

Försättsblad till skriftlig tentamen vid Linköpings Universitet

Datum för tentamen	2012-05-21
Sal	KÅRA
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 7 juni på Fordonssystem

Tentamen

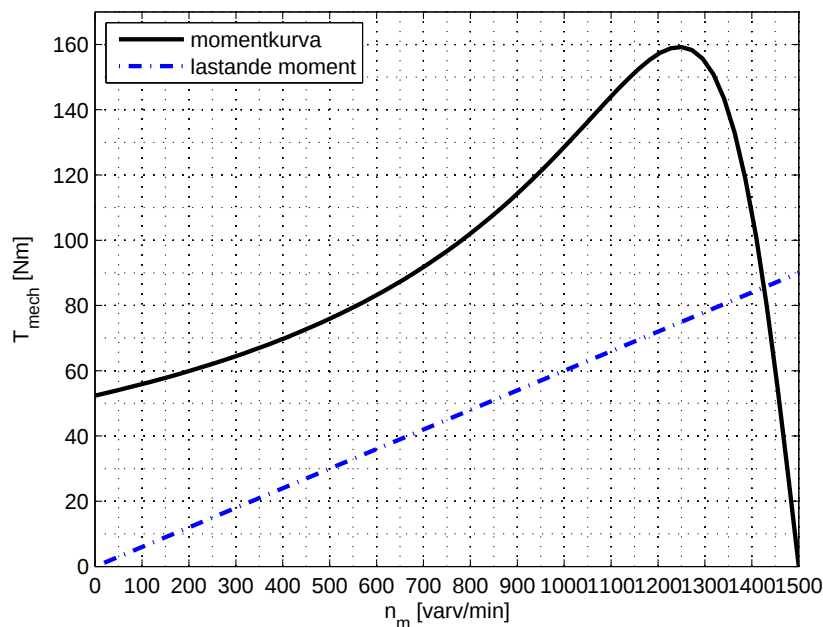
TSFS04 Elektriska drivsystem 21 maj, 2012, kl. 08.00-12.00

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 7 juni 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 400-V, 9.1-kW, 50-Hz släpringad trefas asynkronmotor har märkhastigheten 1450 varv/min. Figur 1 visar motorns momentkurva för fallet med kortslutna släpringar, märkspänning och märkfrekvens. En last är kopplad till motorn där det belastande momentet beskrivs av den streckprickade linjen i Figur 1. Det är tillåtet att läsa av värden i figuren och anta att statorresistansen är försumbar.

- Vilket pöktal har motorn? (2 poäng)
- Antag att rotorresistansen är $R_2 = 166 \text{ m}\Omega/\text{fas}$ när släpringarna är kortslutna. Beräkna den rotorresistans som gör att lastens varvtal blir 1000 varv/min. (2 poäng)
- Vilken rotorresistans maximerar motorns startmomentet samt vad blir det maximala startmomentet? (2 poäng)
- Antag att konstant V/Hz-styrning skall användas då släpringarna är kortslutna. Vilken spänning och frekvens skall styras ut för att lastens varvtal skall bli 1000 varv/min. (2 poäng)

Uppgift 2. En liten shuntmagnetiserad likströmsmotor driver en last vars bromsande moment är proportionellt mot varvtalet. Mätningar visar att den totala resistansen i ankarlindningen är $2\ \Omega$ och resistansen i fältlindningen är $100\ \Omega$. Motorn driver lasten med en hastighet på $200\ \text{rad/s}$ då ankarspänningen är $10\ \text{V}$ och ankarströmmen $1\ \text{A}$. Antag att rotationsförluster och mättningsfenomen är försumbara.

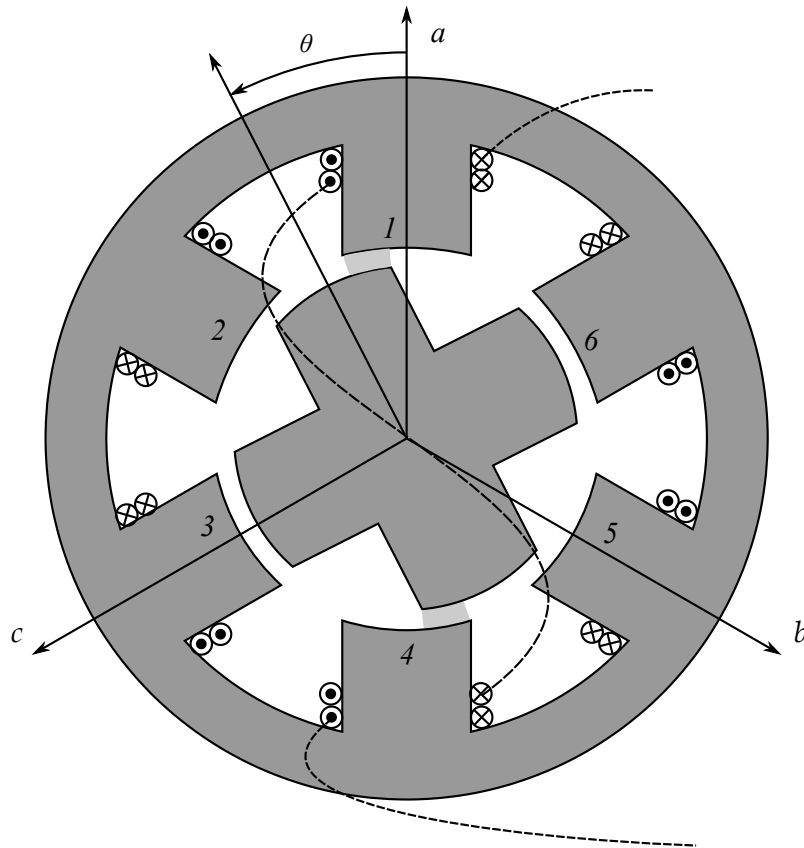
- Beräkna för det beskrivna driftsfallet motorns uteffekt, vridmoment ut på axeln samt verkningsgrad. Vid beräkning av verkningsgraden skall effektförlusterna i fältlindningen beaktas. (3 poäng)
- Beräkna motorns moment och ankarström vid startögonblicket om polspänningen vid detta tillfälle är $5\ \text{V}$. (3 poäng)
- Vilken hastighet kommer motorn att anta vid stationär drift om ankarspänningen är $5\ \text{V}$. (3 poäng)

