

Tentamen Elektriska Kretsar och Elenergi för Z2 (RRY135).

2019-08-20, 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

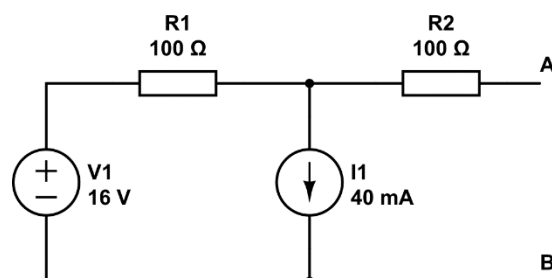
Betyg 5: 40 poäng

Granskning: Tid och plats anslås på hemsidan.

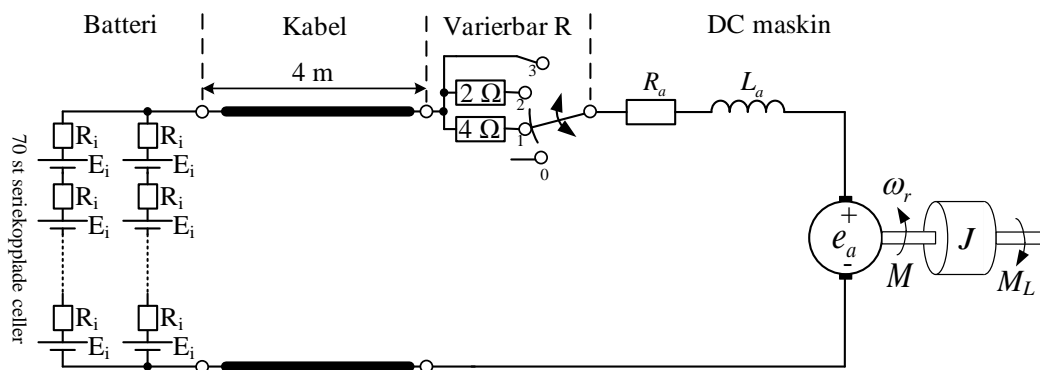
Kom ihåg! Rita tydliga figurer med referensriktningar och beteckningar.

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

1. a) Beräkna Thevenin-ekvivalenten till kretsen nedan. (2 p)
- b) Bestäm den största effekt som kan utvecklas i en resistor som kopplas mellan A och B i kretsen nedan. (2 p)
- c) En urladdad kondensator med kapacitansen $10 \mu\text{F}$ ansluts mellan A och B (lasten från deluppgift b är inte ansluten). Vad är strömmen I_C genom kondensatorn precis när den kopplats in och när den varit inkopplad så länge att stationärtillstånd uppnåtts. (2 p)
- d) Skriv upp differentialekvationen för spänningen över kondensatorn. Hitta lösningen för spänningen över kondensatorn, för alla $t \geq 0$. Sätt tidpunkten $t = 0$ då kondensatorn kopplas in. Rita även en kurva som visar spänningen över kondensatorn som funktion av tiden t . (3 p)



2. En permanentmagnetiserad likströmsmaskin har parametrarna $R_a=1.2 \Omega$ och $L_a=1.5 \text{ mH}$. Märkdata för maskinen är: $V_T=260 \text{ V}$, $I_a=23 \text{ A}$, $n_r=1850 \text{ rpm}$. Maskinen är kopplad till ett batteri genom en resistans som kan varieras i 4 steg och via en kabel enligt figuren nedan. Kabeln har en total ekvivalent resistans på 0.041Ω . Batteriet består av 2 st parallellkopplade grenar med 70 st seriekopplade celler i varje gren enligt figuren nedan. Cellerna har en cellspänning på $E_i=3.7 \text{ V}$ och en intern resistans på $R_i=20 \text{ m}\Omega$.



- a) Rita det ekvivalenta kretsschemat för denna krets i stationärtillstånd (Tips: Gör först om batteriet till en ekvivalent Thévenin krets och slå sedan ihop alla resistanser till en ekvivalent resistans) och beräkna den ekvivalenta Thévenin spänningen för batteriet och de 4 resistansvärdena för den ekvivalenta resistansen, ett värde per steg. (2 p)
- b) Beräkna maskinens länkade flöde, λ , samt märkmoment. Beräkningsstegen måste visas. (2 p)

Om inte uppgift b) kunde lösas kan följande värden användas: länkat flöde $\lambda=1.2 \text{ Wb}$, märkmoment $M_{\text{märk}} = 27.6 \text{ Nm}$.

