

Tentamen Elektriska Kretsar och Elenergi för Z2 (RRY135).

2020-01-20, 14:00-18:00.

Institutionen för Rymd-, geo- och miljövetenskap.

Ansvarig lärare:

Leif Eriksson, ankn 4856, besöker tentamen ca 15:00 och 16:30

Emma Arfa Grunditz, ankn 6010, besöker tentamen ca 15:00 och 16:30

Examinator: Leif Eriksson

Tillåtna hjälpmedel (indexeringar och markeringar är tillåtna i Formelsamling samt tabellverk):

Formelsamling: E. Palmberg "Elektriska kretsar och Elenergi".

Tabellverk: Physics Handbook, Mathematics Handbook.

Chalmersgodkänd räknare.

Betygsgränser (av maximalt 50 poäng):

Betyg 3: 20 poäng

Betyg 4: 30 poäng

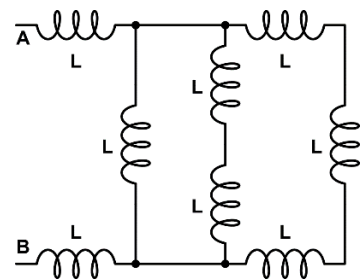
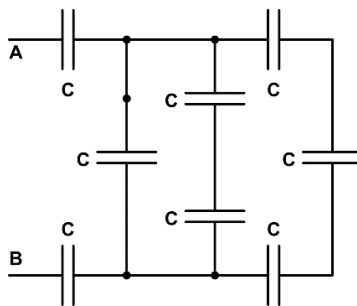
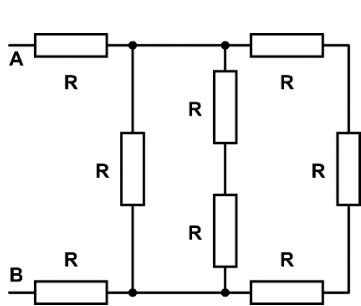
Betyg 5: 40 poäng

Granskning: Tid och plats anslås på hemsidan.

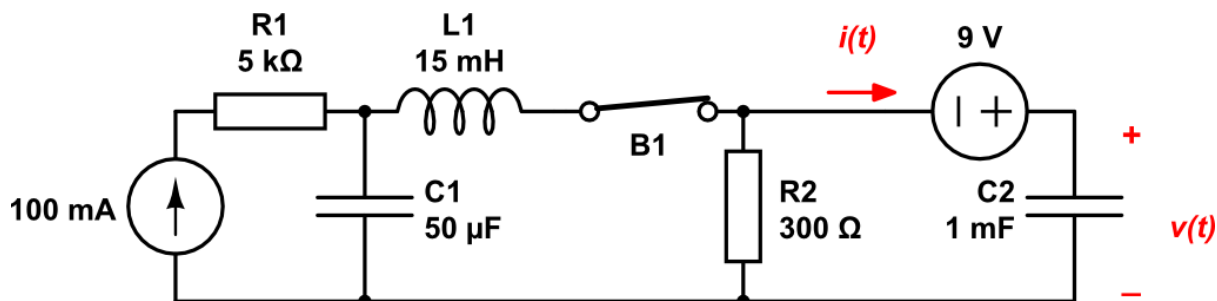
Kom ihåg! Rita tydliga figurer med referensriktningar och beteckningar.

Dimensionskontroll, Motiveringar. Om uppgifter saknas i problemtexten, gör då själv rimliga antaganden.

1. Beräkna den ekvivalenta resistansen R_{AB} för den vänstra kretsen, den ekvivalenta kapacitansen C_{AB} för den mittersta kretsen och den ekvivalenta induktansen L_{AB} för den högra kretsen. Utryck dina svar i R , C respektive L . (3p)



