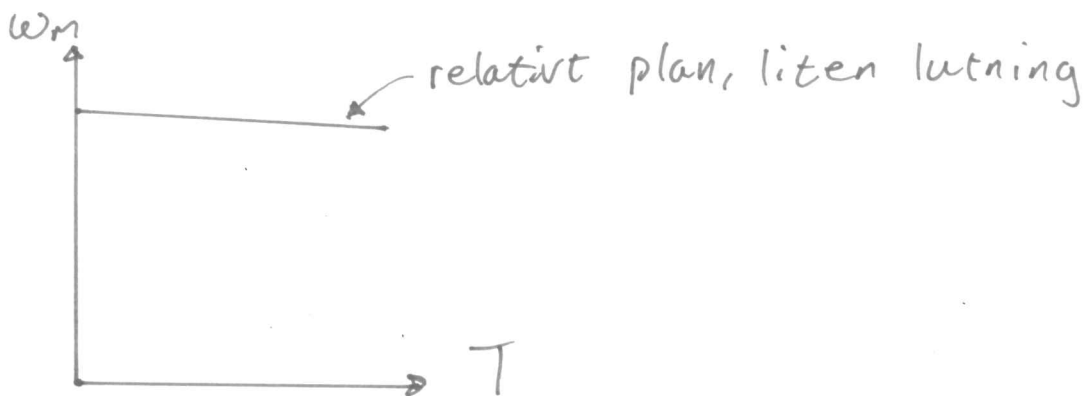
Fix magnetisering Φ_d , styrvariabel V_a

$$\omega_m = \frac{V_a - I_a R_a}{K_a \Phi_d} = \frac{1}{K_a \Phi_d} (V_a - \frac{R_a}{K_a \Phi_d} T) \quad (2)$$



R_a liten $\Rightarrow \omega_m \sim V_a$

Fix V_a



Maxmomentet är konstant över varvtalsregistret ty:

$$T_{\max} = K_a \Phi_d I_{a,\max} = \text{konst}$$

(Rotorstyrning-hårdvara: se OH)

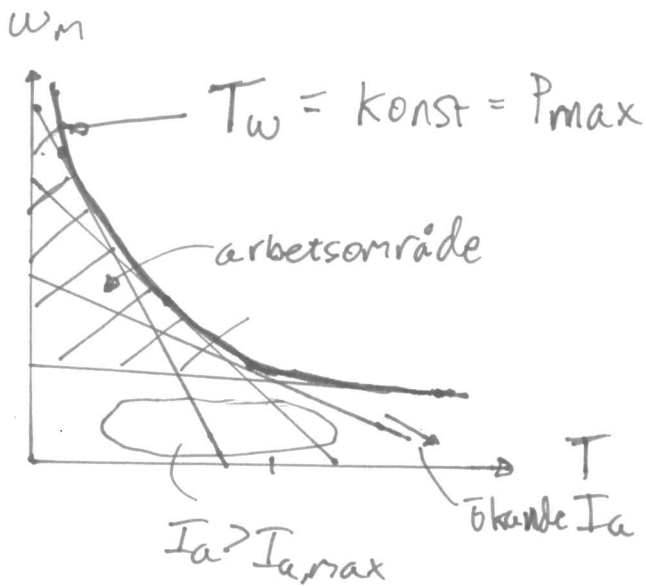
Fältstyrning (fältförsvagning)

3

Syfte öka hasten vid delast

Fix V_a , varierande ϕ_d

$$(2): \omega_m = \underbrace{\frac{1}{k_a \phi_d} V_a}_{\text{skärning med } \omega\text{-axeln}} - \underbrace{\frac{R_a}{k_a^2 \phi_d^2} T}_{\text{lutning}}$$



