

Tentamen Elektriska Kretsar och Elenergi för Z2 (RRY135).

2019-08-18, 14:00-18:00.

Institutionen för Rymd-, geo- och miljövetenskap.

Ansvarig lärare:

Leif Eriksson, examinator, tillgänglig i Zoom

Emma Arfa Grunditz, tillgänglig i Zoom

Betygsgränser (av maximalt 50 poäng):

Betyg 3: 20 poäng

Betyg 4: 30 poäng

Betyg 5: 40 poäng

Betygsgränserna kan komma att justeras.

Granskning: Tid och plats anslås i omtentorummet i Canvas.

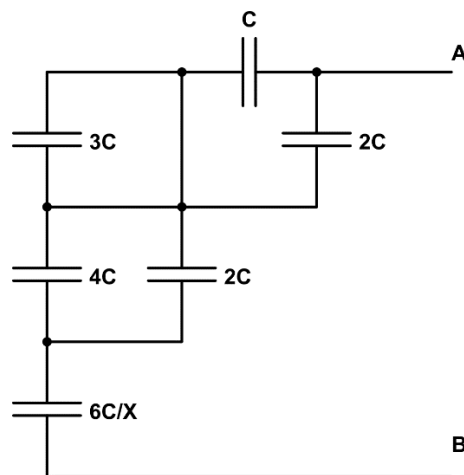
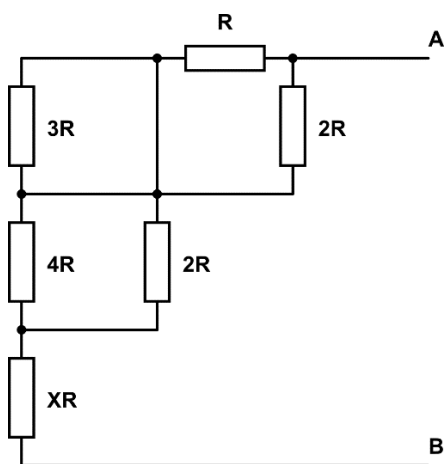
Instruktioner

- Var inloggad via **Zoom på Chalmers under hela tentan.**
- Kolla med jämna mellanrum att din kamera är inriktad rätt så du syns i Zoom.
- Tentatesen blir tillgänglig i Canvas 14:00.
- Tentatiden är slut 18:00 och då måste ni sluta skriva. Ni har sedan tid till 18:15 för att lämna in era skannade lösningar och svar. Systemet kommer bara att godkänna filer i PDF-format. Inlämningstiden kommer inte att förlängas pga. krångel med dokumentskanning, konvertering till en PDF-fil eller uppladdning av filer. Undantag gäller de som fått förlängd tentatid godkänd. Dessa är registrerade och har fått individuell info.
- Lösningar till tentamensproblem skall skrivas på lösa papper, som vid en vanlig salstentamen.
- Det är tillåtet att skriva och rita sina lösningar och svar för hand på en digital skrivplatta, om det går att spara och ladda upp som en pdf-fil
- Märk varje papperssida tydligt med:
 - ditt namn
 - tentamensuppgiftens nummer
 - sidnummer.
- Scanna eller fotografera dina lösningar. Tänk på att:
 - ha god belysning för att undvika skuggor och oskärpa
 - ha ett plant underlag
 - gärna använda en dokumentskannings-app, t.ex. CamScanner eller Genius Scan.
 - se till att alla inlämnade svar och lösningar är läsbara!
- Alla lösningar och svar lämnas in i en enda PDF-fil, namngiven enligt "Efternamn_Förnamn_RRY135_Tenta.pdf. Systemet godkänner bara filer i PDF-format.
- Skicka in dina lösningar genom att ladda upp pdf-filen via Canvas.
- Kom ihåg! Rita tydliga figurer med referensriktningar och beteckningar. Dimensionskontroll, Motiveringar. Om uppgifter saknas i problemtexten, gör då själv rimliga antaganden.
- Alla hjälpmedel tillåtna utom samarbete

1. Kretsberäkningar (3 p)

Beräkna den ekvivalenta resistansen R_{AB} för den vänstra kretsen och den ekvivalenta kapacitansen C_{AB} för den högra kretsen. Utryck dina svar i R respektive C. Sätt värdet på X lika med din födelsemånad (är du född i december är $XR = 12R$ och $6C/X = 6C/12 = C/2$).

