

Lösningsförslag/facit Tentamen

TSFS04 Elektriska drivsystem 19 aug, 2011, kl. 14.00-18.00

Tillåtna hjälpmedel: TeFyMa, Beta Mathematics Handbook, Physics Handbook, formelblad bifogat tentamen och miniräknare (ej symbolhanterande).

Ansvarig lärare:

Preliminära betygsgränser:

Betyg 3: 18 poäng

Betyg 4: 25 poäng

Betyg 5: 30 poäng

Uppgift 1.

- a) L_{ss} är konstant eftersom rotorn är cirkulär och L_{rr} gör två perioder på ett varv p.g.a. att flödet passerar ett luftgap vars form upprepar sig två ggr på ett varv. L_{sr} däremot gör bara en period på ett varv. Därför kan man sluta sig till att

$$\begin{aligned} L_{rr} &= (3 + \cos(2\alpha)) \quad [\text{H}] \\ L_{ss} &= 7 \cdot 10^{-3} \quad [\text{H}] \\ L_{sr} &= \cos(\alpha) \quad [\text{H}] \end{aligned}$$

- b) L_{sr} är positiv för $\alpha = 0$ och med de markerade riktningarna i figuren så svarar det alltså mot **Motorskiss 1**

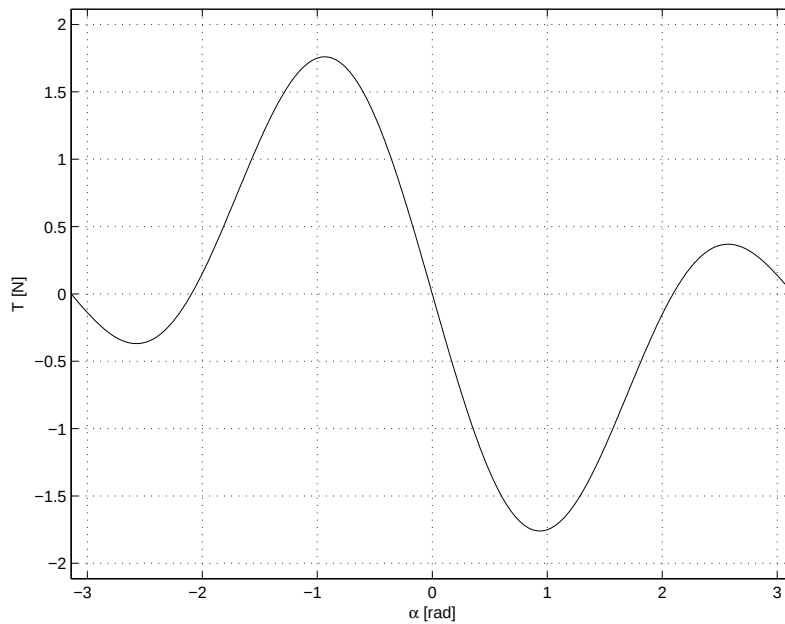
- c) Likströmsmaskinen har konstant fältflöde och byter vi statorlindningen mot permanentmagnet och utrustar motorn med en kommutator så får vi en likströmsmotor. De båda andra konstruktionerna har tidsvarierande statorfält.

Synkronmaskinens rotorlindning matas med likström och kan ersättas med en permanentmagnet. Både asynkronmaskinen och likströmsmaskinen har däremot tidsvarierande rotorflöde.

- d) Momentet och maxmomentet blir

$$\begin{aligned} T &= -\sin(2\alpha) - \sin(\alpha) \\ T_{\max} &= 1.76 \text{ [Nm]} \end{aligned}$$

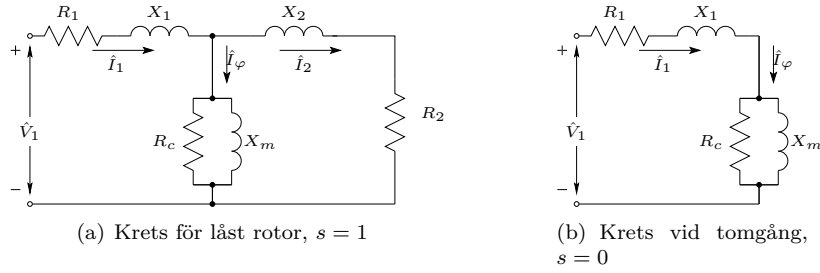
Figur 1 visar det skissade momentet



Figur 1: Moment som funktion av vinkel

Uppgift 2.

- a) Krestschema för tomgång resp låst rotor visas i Figur 2. För det aktuella fallet är $R_c = \infty$ i kretsarna.