Notera

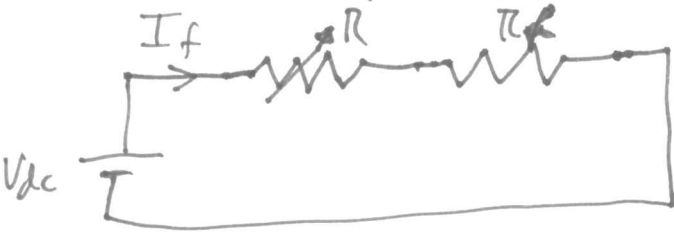
- För att hålla konstant moment $T = k_a \phi_d I_a$ så måste I_a ökas då ϕ_d sänks
- Fältstyrning ger konstant maxeffekt oberoende av varvtal och kan ses som en kontinuerlig växel
- För givet lastfall (T, ω_m) finns två möjliga magn. Den som används är den med störst ϕ_d och därmed lägst $I_a < I_{a,max}$
- Lägst hastighet begr. av maximalt ϕ_d
- Högst hastighet begr. av kommutering, fältförsvagning och rotationsförluster.

Fältstyrning - hårdvara

(4)

Fix V_d , styrvariabel I_f som påverkar $\Phi_d(I_f)$

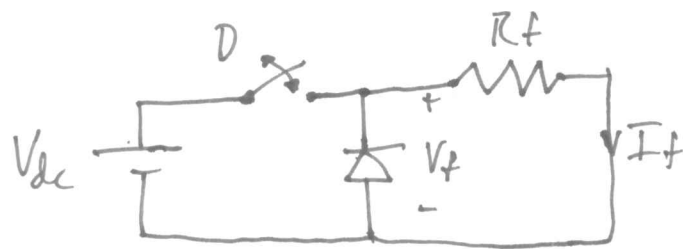
a) Seriekopplad potentiometer R



$$I_f = \frac{V_{dc}}{R_f + R}$$

- ökat R ger minskat I_f
- mindre förluster än för seriereglering ty effekterna i fältledningen är mindre.

b) PWM-styrd I_f

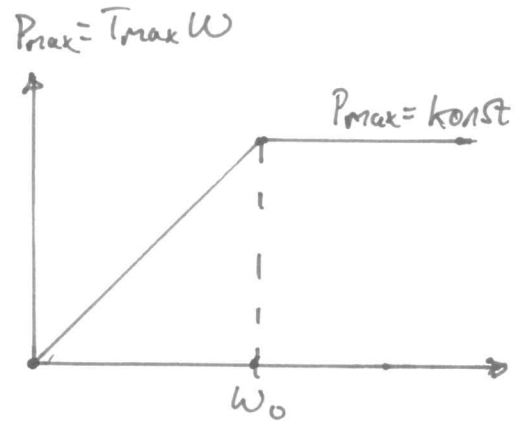
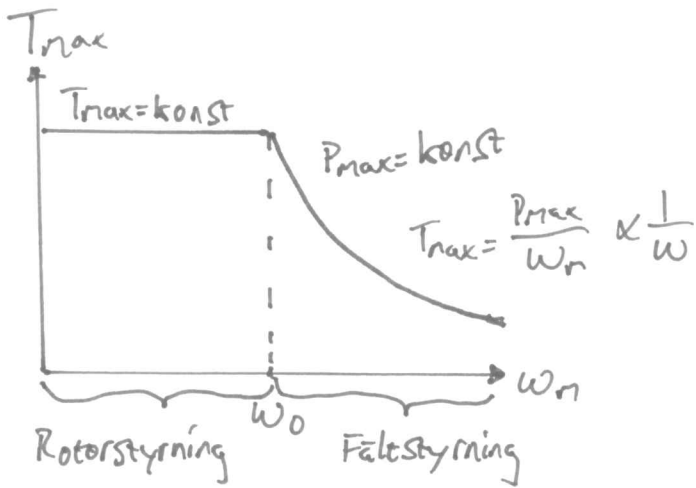