Uppgift 3. Betrakta en separatmagnetiserad likströmsmaskin med märkspänning $V_{a,\text{rated}}$, märkström $I_{a,\text{rated}}$ och märkvinkelhastighet $\omega_{m,\text{rated}}$. För att få maximalt varvtalsområde används ankarspänningsreglering för hastigheter upp till märkhastighet, dvs för $\omega_m \leq \omega_{m,\text{rated}}$, och fältförsvagning för hastigheter över märkhastighet, dvs för $\omega_m > \omega_{m,\text{rated}}$. Den inducerade spänningen E_a får approximeras med ankarspänningen V_a , dvs $E_a \approx V_a$, och mättningsfenomen får försummas.

- Bestäm beroendet mellan ankarspänningen V_a och vinkelhastigheten ω_m då $\omega_m \leq \omega_{m,\text{rated}}$ samt beroendet mellan fältströmmen I_f och ω_m då $\omega_m > \omega_{m,\text{rated}}$. (3 poäng)
- Bestäm och skissa hur den maximala effekten för långvarig stationär drift beror på vinkelhastigheten. (3 poäng)

Uppgift 4. En 1000-kVA , 4-kV , 50-Hz , trefas, 8-polig synkronmotor drivs med en trefas växelriktare med konstant V/Hz förhållande och variabel frekvens. Synkronmotorn har en synkronreaktans på $20\ \Omega/\text{fas}$ vid märkfrekvens. Tomgångspänningen antar märkspänning vid generatordrift med märkhastighet och fältström på $80\ \text{A}$.

- Beräkna motorns märkhastighet i varv/min. (2 poäng)
- Beräkna motorns märkström. (2 poäng)
- Beräkna den fältström som krävs för att köra med effektfaktor 1 när motorn arbetar med märkspänning, märkhastighet och en effekt på $600\ \text{kW}$. (3 poäng)
- Antag att motorns hastighet skall ändras till $500\ \text{varv/min}$. Vilken frekvens och spänning skall växelriktaren ställas in på? (2 poäng)



Figur 2: Genomsnitt av en reluktansmaskin.

Uppgift 5. Figur 2 visar ett tvärsnitt av en reluktansmaskin med 4 rotorpoler och 6 statorpoler. På statorns 3 polpar sitter lindningar a , b och c och deras magnetiska axlar ses i figuren. De tre lindningarna är konstruerade på samma sätt men figuren visar bara a -lindningens koppling med streckade kurvor. a -lindningen har lika många lindningsvarv på den övre som på den undre polen. Vinkeln θ betecknar vinkeln på rotorn räknad från a -axeln. I figuren är $\theta > 0$. Antag att rotorns och statorns permeabilitet är oändlig och att allt flöde som passerar luftgapen går radiellt genom luftgapen. För polparet kopplat till a -axeln går flödet alltså radiellt genom de i ljusgrått markerade ytorna i figuren.

- Ange en ordning på hur lindningarna a , b och c ska strömsättas för att rotorn ska rotera från $\theta = 0$ till $\theta = 2\pi$. Var noga med att ange hela följden så att rotorn roterar exakt ett varv i positiv θ -riktning. Spelar det någon roll vilken riktning strömmen har när lindningarna strömsätts? (3 poäng)
- Rita det magnetiska kretsschemat som motsvarar geometrin i figuren. Var noga med att beskriva vad införda reluktanser $\mathcal{R}_i$, magnetiska flöden ϕ_i och magnetomotoriska krafter $\mathcal{F}_i$ motsvarar i figuren. Tips: Magnetiska kretsscheman är analoga med elektriska kretsscheman. (3 poäng)
- Antag att det går en ström i lindning a , men ej i lindning b eller c . Teckna och förenkla så långt som möjligt luftgapsflödena till polerna numrerade 2, 3, 5 och 6 i figuren. (2 poäng)