

Försättsblad till skriftlig tentamen vid Linköpings Universitet

Datum för tentamen	2012-03-05
Sal	U14, U15
Tid	8-12
Kurskod	TSFS04
Provkod	TEN1
Kursnamn	Elektriska drivsystem
Institution	ISY
Antal uppgifter som ingår i tentamen	5
Antal sidor på tentamen (inkl. försättsbladet)	7
Jour/kursansvarig	Mattias Krysander
Telefon under skrivtid	0738 - 517023
Besöker salen ca.	9.00 och 11.00
Kursadministratör (namn+tfnnr+mailadress)	Jenny Lundh, 013-281749, ladok@isy.liu.se
Tillåtna hjälpmedel	TeFyMa, Beta Mathematics Handbook, Physics Handbook, Formelsamling - Elektriska drivsystem och miniräknare.
Övrigt	Visning 11.30-12.00 den 16 mars på Fordonssystem

Tentamen

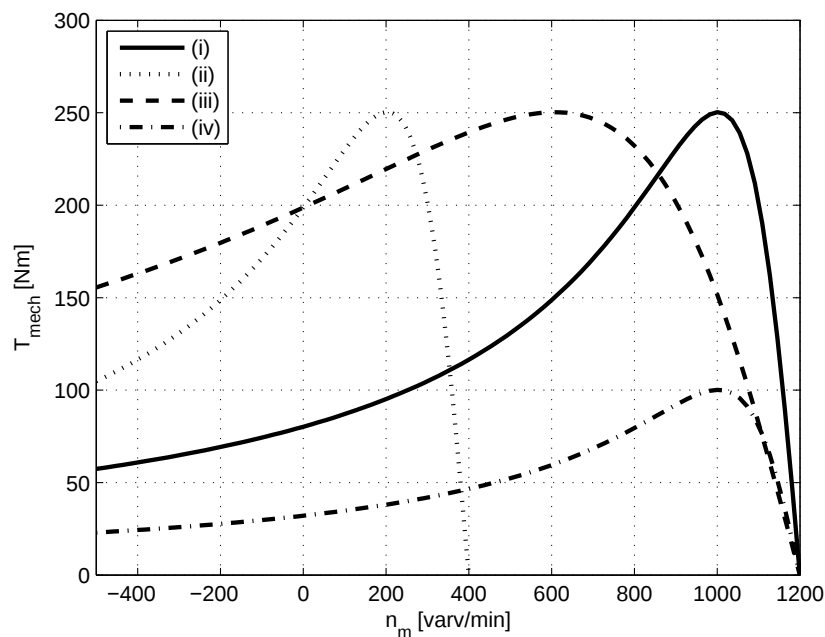
TSFS04 Elektriska drivsystem 5 mars, 2012, kl. 08.00-12.00

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

Ansvarig lärare: Mattias Krysander

Visning av skrivningen sker mellan kl. 11.30 och 12.00 den 16 mars på Fordonssystem.

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



Figur 1: Momentkurvor för olika driftfall.

Uppgift 1. En släpringad trefas 230-V, 12.1-kW 60-Hz asynkronmotor har följande motorparametrar refererade till statorsidan och angivna i enheten Ω/fas :

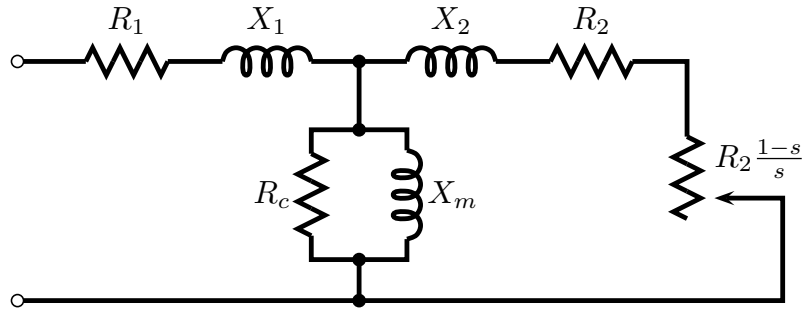
$$R_2 = 0.132 \quad X_1 = 0.31 \quad X_2 = 0.50 \quad X_m = 13.25$$