Figur 2: Ekvivalenta asynkronmotorkretsar för tomgång resp låst rotor

- b) För tomgångsfallet gäller att

$$S_{nl} = 3U_F I_{L,nl} = \sqrt{3}U_H I_{L,nl} = 1524 \text{ VA} \quad Q_{nl} = 3(X_m + X_1)I_{nl}^2 = 1510 \text{ VAR}$$

$$P_{nl} = \sqrt{S_{nl}^2 - Q_{nl}^2} = 207 \text{ W} \quad P_{rot} = P_{nl} - n_{ph} R_1 I_{nl}^2 = 163.5 \text{ W}$$

- c) För låst-rotor-fallet gäller

$$I_{bl} = I_m = \frac{S_m}{\sqrt{3}U_{H,m}} = 4.33 \text{ A} \quad Z_{bl} = 5.3 + 7.9i$$

$$U_{H,bl} = |Z_{bl}| I_m \cdot \sqrt{3} = 71.4 \text{ V} \quad P_{bl} = 3 \cdot R_{bl} I_{bl}^2 = 3 \cdot \text{real}(Z_{bl}) I_{bl}^2 = 298.7 \text{ W}$$

Ett acceptabelt alternativ för att räkna ut P_{bl} är att använda samma approximation för R_{bl} som gav arbetsgången för bestämning av modellparametrar, dvs $R_2 \ll X_m$. Detta ger $R_{bl} = 5.3$ och $P_{bl} = 298.8 \text{ W}$.

Uppgift 3.

- a) Eftersom kärnans $\mu_c \rightarrow \infty$ så gäller

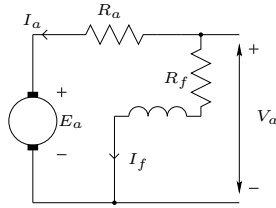
$$\phi_i = \begin{cases} 0 & i = 1 \\ \pi \cdot 10^{-4} & i \in [2, 3, 4] \end{cases}$$

- b) Vi har att $L = \frac{N^2 \mu_0 A_2}{g_2}$ och $W'_{fld} = \frac{1}{2} L i^2$. Efter derivering m.a.p g_2 fås därför

$$f = \left. \frac{\partial W'_{fld}}{\partial x} \right|_i = \frac{d \frac{L i^2}{2}}{d(-g_2)} = \frac{N^2 \mu_0 A_2 i^2}{2g_2^2} = 78.5 \text{ [N]}$$

Uppgift 4.

- a) Ekvivalent krets samt samband blir t.ex.

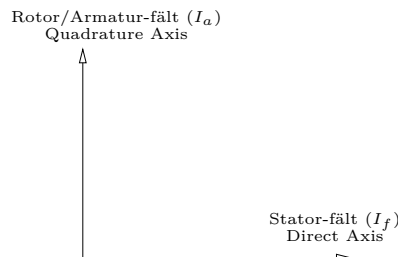


$$\begin{aligned} V_a &= E_a + I_a R_a \\ E_a &= K_f I_f \omega_m \quad (\text{kan ev. utelämnas}) \\ T_{\text{mech}} &= K_f I_f I_a \quad (\text{kan ev. utelämnas}) \\ I_f &= \frac{V_a}{R_f} \end{aligned}$$

- b) $V_a = \frac{T_{\text{mech}} \omega_m}{I_a} + I_a R_a \Rightarrow I_a = 5.43$. Vi får då $E_a = V_a - I_a R_a = 192.8$ V.
- c) T_{mech} hålls konstant men I_f minskar p.g.a. sänkt spänning så I_a måste öka till $I_a = 5.97$ A. Vi får därmed $E_a = V_a - I_a R_a = 170$ V och $N = 970$ varv per minut. Ett tips för att förstå lösningen är att ansätta en resistans R_f för fältlindningen.
- d) Halveras momentet så minskar till $I_a = 2.72$ A och vi får istället $N = 1070$ rpm.

Uppgift 5.

- a) Med en lågohmig lindning kopplad parallellt med ankarkretsen skulle det mesta av effektutvecklingen ske i den parallellkopplade lindningen med dålig verkningsgrad som följd. Samma sak gäller för en höghmig lindning i serie med ankarkretsen. Därför är det troligast att den lågohmiga lindningen är serielindning och den höghmiga är shuntlindningen.
- b) Kommuteringen gör att fälten alltid hålls ortogonala och med en oändligt fin indelning så står fälten helt still. Ett godkänt visardiagram kan till exempel se ut som visas nedan



Uppgift 6.

- a) Det är en synkronmotor/generator.
- b) Maskinen arbetar som generator.
- c) Ja, spänning kommer att induceras i ledaren när den rör sig i magnetfältet och eftersom kretsen är sluten kommer en ström att flyta. Därmed överförs mekanisk effekt till elektrisk. Endast resistiv belastning kommer dock inte att kunna bromsa konstruktionen till stillastående. Vid stillastående kommer nämligen momentet från elmaskinen att vara noll men vikten av konstruktionen kommer fortfarande generera ett pådrivande moment.
- d) $w_s = \frac{v_{\text{hiss}}}{r_{\text{hjul}}}$