$$\bar{V}_f = D V_{dc} \text{ där } 0 \leq D \leq 1$$

Om induktansen är stor gäller

$$I_f = \frac{\bar{V}_f}{R_f} = D \frac{V_{dc}}{R_f}$$

Styrning för maximalt varvtalsområde

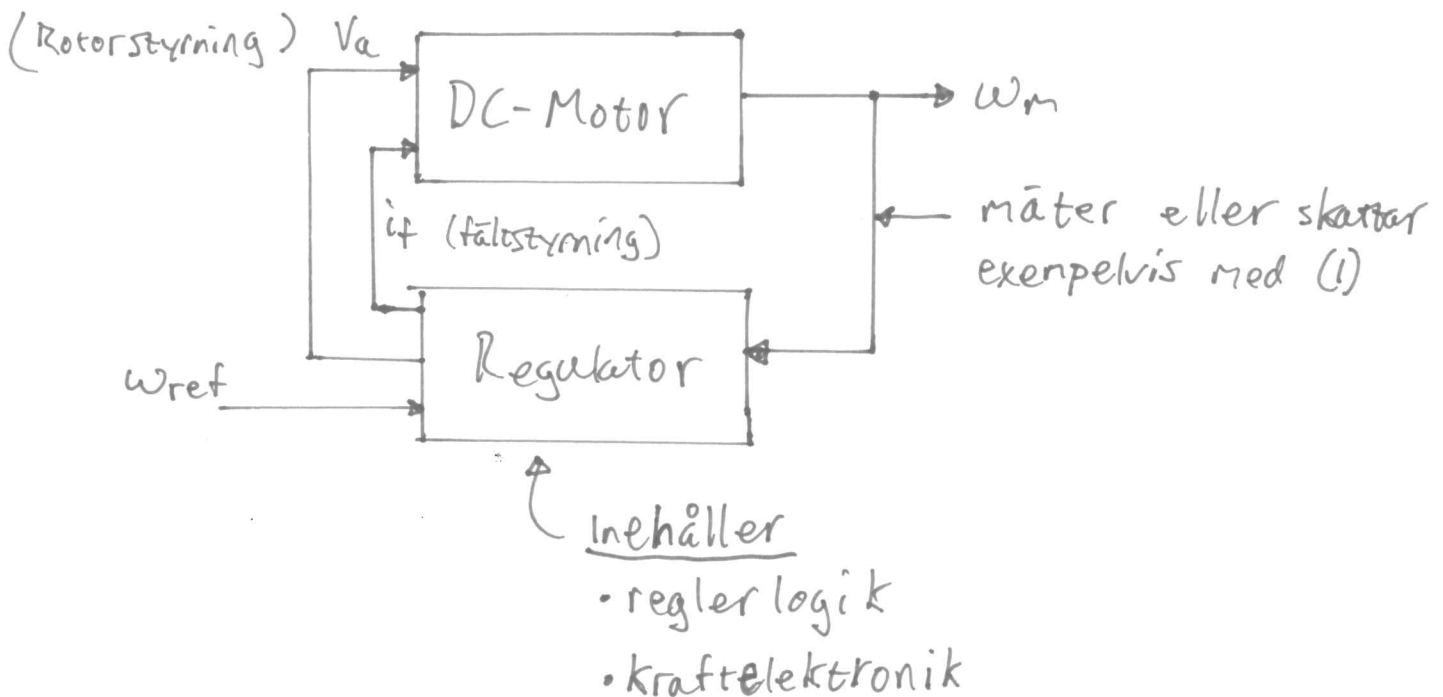


- Lågt varvtal: lägsta växel, dvs max Φ_d , variera V_a
- Höga varvtal: Höj utväxling genom att sänka Φ_d då V_a är max

• Maximalt varvtalsområde

$$\frac{\max \omega_m}{\min \omega_m} = \frac{\max \omega_m}{\omega_0} \cdot \frac{\omega_0}{\min \omega_m} \approx 4 \cdot 10 = 40$$

