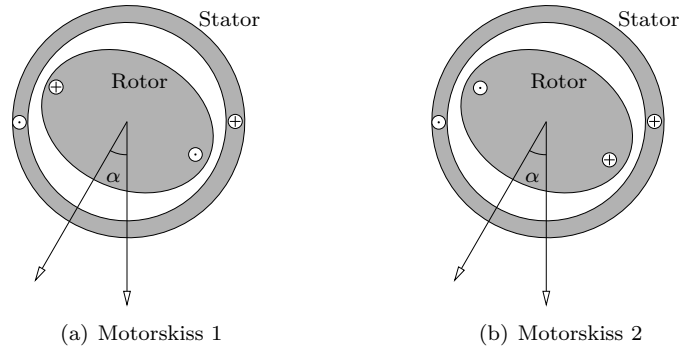


# Försättsblad till skriftlig tentamen vid Linköpings universitet



<b>Datum för tentamen</b>	2018-03-15
<b>Sal (2)</b>	<u>G36(12)</u> G37(18)
<b>Tid</b>	14-18
<b>Kurskod</b>	TSFS04
<b>Provkod</b>	TEN1
<b>Kursnamn/benämning</b> <b>Provnamn/benämning</b>	Elektriska drivsystem Skriftlig tentamen
<b>Institution</b>	ISY
<b>Antal uppgifter som ingår i tentamen</b>	5
<b>Jour/Kursansvarig</b> Ange vem som besöker salen	Andreas Thomasson, andreas.thomasson@liu.se
<b>Telefon under skrivtiden</b>	070-3399804
<b>Besöker salen ca klockan</b>	15 och 17
<b>Kursadministratör/kontaktperson</b> (namn + tfnr + mailaddress)	Andreas Thomasson, 013-286862, andreas.thomasson@liu.se
<b>Tillåtna hjälpmedel</b>	TeFyMa, Beta Mathematics Handbook, Physics Handbook, Formelsamling - Elektriska drivsystem samt miniräknare.
<b>Övrigt</b>	Totalt: 40 poäng Preliminära betygsgränser Betyg 3 - 18 poäng Betyg 4 - 25 poäng Betyg 5 - 30 poäng  Visning 10.00-10.30 den 4/4 på Andreas Thomassons kontor, B-Huset, Ingång 27, Rum 227:184
<b>Antal exemplar i påsen</b>	





Figur 1: Principskisser över rotor och stator för en tänkt motor.

**Uppgift 1.** Betrakta de båda motorskisserna i Figur 1. Följande värden på  $L_{ss}$ ,  $L_{rr}$ ,  $L_{sr}$  är uppmätta på en av konstruktionerna, men det är inte noterat vilken av dessa som svarar mot  $L_a$ ,  $L_b$  respektive  $L_c$ .

$$\begin{aligned} L_a &= \cos(\alpha) & [\text{H}] \\ L_b &= 1 - 0.5 \cos(2\alpha) & [\text{H}] \\ L_c &= 2 \cdot 10^{-2} & [\text{H}] \end{aligned}$$

Antag att lindningarna matas med likström i den markerade riktningen så att strömstyrkan i stator och rotorlindningen är 1 A.

- Para ihop de uppmätta  $L_a$ ,  $L_b$  och  $L_c$  med  $L_{ss}$ ,  $L_{rr}$  och  $L_{sr}$ . Motivera ditt svar. (2 poäng)
- Vilken av motorskisserna svarar mot de mätningar som givits? Motivera ditt svar. (2 poäng)
- Beräkna och skissa momentet  $T$  som funktion av vinkeln  $\alpha$  för  $\alpha \in [-\pi, \pi]$  samt ange maxmomentet. (2 poäng)
- Antag nu att vi kommuterar rotorströmmen idealt (ändras momentant mellan  $\pm 1$  [A]) vid  $\alpha = n\pi$  för att få ett positivt nettomoment. Beräkna och skissa även för detta fall moment  $T$  som funktion av vinkeln  $\alpha$  samt beräkna medelmomentet för motorn. (2 poäng)