(3 p)



2. Likströmskrets (6 p)

Kretsen nedan befinner sig i stationärtillstånd när strömbrytaren SB sluts vid $t=0$.

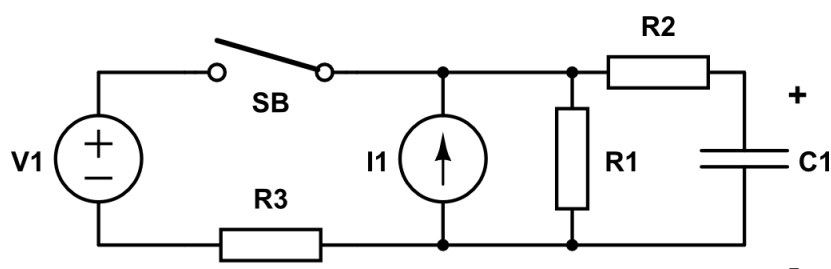
Sätt $V_1 = -120$ V, $I_1 = 0,1$ A, $R_1 = 300$ Ω , $R_2 = 200$ Ω , $R_3 = 600$ Ω , $C_1 = 100$ nF.

a) Bestäm spänningen $v_C(t)$ över kondensatorn vid $t=0$

(2 p)

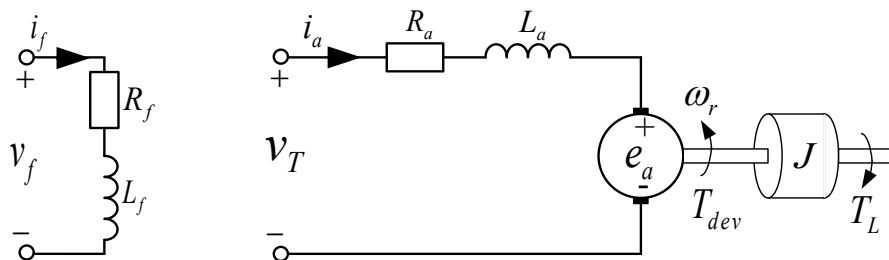
b) Bestäm $v_C(t)$ för alla $t > 0$

(4 p)



3. Likströmsmaskin (8 p)

En separatmagnetiserad likströmsmaskin, enligt figuren nedan, driver en fläkt vars vridmoment är proportionellt mot varvtalet enligt $T_L = b \cdot \omega_r$ där $b = 0.002 \text{ Nm s/rad}$.



Ankarlindningen är kopplad till en ställbar spänningskälla som har fyra lägen på sin utspänning, enligt tabellen nedan där MM är din födelsemånad, dvs. MM är inom intervallet 1-12.

	Dina värden	Exempel värden för MM=6	Exempel värden för MM=12
Läge 1	0 V	0 V	0 V
Läge 2	$5 + \text{MM}/10 \text{ V}$	5,6 V	5,12 V
Läge 3	$10 + \text{MM}/10 \text{ V}$	10,6 V	10,12 V
Läge 4	$15 + \text{MM}/10 \text{ V}$	15,6 V	15,12 V

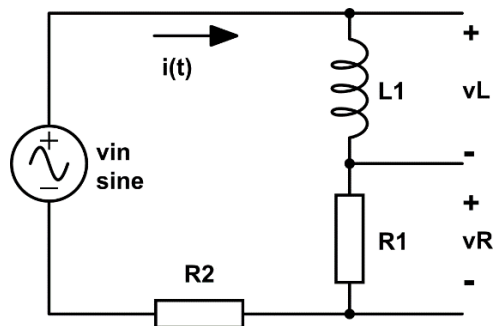
Vid läge 2 är maskinens tomgångsvarvtal 800 rpm och fläkten snurrar med 670 rpm. Maskinens märkström är 10 A och märkspänningen 15 V.

