

# Försättsblad till skriftlig tentamen vid Linköpings Universitet

<b>Datum för tentamen</b>	2013-06-03
<b>Sal</b>	U14, U15
<b>Tid</b>	8-12
<b>Kurskod</b>	TSFS04
<b>Provkod</b>	TEN1
<b>Kursnamn</b>	Elektriska drivsystem
<b>Institution</b>	ISY
<b>Antal uppgifter som ingår i tentamen</b>	5
<b>Antal sidor på tentamen (inkl. försättsbladet)</b>	6
<b>Jour/kursansvarig</b>	Mattias Krysander
<b>Telefon under skrivtid</b>	013 - 282198
<b>Besöker salen ca.</b>	9.00 och 11.00
<b>Kursadministratör (namn+tfnr+mailadress)</b>	Susanna von Sehlen, 013-281325, ladok@isy.liu.se
<b>Tillåtna hjälpmedel</b>	TeFyMa, Beta Mathematics Handbook, Physics Handbook, Formelsamling - Elektriska drivsystem och miniräknare.
<b>Övrigt</b>	Visning 14.00-14.30 den 19 augusti på Fordonssystem



# Tentamen

**TSFS04 Elektriska drivsystem**  
**3 juni, 2013, kl. 08.00-12.00**

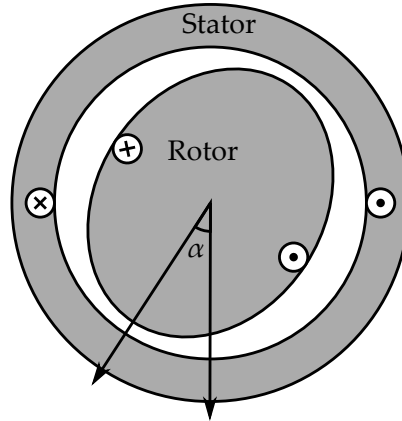
Tillåtna hjälpmedel: TeFyMa, Beta Mathematics Handbook, Physics Handbook, Formelsamling - Elektriska drivsystem och miniräknare.

Ansvarig lärare: Mattias Krysander

Visning av skrivningen sker mellan kl. 14.00 och 14.30 den 19 augusti på Fordonssystem.

Totalt 40 poäng.  
Preliminära betygsgränser:  
Betyg 3: 18 poäng  
Betyg 4: 25 poäng  
Betyg 5: 30 poäng





Figur 1: Principskiss över rotor och stator.

**Uppgift 1.** Betrakta geometrin i figur 1 där lindningarnas självinduktanser angivna i Henry är

$$L_{11} = 3 \cdot 10^{-3}$$

$$L_{22} = (2 + \cos(2\alpha)) \cdot 10$$

samt ömseinduktansen är

$$L_{12} = 0.2 \cos(\alpha)$$

Antag att lindningarna matas med likström i den markerade riktningen så att strömstyrkan i rotorlindningen är 10 A samt i statorlindning 0.1 A.

- Förklara utgående från figuren vilken induktans av  $L_{11}$  och  $L_{22}$  som är rotorlindningens respektive statorlindningens induktans. För poäng krävs motivering. (1 poäng)
- I uppgifter (b)-(d) räcker det att betrakta  $\alpha \in [-\pi, \pi]$ . Beräkna och skissa momentet  $T$  som funktion av vinkeln  $\alpha$ . (3 poäng)
- Ange jämviktspunkterna samt om de är stabila eller instabila. (2 poäng)
- Hur stort är maxmomentet och för vilken vinkel  $\alpha$  antas detta? (2 poäng)

**Uppgift 2.** En separatmagnetiserad motor har märkvärden 5.8 A ankarström, 0.6 A fältström och 1100 varv/min. Motorns magnetiseringskonstant är  $K_f = 8$  Vs/A, ankarlindningens totala resistans inklusive borst är  $4.8 \Omega$  och fältlindningens resistans är  $300 \Omega$ .

- Vilken fältspänning ska appliceras för att få märkström i fältlindningen. (1 poäng)
- Med märkström i fältlindningen hur stor spänning ska appliceras över ankarlindningen för att erhålla 48 N i startmoment. (2 poäng)
- Beräkna märkspänning och märkuteffekt. Ankarreaktion och friktionsförluster får försummas. (2 poäng)
- Beräkna motorns verkningsgrad vid märkdrift om friktionsförluster försummas. (2 poäng)
- Antag att motorn är kopplad till en last som ger ett bromsande moment som är proportionellt mot kvadraten av hastigheten. Vid motorns märkhastighet är det bromsande momentet lika stort som motorns märkmoment. Med märkvärde på fältströmmen, hur stor ankarström behövs för att driva lasten i 500 varv/min stationärt. (2 poäng)

**Uppgift 3.** En 6-polig Y-kopplad trefas asynkronmotor har märkvärdena 2 kW, 230 V och 50 Hz. För att bestämma motorparametrarna till en ekvivalent krets per fas har följande mätningar genomförts:

1. Tomgångsprov vid märkfrekvens och märkspänning:

$$\text{Linjeström} = 1 \text{ A}$$

$$\text{Trefaseffekt} = 100 \text{ W}$$

2. Statorlindningens resistans kan beräknas utgående från resistansen mellan två faser eftersom motorn saknar uttag för 0-ledare. Mätvärdet av resistansen mellan två av statorns faser är  $5\Omega$ .

3. Prov med låst rotor vid märkström och elektrisk frekvens 10 Hz:

$$\text{Huvudspänning} = 30 \text{ V}$$

$$\text{Trefaseffekt} = 250 \text{ W}$$

Antag att järnförlusterna bokförs som rotationsförluster  $P_{rot}$ , dvs  $R_c = \infty$ . Beräkna rotationsförlusterna samt parametrarna i den ekvivalenta kretsen. Motorn är A-klassad vilket innebär att  $X_1 = X_2$ . (8 poäng)

**Uppgift 4.** I kursen har fyra metoder för varvtalsstyrning av asynkronmotorn diskuterats. Vilka är de fyra sätten. Beskriv för varje metod en styrka respektive en svaghet samt vilken typ eller vilka typer av rotorkonstruktion som respektive styrprincip är lämplig för dvs passar styrningen för burlindad och/eller lindad rotor med släpringar. (5 poäng)

**Uppgift 5.** En 1000-kVA, 4000-V, 50-Hz, trefas, fyrpolig synkronmotor ska drivas med en trefas växelriktare med konstant V/Hz förhållande och varierbar frekvens klassad för 1250 kVA. Synkronmotorn har en synkronreaktans på 20 ohm per fas och når märkspänning (öppen krets) vid fältströmmen 10 A.

- a) Beräkna motorns märkhastighet i varv/min. (1 poäng)
- b) Beräkna motorns märkström. (2 poäng)
- c) Beräkna den fältström som krävs för att köra med effektfaktor 1 när motorn arbetar vid märkspänning och märkhastighet och med en ineffekt på ankarlindningarna på totalt 1000 kW. (3 poäng)
- d) Ineffekten antas beror av hastigheten<sup>3</sup> ( $P_{in} \propto n^3$ ). Motorns fältström hålls konstant samtidigt som växelriktarens frekvens sänks så att motorn arbetar vid 1000 varv/min. Beräkna den spänning och frekvens som frekvensriktaren matar motorn med samt motorns ineffekt och effektfaktor. (4 poäng)