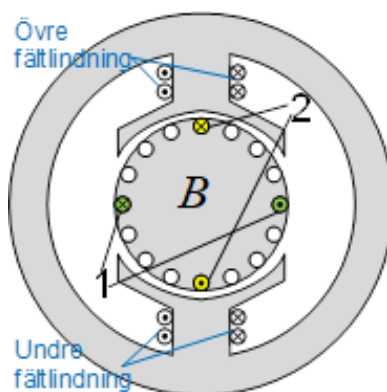
2. Kretsen nedan befinner sig i stationärtillstånd vid tiden $t=0$ då brytaren B öppnas.
- Bestäm strömmen $i(0^-)$ och spänningen $v(0^-)$ precis innan brytaren B öppnas. (2 p)
 - Bestäm den energi w_c som är lagrad i C2 vid tiden $t=0$. (1 p)
 - Bestäm $i(0^+)$ precis efter brytaren B öppnats. (1 p)
 - Bestäm $v(t)$ och $i(t)$ för $t>0$ då brytaren B öppnats. (3 p)



3. I figuren nedan visas en genomskärning av den separatmagnetiserade likströmsmaskinen med en övre och undre fältlindning samt två olika ankarlindningar markerade, 1 och 2.

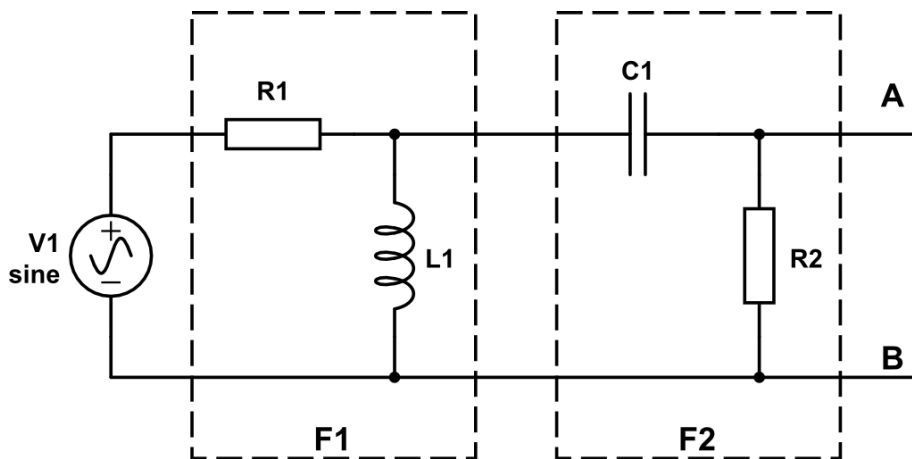
- Fältlindningen skapar ett magnetfält som kommer att ge den magnetiska flödestätheten B i rotorn. Vilken riktning genom rotorn kommer detta magnetfält att ha? (0.5p)
- Vilken lindning, 1 eller 2, skall användas för att ett vridmoment skall skapas, och åt vilket håll kommer rotorn då att rotera? (1p)
- Beskriv hur minst fyra faktorer påverkar hur stort vridmomentet blir. (1p)
- I vilken lindning induceras det högst spänning, 1 eller 2? (0.5p)

Inga beräkningar behövs göras men **svaren behöver motiveras**.

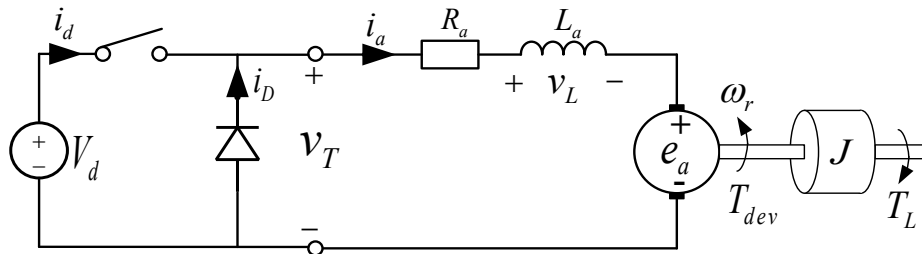


4. En krets innehåller två kaskadkopplade filter F1 och F2.
- vilken typ av filter är F1 och F2 och vilken ordningsgrad har de? (1p)
 - Skriv överföringsfunktionen H_1 för filter F1 uttryckt i R_1 , L_1 och f och överföringsfunktionen H_2 för filter F2 uttryckt i R_2 , C_1 och f . H_1 och H_2 ska skrivas på formen