- Beräkna maskinens ankarresistans R_a och det länkade flödet $\lambda = K\phi$. (2p)
- Rita maskinens moment-varvtalskaraktäristik för de fyra lägena på den matande spänningen, samt lastens moment-varvtalskaraktäristik i samma figur. Märk även ut numeriska värden vid skärningspunkter med moment- och varvtalsaxlarna, samt beräkna de varvtal som maskinen kan driva lasten på. (Om a) ej kunde lösas, kan du anta $R_a = 0.2 \text{ ohm}$, $L_a = 0.3 \text{ mH}$, $\lambda = 0.07 \text{ Wb}$, $J = 0.0001 \text{ kgm}^2$.) (4p)
- Genom att sänka fältströmmen kan elmaskinen nå högre varvtal, på bekostnad av att det producerade vridmoment då inte kan bli lika högt. Vilket är det högsta varvtal som maskinen kan driva fläkten på utan att märkspänningen eller märkströmmen överskrids? (2p)

4. Växelströmskrets (12 p)

En växelströmskrets kopplas så att den har två alternativa utgångar. Spänningskällan $v_{in}(t) = 10 \cos(\omega t)$ V har variabel vinkelfrekvens ω . Sätt $L_1 = 4$ mH, $R_1 = 80 \Omega$ och $R_2 = 20 \Omega$

- Beräkna strömmen $i(t)$ om vinkelfrekvensen sätts till $\omega = 10$ krad/s. (2 p)
- Beräkna den vinkelfrekvens ω då spänningen v_{in} och strömmen i är fasförskjutna 60° . (2 p)
- Bestäm uttrycken för de två överföringsfunktionerna $H_L = V_L/V_{in}$ och $H_R = V_R/V_{in}$. (2 p)
- H_L och H_R motsvarar två filter. Beräkna deras respektive brytfrekvenser och förklara vilken typ av filter de är (motivering krävs). (3 p)
- Rita asymptotiska Bodediagram (amplitud och fas) för H_L och H_R . Brytfrekvenser, dämpningar och fasvridningar skall anges. (3 p)



5. Buck/boost+EM (7 p)

Du har fått i uppdrag att bygga en prototyp i form av en likspänningskälla som ska driva likströmsmaskinen till fläkten i **uppgift 3** i de 4 olika driftlägena (använd samma spänningsnivåer som i uppgift 3). Prototypen skall bestå av en dc/dc omriktare och en batteribank med uppladdningsbara batterier som skall mata omriktaren. Antag att varje batteri har en inre spänningskälla på 3,7 V och en inre resistans på 10 mΩ. För att täcka spännings- och strömbehovet parallell-kopplar du fem strängar som består av fem seriekopplade batterier var, dvs. totalt 25 batterier.

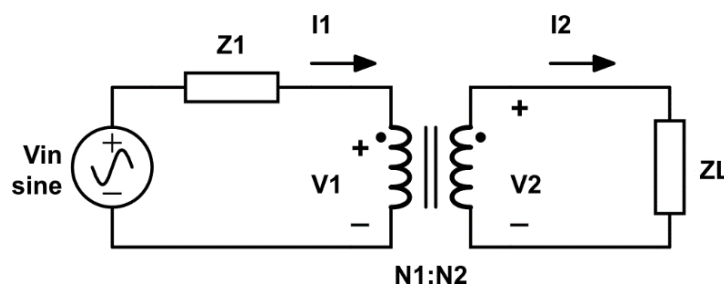
- Motivera vilken typ av omvandlare du väljer; Buck eller Boost, och beräkna omriktarens duty-cycle för de fyra driftfallen. (2p)
- Vad innebär att omriktaren arbetar i CCM, och varför gör vi detta antagande? (1p)
- Beräkna lämpligt värde på induktansen i omriktaren så att rippet (peak-to-peak) på strömmen genom induktansen inte överstiger 8% av dess medelvärde, då maskinen skall drivas i märkdrift och omvandlarens switchfrekvens är 30 kHz. (Om a) ej kunde lösas får du anta lämpliga värden. Om uppgift 3 ej kunde lösas, kan du anta $R_a=0.2$ ohm, $L_a = 0.3$ mH, $\lambda= 0.07$ Wb, $J=0.0001$ kgm² för likströmsmaskinen.) (2p)
- Batterierna trivs bäst i temperaturintervallet 20°C-40°C. Vid märkdrift för maskinen, beräkna för vilka omgivningstemperaturer batterierna bör värmas respektive kylas för att de ska trivas. Den termiska resistansen mellan batteriets kärna och dess kapsling $R_{t,kk}$ samt mellan kapslingen och omgivningen $R_{t,ko}$ ges av dina persondata (ÅÅÅÅMMDD) enligt tabellen nedan (2p)

