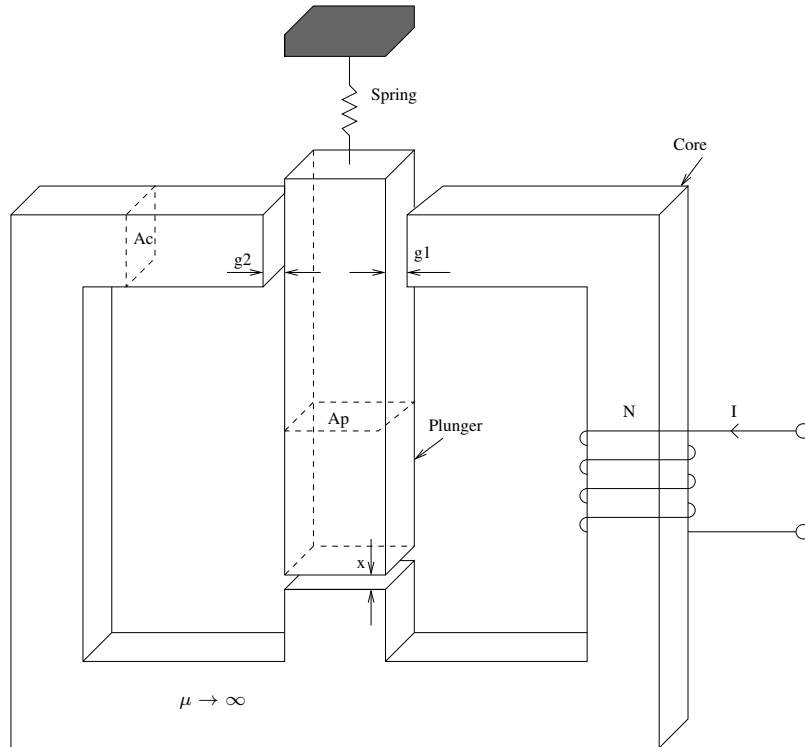


Försättsblad till skriftlig tentamen vid Linköpings universitet



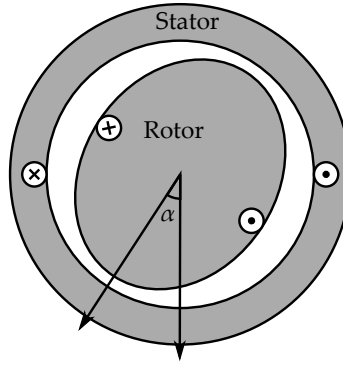
Datum för tentamen	2017-06-05
Sal (1)	<u>G35(10)</u>
Tid	14-18
Kurskod	TSFS04
Provkod	TEN1
Kursnamn/benämning Provnamn/benämning	Elektriska drivsystem Skriftlig tentamen
Institution	ISY
Antal uppgifter som ingår i tentamen	5
Jour/Kursansvarig Ange vem som besöker salen	Mattias Krysander, mattias.krysander@liu.se
Telefon under skrivtiden	073-2701825
Besöker salen ca klockan	Endast tillgänglig på telefon.
Kursadministratör/kontaktperson (namn + tfnr + mailaddress)	Mattias Krysander, 073-2701825, mattias.krysander@liu.se
Tillåtna hjälpmedel	TeFyMa, Beta Mathematics Handbook, Physics Handbook, Formelsamling - Elektriska drivsystem samt miniräknare.
Övrigt	Totalt: 40 poäng Preliminära betygsgränser Betyg 3 - 18 poäng Betyg 4 - 25 poäng Betyg 5 - 30 poäng
Antal exemplar i påsen	



Figur 1: Skiss över magnetisk krets med kärna och pendel.

Uppgift 1. Betrakta den magnetiska kretsen i figur 1. Pendeln/staven har begränsad rörelsefrihet och kan endast röra sig vertikalt ($g_1 = g_2 = \text{konst.}$). Pendeln hänger i en fjäder med fjäderkonstanten $k = 5,0 \text{ N/m}$. Areorna för pendeln och kärnan är lika $A_c = A_p = 1 \text{ cm}^2$, lindningsvarvtalet $N = 100$, strömmen $I = 1 \text{ A}$ och luftgapen $g_i = 1,0 \text{ mm}$. Jämviktspunkten för systemet visar sig vara $x = 1,0 \text{ mm}$. Järnets permeabilitet kan betraktas som oändlig.

- Räkna ut flödestätheterna B_{g_1} , B_{g_2} och B_x för de tre luftgapen i jämviktsläget. (3 poäng)
- Räkna ut spolens induktans $L(x)$ som funktion av x samt den magnetiska kraften som drar pendeln nedåt. (3 poäng)
- På grund av slitage i infästningen så flyttar sig pendeln så att luftgapet $g_2 = 0$. Hur stor blir kraften nu? Bortse från friktion och anta att $x = 1,0 \text{ mm}$ fortfarande gäller approximativt för jämviktsläget. (2 poäng)



Figur 2: Principskiss över rotor och stator.