**Uppgift 2.** Antag att vi ska styra hastigheten hos en separatmagnetiserad likströmsmotor.

- Nämn tre metoder för varvtalsstyrning av likströmsmotorn, ange vilken styrvariabel som används för respektive metod samt visa med en ekvation hur de påverkar varvtalet. (3 poäng)
- För effektiv styrning av varvtalet används lämpligtvis en av dessa metoder för hastigheter under märkhastighet på motorn och en annan över märkhastighet. Ange vilken metod som används under respektive över märkhastighet med en kort motivering, samt skissa maxmoment och maxeffekt som funktion av varvtal för  $n \in [0, 2n_0]$  där  $n_0$  är märkvarvtalet. (3 poäng)

**Uppgift 3.** En separatmagnetiserad likströmsmotor har märkvarvtal 2000 rpm och märkspänning 300 V. Magnetiseringen kan anses linjär och vid märkdrift är  $E_{a0} = 280$  V. Resistansen i ankarlindningen är  $0.5 \Omega$  och resistansen i statorlindningen  $150 \Omega$ . Fältströmmen är 2 A.

- Beräkna ankarström, uteffekt och verkningsgrad vid märkdrift. Rotationsförluster kan försummas. (3 poäng)
- Beräkna motorkonstanten  $K_f$ . (1 poäng)
- Det lastande momentet på motorn varierar kvadratisk med hastigheten enligt

$$T_{\text{load}} = k_{\text{load}} n^2$$

där  $n$  är motorvarvtalet. En variabel resistans införs i serie med ankarlindningen vilket sänker hastigheten på motorn till 1500rpm vid märkspänning. Beräkna storleken på resistansen samt verkningsgrad på motorn i driftspunkten. (3 poäng);

- d) Om vi istället för en extra resistans i ankarlindningen sänker ankarspänningen för att uppnå arbetspunkten i c) uppgiften, vad blir resulterande ankarspänning, ankarström och verkningsgrad i det fallet? (3 poäng)

**Uppgift 4.** En trefas 12-polig synkronmotor har märkdata 150-kVA, 2.5-kV, 50-Hz och 43-A fältström. Synkronmotorn har en synkronreaktans på  $20 \Omega$ /fas vid märkfrekvens. Tomgångspänningen blir lika med märkspänning vid märkhastighet då fältströmmen är 40 A. Alla förluster kan försummas.

- a) Beräkna motorns märkhastighet i varv/min. (1 poäng)
- b) Med en fältström på 43 A vad är den teoretiskt största uteffekt som motorn kan generera under en kortare tid? (vid märkspänning och märkfrekvens) (2 poäng)
- c) Beräkna motorns komplexa linjeström, effektfaktor, effektvinkel (vinkel mellan polspänning och inducerad spänning), och uteffekt vid märkdrift. Låt  $\hat{V}_a$  vara riktfas. (5 poäng)

**Uppgift 5.** En 4-polig, 50-Hz, Y-kopplad asynkronmotor har märkvärden 2.3 kW, 380 V, 4.5 A.

$$X_1 = X_2 = 6.7 \Omega \quad X_m = 106 \Omega \quad R_2 = 4.2 \Omega$$

Resistansen i statorn och järnförluster kan försummas ( $R_1 = 0$ ,  $R_c = \infty$ ), och även rotationsförlusterna anses försummbara.

- a) Bestäm parameterna i den theveninekvivalenta kretsen. (2 poäng)
- b) För små slipp kan motormomentet med god noggrannhet antas proportionellt mot slippet. Ange den approximativa momentekvationen för små slipp och använd den för att bestämma slippet vid märkeffekt. (3 poäng)
- c) Motorn styrs med konstant V/Hz-reglering. Beräkna maxmomentet samt den elektriska frekvens som ger maximalt startmoment. (3 poäng)