- c) För steg 1, 2 och 3 för resistansen, beräkna maskinens tomgångsvarvtal och varvtal vid märkmoment. Rita maskinens moment-varvtalskurvor för de 3 lägena. (3 p)
- d) Maskinen driver en omrörare med ett lastmoment proportionellt mot varvtalet, $M_L=0.14\omega_r$. Rita in lastens moment och varvtalskaraktistik i figuren från fråga c) samt beräkna det högsta varvtalet som maskinen kan nå. (2 p)
- e) Beskriv hur omkopplaren skall ändras för att starten skall bli så mjuk som möjligt, använd figuren från uppgift c). (2 p)

3. En sinusformad spänningskälla $v(t)=10\cos(\omega t)$ V är kopplad till en krets enligt figur. Antag att $C_2=3\cdot C_1$.

a) Du har tillgång till en låda kondensatorer med kapacitansen 1 nF. Antag att $C_1 = 1$ nF. Hur skulle du koppla ihop kondensatorer ifrån lådan så att den totala impedansen för dessa kondensatorer blir den samma som den totala impedansen för de två seriekopplade kondensatorerna C_1 och C_2 i kretsen nedan. Rita kretsen som den skulle se ut med 1 nF kondensatorer.

(1 p)

b) Beräkna inimpedansen $Z_{in}(\omega)$ som spänningskällan ser. Ange impedansen på rektangulär komplex form. Ange svaret uttryckt i L_1 , C_1 , R_1 och ω .

(2 p)

c) Värdena på komponenterna i kretsen kan väljas så att man får ett filter som släpper igenom frekvenser mellan $f_L = 90$ kHz och $f_H = 110$ kHz, men dämpar ut frekvenser som är lägre än f_L eller högre än f_H . Om vi antar att $C_1 = 1$ nF, vad blir värdena på L_1 och R_1 ?

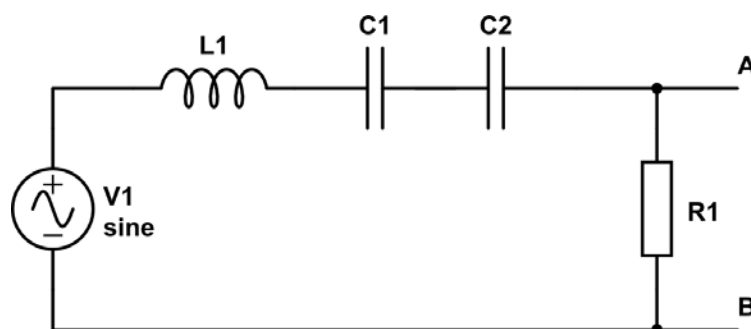
(3 p)

d) Beräkna spänningen över R_1 $v_{R_1}(t)$ i tidsplanet vid $\omega = 1 \cdot 10^6$ rad/s med följande komponentvärden: $R_1 = 1$ k Ω , $L_1 = 2$ mH, $C_1 = 1$ nF.

(2 p)

e) Vad får man för typ av filter om man byter plats på L_1 och R_1 ? Motivera ditt svar.

(2 p)

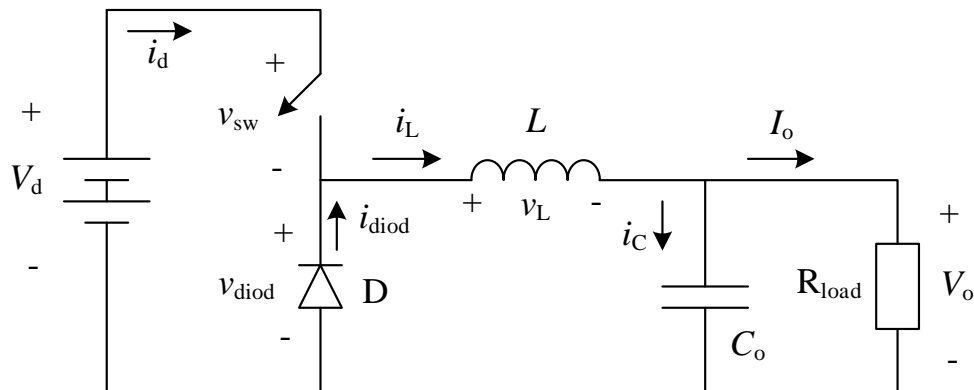


4. Betrakta nedanstående buck-omriktare. Antag att den går i CCM.

a) Skissera strömmarna $i_c(t)$, $i_d(t)$ och $i_{\text{diod}}(t)$ samt spänningarna $v_L(t)$, $v_{\text{diod}}(t)$ och $v_{\text{sw}}(t)$ för två switch perioder (T_{sw}). (3 p)