Uppgift 2. Betrakta motorskissen i figur 2. Någon har mätt upp statorns självinduktans, L_{ss} , rotorns självinduktans, L_{rr} , och ömseinduktansen L_{sr} . Tyvärr är det inte antecknat vilket mätvärde som hör ihop med vilken induktans. De tre uppmätta värdena är:

$$\begin{aligned} L_a &= \cos \alpha & \text{H} \\ L_b &= 4 \cdot 10^{-3} & \text{H} \\ L_c &= 2 + 2 \cos 2\alpha & \text{H} \end{aligned}$$

Lindningarna kan matas med likström i de markerade riktningarna så att strömstyrkan i rotorlindningen är 1 A samt 0.1 A i statorlindning.

- Vilken av induktanserna L_a , L_b och L_c svarar mot L_{ss} , L_{rr} , respektive L_{sr} ? Motivering krävs för poäng. (2 poäng)
- Det räcker att strömsätta en av lindningarna för att få ett moment på rotorn. Ange vilken lindning som skall strömsättas. Beräkna sedan för detta fall momentet som funktion av vinkeln α , beloppet av det maximala momentet samt för vilka vinklar α detta maximala momentbelopp antas. (3 poäng)
- Momentet i b)-uppgiften (utan belopp) är en periodisk funktion av α . Ange periodens längd i grader, beskriv i ord vad som genererar momentet och förklara periodens längd. (2 poäng)
- Konstruktören önskar byta ut den ena lindningen i konstruktionen i figur 2 mot en permanentmagnet. Då strömmen är avslagen i den andra lindningen får motorn inte ge något moment, oavsett vinkel α . Vilken av lindningarna ska bytas ut? Motivering krävs för poäng. (1 poäng)

Uppgift 3. En separatmagnetiserad likströmsmotor driver via en växel en lyftkran. Motorns magnetiska flöde är konstant och dess ankarresistans är $0,55 \Omega$. Kranen lyfter en viss last med lyfthastigheten $0,45 \text{ m/s}$ vid ankarspänningen 130 V . Ankarströmmen är då 40 A . Bortse från borstspänningsfall och friktion samt anta att maskinen är linjär. Det råder ett linjärt samband mellan motorns vinkelhastighet ω och kranens lyfthastighet v enligt sambandet $v = r\omega$ där r är en konstant. Vidare gäller ett linjärt samband mellan kranens lyftkraft f och motorns moment T enligt $T = fr$.

- Hur stor ankarspänning behövs för att lyfta samma last med hastigheten $1,5 \text{ m/s}$? (3 poäng)
- Hur stor ankarspänning behövs för att lyfta en last med dubbla massan i hastigheten $1,5 \text{ m/s}$? (2 poäng)
- Vid start får inte ankarströmmen överstiga 60 A . Beräkna största tillåtna startspänning samt största möjliga lyftkraft vid start. (3 poäng)

Uppgift 4. En tvåpolig asynkronmaskin inkopplas till en last med konstant moment, dvs $T_{Load} = konst.$ Vid huvudspänning 400 V, $f = 50$ Hz, så drar maskinen 2 kW. Varvtalet är då $n = 2920$ rpm och friktionsförlusterna är försumbara. Motorns rotorresistans är $R_2 = 0.6 \Omega$ och dess reaktans är $X_2 = 1 \Omega$. Nu ska en varvtalsstyrning införskaffas till maskinen och som ansvarig för införskaffandet så bör man känna till vilka alternativ som står till buds.

- a) Beskriv tre **principiellt olika** metoder för varvtalsstyrning av en asynkronmaskin. Ange för de olika metoderna grundprincipen samt minst en för- och nackdel. (4 poäng)
- b) För att maskinens hastighet skall stämma bättre med övrig utrustning så skall varvtalet på asynkronmaskinen sänkas från $n = 2920$ till $n = 2850$ rpm. Välj en av styrmetoderna ovan och räkna ut nya värden på de storheter som ändras. Det är tillåtet att anta små slip samt försumma statorns resistans R_1 i räkningarna. (4 poäng)

Uppgift 5. En synkronmotor är inkopplad på ett starkt trefasnät med huvudspänningen 660V. När motorn förbrukar 114 kW är strömstyrkan 150 A. Om man ökar magnetiseringen finner man att statorströmmen ökar för samma last. Synkronreaktansen är $X_s = 2,00 \Omega$, resistansen R_a och tomgångsförlusterna är försumbara.

- a) Är motorn över-, under- eller perfekt magnetiserad. (2 poäng)
- b) Vad är största effekten som motorn kan leverera kortvarigt för denna magnetiseringsström? (Tänk på att motorn är tre-fasig.) (4 poäng)
- c) Vad är effektvinkeln för det aktuella lastfallet? (2 poäng)