$$H(f) = \frac{j(\frac{f}{f_B})}{1+j(\frac{f}{f_B})}, \quad (4p)$$
 - Beräkna brytfrekvensen f_{B2} för F2 om $R_2 = 500 \Omega$ och $C_1 = 159 \text{ nF}$. (1p)
 - Sätt $R_1 = 500 \Omega$. Välj värde på L_1 så att F1 får samma brytfrekvens som F2 får med komponentvärdena i deluppgift c). (1p)
 - Om komponenterna i F1 och F2 väljs så att brytfrekvensen f_{B2} för F2 är dubbelt så hög som f_{B1} för F1, dvs $f_{B2} = 2f_{B1}$, rita ett Bodediagram som visar asymptoterna för den totala dämpning/förstärkning $|H_{12}|_{dB}$ som uppmäts på utgången AB. De två brytfrekvenserna f_{B1} och f_{B2} måste visas i Bodediagrammet. (2p)

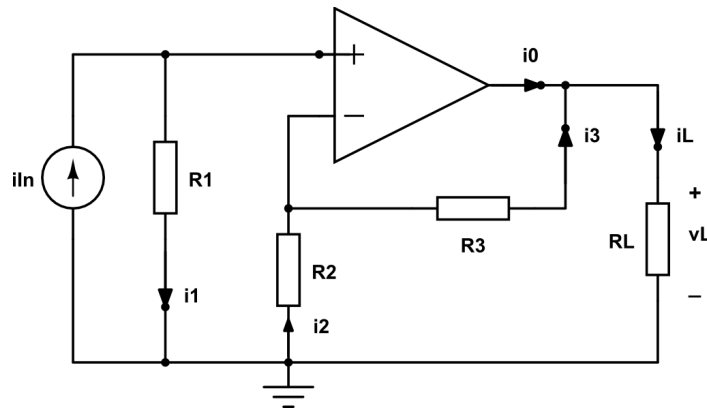


5. En permanentmagnetiserad likströmsmaskin enligt figuren nedan har parametrarna: $R_a=1 \Omega$, $L_a=100 \mu\text{H}$ och $\lambda=K\phi=0.1 \text{ Wb}$ (konstant), $J=0.0001 \text{ kg m}^2$. Maskinen driver en fläkt som har momentkarakteristiken $T_L = b\omega_r^2 \text{ Nm}$, $b=10^{-5}$. För att kunna styra varvtalet på maskinen är den kopplad till en nerspänningsomvandlare enligt figuren nedan, med en inspänning $V_d=14 \text{ V}$. Nerspänningsomvandlarens utspänning är maskinens mot-emk, e_a och omvandlarens switch och diod kan anses vara förlustfria. Den termiska resistansen mellan lindningen och maskinens omgivning är 0.8 K/W .