Reaktanserna är angivna för märkfrekvens och parametern R_1 är försumbart liten. Figur 1 visar fyra olika momentkurvor för motorn. Kurva (i) gäller då motorn kopplats till märkspänning med märkfrekvens. Varvtalsstyrning kan åstadkommas genom att ändra rotorresistansen R_2 , huvudspänningen V_{l-l} eller den elektriska frekvensen f_e . Vid frekvensstyrning ändras även spänningen för att uppnå konstant V/Hz. De tre kurvorna (ii)-(iv) är beräknade för olika metoder av varvtalsstyrning.

- Vilket pöaltal har motorn? (1 poäng)
- Ange för var och en av kurvorna (ii)-(iv) vilken varvtalsstyrningsmetod som har använts, samt beräkna det använda värdet på styrvariabeln. Till exempel om rotorresistansen har ändrats i ett fall så skall värdet på styrvariabeln R_2 anges som ger motsvarande momentkurva. Det är tillåtet att läsa av approximativa värden i grafen för beräkning av styrvariablerna. (6 poäng)
- Om frekvensstyrning används vilken elektrisk frekvens maximerar motorns startmomentet samt vad blir det maximala startmomentet? Även i denna deluppgift är det tillåtet att läsa av värden i figuren. (2 poäng)

Uppgift 2. En liten permanentmagnetiserad likströmsmotor driver en last. Mätningar visar att den totala resistansen i ankarlindningen är $2\ \Omega$ och att motorn driver lasten med en hastighet på 3000 varv/min då ankarspänningen är 10 V och ankarströmmen 1 A. Antag att rotationsförluster och mättningsfenomen är försumbara.

- Beräkna för det beskrivna driftsfallet motorns uteffekt, vridmoment ut på axeln samt verkningsgrad. (3 poäng)
- Beräkna motorns startmoment och startström då ankarspänningen är 10 V. (3 poäng)
- Om det lastande momentet är proportionellt mot varvtalet vilken hastighet kommer motorn att anta vid stationär drift om ankarspänningen sänks till 5 V. (3 poäng)