Block diagram för hastighetsreglering



Seriemotorn

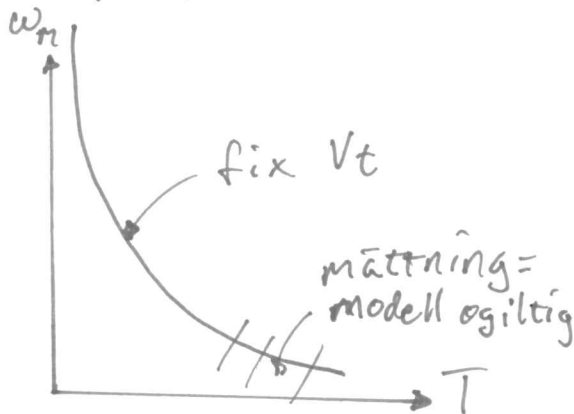


$$R = R_a + R_f$$

Antag linjärt magnetiskt system

$$\omega_m = \frac{E_a}{K_f I_f} = \frac{V_t - IR}{K_f I} = \frac{V_t}{K_f I} - \frac{R}{K_f} = \left(\begin{array}{l} T = K_f I^2 \\ \Rightarrow I = \sqrt{\frac{T}{K_f}} \end{array} \right) =$$

$$= \frac{V_t}{\sqrt{K_f T}} - \frac{R}{K_f}$$



- $T \rightarrow 0 \Rightarrow \omega_m \rightarrow \infty$ dvs obelastad motor rusar!

- Stort startmoment ty:

$$T = K_f I^2 = K_f \left(\frac{V_t}{R} \right)^2$$

startmoment: $\omega = 0 \Rightarrow E_a = 0$

Seriemotorn roterar åt samma håll oberoende av strömriktning

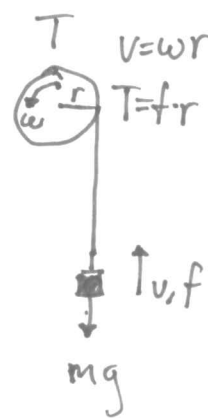
$$T = K_f I^2 = K_f (-I)^2$$

\Rightarrow Seriemotorn kan matas med växelström och kallas då för universalmotor

x handverktyg, dammsugare

x effekttäta

Tenta uppgift (exempel) Separat magnetiserad DC (7)



Fall 0 $v_0 = 0,45 \text{ m/s}$, $V_{a0} = 130 \text{ V}$, $I_{a0} = 40 \text{ A}$, T_0

- a) Sökt: V_{a1} då
- $T = T_0 \Rightarrow I_{a1} = I_{a0} = 40 \text{ A}$
 - $v_1 = 1,5 \text{ m/s}$

$$E_{a0} = V_{a0} - I_{a0} R_a = 130 - 40 \cdot 0,55 = 108 \text{ V}$$

$$E_{a1} = E_{a0} \cdot \frac{\omega_1}{\omega_0} = E_{a0} \cdot \frac{v_1}{v_0} = 108 \cdot \frac{1,5}{0,45} = 360 \text{ V}$$

$$V_{a1} = E_{a1} + I_{a1} R_a = 360 + 40 \cdot 0,55 = \underline{\underline{382 \text{ V}}}$$

b) Sökt V_{a2} då:

- $T_2 = 2 \cdot T_0 \Rightarrow I_{a2} = 2 \cdot I_{a0} = 80 \text{ A}$
- $v_2 = v_1 \Rightarrow E_{a2} = E_{a1} = 360 \text{ V}$

$$V_{a2} = E_{a2} + R_a I_{a2} = 360 + 0,55 \cdot 80 = \underline{\underline{404 \text{ V}}}$$

c) Sökt V_{a3} , f då

- $v = 0 \Rightarrow E_{a3} = 0$
 - $I_{a3} = 60 \text{ A}$
- $$V_{a3} = I_{a3} R_a = 60 \cdot 0,55 = \underline{\underline{33 \text{ V}}}$$

Beräkna kraften för fall 0

$$P_0 = E_{a0} \cdot I_{a0} = 108 \cdot 40 = 4320 \text{ W}$$

$$P_0 = f_0 \cdot v_0 \Leftrightarrow f_0 = \frac{P_0}{v_0} = \frac{4320}{0,45} = 9,6 \text{ kN}$$

$$f_1 = f_0 \cdot \frac{I_{a3}}{I_{a0}} = 9,6 \cdot \frac{60}{40} = 9,6 \cdot 1,5 = \underline{\underline{14,4 \text{ kN}}}$$