	Värde med persondata
$R_{t,kk}$	2+DD/10 K/W
$R_{t,ko}$	3+DD/10 K/W

6. Transformatorberäkningar (6 p)

En växelspänningskälla $v_{in}(t)=12\cos(1000t)$ V och en impedans Z_1 kopplas till en last Z_L via en transformator. Antag att transformatorn är ideal.

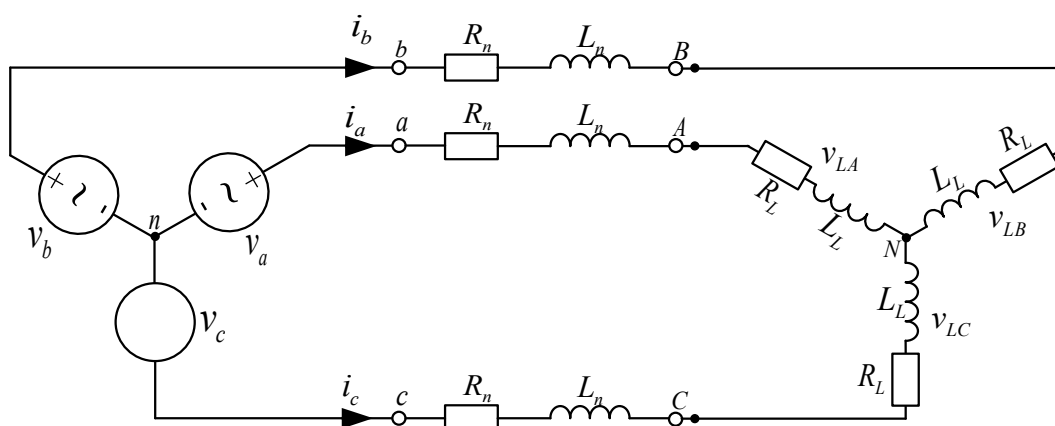
- Sätt $Z_1 = R_1 = 20 \Omega$ och $Z_L = R_L = 180 \Omega$. Bestäm $n=N_1/N_2$ som ger maximal effekt till lasten R_L och beräkna den maximala effekten P_{RLmax} . (3 p)
- Beräkna $i_2(t)$ och $v_2(t)$ om lasten istället består av en kondensator C_L som är parallellkopplad med ett motstånd R_L . Sätt $C_L = MM \mu F$, där MM är din födelsemånad. Använd samma värden på Z_1 och R_L som i deluppgift a). Antag att vi nu har en ideal transformator med omsättningstalet $n=1/10$. (3 p)



7. 3-fas (8 p)

I figuren nedan visas tre Thévenin ekvivalenta kretsar, en för varje fas, av elnätet i anslutningspunkten för en induktiv tre-fas last. Källans huvudspänning är 400 V RMS 50 Hz, nät- och lastimpedansen fås ur tentandens födelsedata (ÅÅÅÅMMDD) enligt tabellen nedan:

	R	L
Nät	$R_n = 0.1 + MM/10 \ \Omega$	$L_n = MM/2000 \ \text{H}$
Last	$R_L = 20 + DD \ \Omega$	$L_L = 0.1 + DD/400 \ \text{H}$



- Beräkna spänningsfallet över ledningen och lasten, samt den aktiva och reaktiva effekten som lasten drar (dvs. nätet ska ej inkluderas). (4p)
- Beräkna lastens effektfaktor (1p)
- Beräkna approximativt hur stort C som lasten skulle behöva faskompenseras med för att effektfaktorn för hela lasten skulle bli 0,95 släpande (på engelska *lagging*).
Kondensatorerna kopplas parallellt över lasten. Du kan här anta att spänningen över lasten ej påverkas av faskompenseringen. (2p)
- Förklara varför beräkningen i c) inte är helt korrekt. (1p)