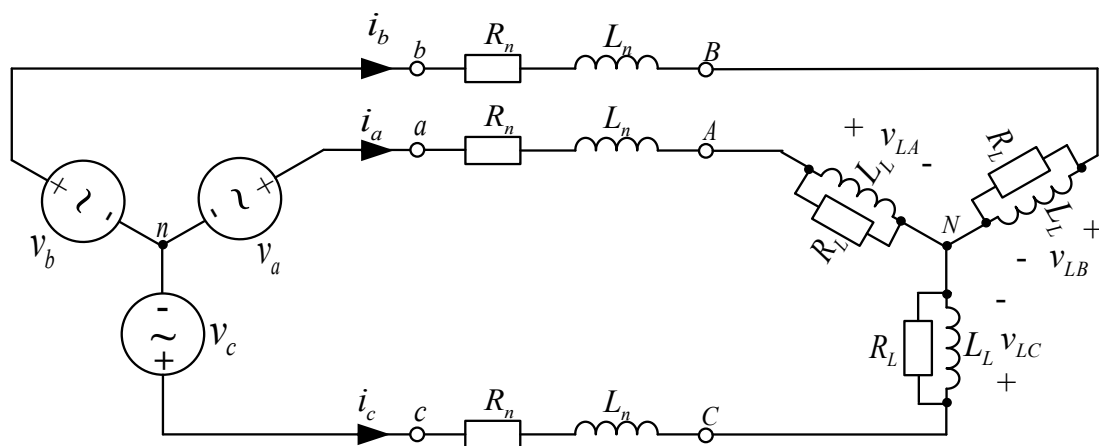


- Om nerspänningsomvandlarens switch är på hela tiden, beräkna maskinens varvtal, ankarström och den mekaniska effekt som fläkten mottar (3p)
- Switchen i nerspänningsomvandlaren switchas nu med en periodtid på T . Antag en duty cycle (D) och skissera strömmen genom dioden $i_D(t)$, inströmmen $i_d(t)$, strömmen genom induktansen $i_a(t)$, spänningen över induktansen $v_L(t)$, ankarspänningen $v_T(t)$ samt spänningen över switchen $v_{sw}(t)$, för en periodtid. Glöm ej att sätta ut relevanta storheter på y och x-axlarna samt referenserna för strömmarna i figuren. Maskinens ankarresistans kan i denna uppgift försummas, dvs. $R_a=0$ och mot-emkn kan anses konstant. (3p)
- Härled sambandet mellan maskinens varvtal och nerspänningsomvandlarens inspänning (ω_r/V_d) som en funktion av duty cycle (D), och specificera utgångspunkten tydligt. Maskinens ankarresistans kan i denna uppgift försummas, dvs. $R_a=0$. (2p)
- Det lägsta varvtal som fläkten används vid är $\omega_r=100 \text{ rad/s}$. Beräkna det lägsta värdet på switchfrekvensen, $f=1/T$, för att omvandlaren alltid skall arbeta i CCM. Maskinens ankarresistans kan i denna uppgift försummas, dvs. $R_a=0$. (3p)
- Fläkten är inställd på att rotera vid max-hastighet när något fastnar i fläkten så den blir stillastående. Lindningens elektriska isolering brister om lindnings-temperaturen blir för hög. Om inte hindret tas bort, eller annan åtgärd görs, ungefär hur varm blir lindningen om omgivningstemperaturen är 40°C ? Vad skulle man behöva ta hänsyn till för att räkna ut lindningens temperatur med noggrant? (2p)
- För att kunna använda drivsystemet till att även suga in luft med fläkten behöver denna kunna rotera åt andra hållet. På vilket sätt behöver det nuvarande systemet ändras för att göra detta möjligt? Motivera ditt svar. (1p)

6. En strömkälla i_{in} och en last R_L är kopplade till en operationsförstärkarkrets enligt figuren nedan. Operationsförstärkaren kan antas vara ideal. Antag att $i_{in}(t) = 5\cos(1000t)$ mA och använd följande komponentvärden: $R_1 = 2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 1\text{ k}\Omega$, $R_3 = 5\text{ k}\Omega$ och $R_L = 3\text{ k}\Omega$.
- Ange inresistans, utresistans, bandbredd och förstärkning för en ideal op-förstärkare. (1p)
 - Beräkna strömmarna $i_1(t)$, $i_2(t)$, och $i_3(t)$ genom de tre resistorerna R_1 , R_2 och R_3 . Svaren ska ges i tidsplanet. (3p)
 - Beräkna spänningen $v_L(t)$ över lasten. Svaret ska ges i tidsplanet. (1p)
 - Beräkna förstärkningen G som förstärkarkretsen (OP, R_2 och R_3) ger. Ge svaret i dB. (1p)
 - Beräkna medeleffekten i lasten. Ange också om lasten mottar eller avger effekt. (1p)



7. Ett företag vill ha hjälp av dig att faskompensera en induktiv 3-fas last. I figuren nedan visas tre Thévenin ekvivalenta kretsar, en för varje fas, av elnätet i anslutningspunkten för lasten. Tomgångsspänningen är 400 V RMS huvudspänning 50 Hz, nätimpedansen är $R_n=0.5\ \Omega$, $L_n=3.5\text{mH}$ och lastimpedansen är $R_L=40\ \Omega$, $L_L=100\text{mH}$.



- Beräkna den aktiva och reaktiva effekten ifrån spänningskällan, spänningsamplituden över lasten samt aktiva effektförlusterna i elnätet utan faskompensering. (3p)
- Faskompensera nu lasten så att $\cos \phi$ för lasten blir 1 och beräkna värdet på den komponent du använder för faskompenseringen. Var och hur skall den kopplas in? (2p)
- Beräkna spänningsamplituden över lasten samt den aktiva effektförlusten i elnätet med faskompensering. (2p)