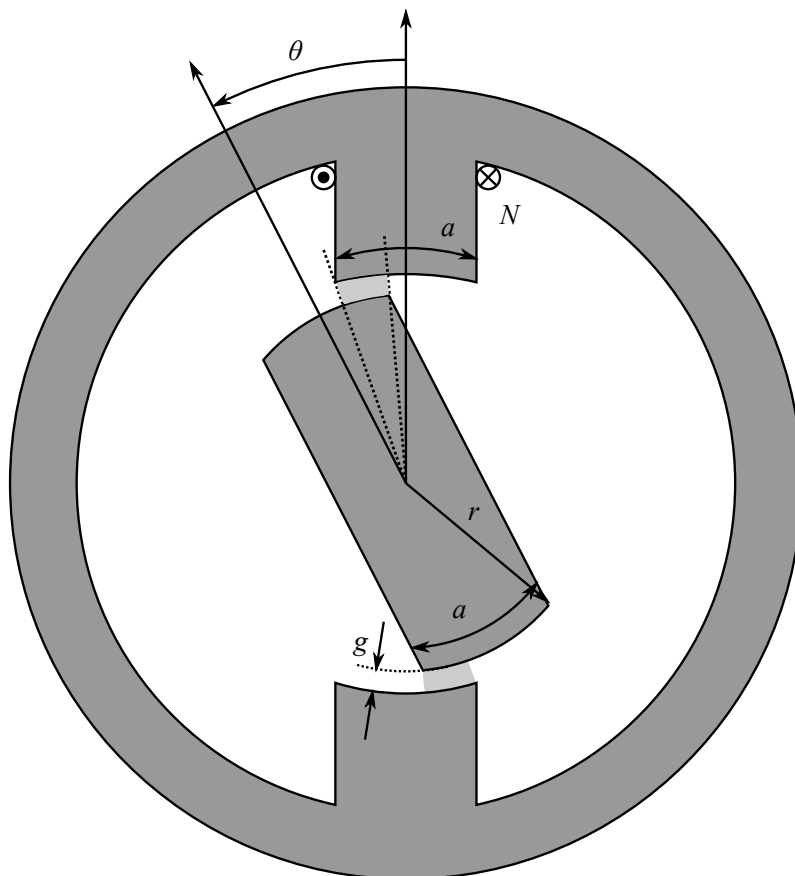


Figur 2: Ekvivalent krets för asynkronmotorn.

Uppgift 3. En asynkronmotors ekvivalenta krets per Y-fas kan ritas som i figur 2. Beskriv för varje kretselement i figuren vilken eller vilka fenomen de avser att modellera. Till exempel så modellerar resistansen R_1 de resistiva effektförlusterna i asynkronmotorns statorlindning. (6 poäng)

Uppgift 4. En elektriskt exciterad Y-kopplad 4-polig trefas synkronmotor med märkvärden 400-V, 40-kVA, 50-Hz har för märkfrekvens en synkronreaktans på $X_s = 4/\sqrt{3}\ \Omega/\text{fas}$ och ömseinduktans $L_{af} = 0.3\ \text{H}$. Alla förluster antas vara försumbara. Motorn styrs med konstant V/Hz-reglering och magnetiseringsströmmen ställs in så att effektfaktorn är 1.

- Beräkna varvtal, linjeström, effektvinkel samt magnetiseringsström vid märkdrift. (4 poäng)
- Antag att motorns varvtal sänks till 500 varv/min samt att ankarspänning och magnetiseringsström ändras enligt ovan beskrivna reglerprincip. Beräkna elektrisk frekvens, ankarspänning, effektvinkel samt magnetiseringsström då momentet ut på axeln är lika med märkmomentet. (4 poäng)



Figur 3: Genomsnitt av en reluktansmaskin.

Uppgift 5. Figur 3 visar ett polpar på statorn och rotorn av en reluktansmaskin. Dimensionerna är

$$r = 4 \text{ cm}$$

$$a = 60^\circ$$

$$g = 0.2 \text{ mm}$$

Spolen har $N = 100$ lindningsvarv och motorns längd (dvs mätt längs axeln) är $d = 10 \text{ cm}$. Vinkeln θ betecknar vinkeln på rotorn räknad från statorns magnetiska axel. I figuren är $\theta > 0$. Antag att rotorns och statorns permeabilitet är oändlig och att allt flöde som passerar luftgapen går radiellt genom de i ljusgrått markerade ytorna i figuren. I räkningar får approximationen $r \gg g$ användas.

- Beräkna och skissa spolens induktans $L(\theta)$ för $0 \leq \theta \leq 90^\circ$. Vilket är det störst värde $L_{\max}$ som induktansen $L(\theta)$ antar för någon av de angivna vinklarna θ ? (3 poäng)
- Beräkna och skissa momentet $T_{\text{mech}}(\theta)$ för $0 \leq \theta \leq 90^\circ$ då strömmen i spolen är 5 A i figuren markerad referensriktning. Vilket till absolutbeloppet är det största moment $T_{\max}$ som fås ut då $0 \leq \theta \leq 90^\circ$? (3 poäng)
- Antag att maskinen arbetar i motordrift och att strömmen genom spolen fortfarande är konstant och lika med 5 A i referensriktningen. Vilken vinkelhastighet $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ har rotorn om den inducerade spänningen (mot emk:n) i spolen är 10 V då rotorn passerar läget $\theta = 30^\circ$? Ange även tecknet på ω dvs riktningen på rotationen. (2 poäng)