b) Härled ett uttryck för duty cyclen (D) för omriktaren som en funktion av inspänningen (V_d) och utspänningen (V_o). (2 p)

$$30V \leq V_d \leq 40V \quad V_o = 12V \quad L = 200\mu H \quad C_o = 330\mu F \quad T_{\text{sw}} = 25\mu s$$



5. I förstärkarkretsen nedan är kapacitansen C känd, $C=40$ nF. Förstärkarkretsens asymptotiska Bodediagram för amplituden av överföringsfunktionen $H(\omega)=V_{ut}/V_{in}$ visas i diagrammet nedan. Op-förstärkaren kan antas vara ideal.

Överföringsfunktionen kan skrivas på formen $H(\omega) = K \cdot \frac{1+j\frac{\omega}{\omega_2}}{1+j\frac{\omega}{\omega_1}}$ enligt:

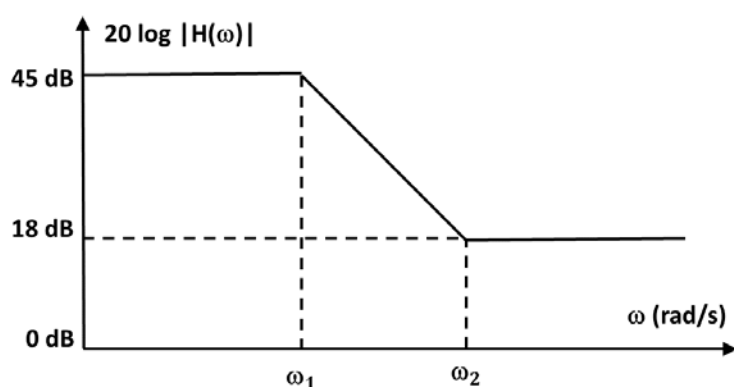
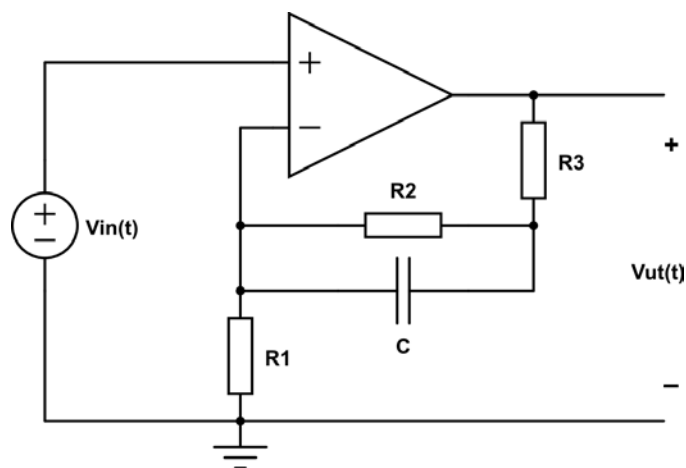
$$H(\omega) = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1} \cdot \frac{1 + j\omega C \cdot \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}}{1 + j\omega C R_2}$$

- a) I uttrycket $H(\omega) = K \cdot \frac{1+j\frac{\omega}{\omega_2}}{1+j\frac{\omega}{\omega_1}}$ är ω_1 och ω_2 brytvinkelfrekvenserna som syns i det asymptotiska Bodediagrammet. Ange ω_1 och ω_2 uttryckt i R_1 , R_2 , R_3 och C .

(1 p)

- b) Första brytvinkelfrekvensen är vid $\omega_1 = 2\pi \cdot 100 = 628$ rad/s. Beräkna de numeriska värdena för R_1 , R_2 , R_3 och ω_2 .

(4 p)

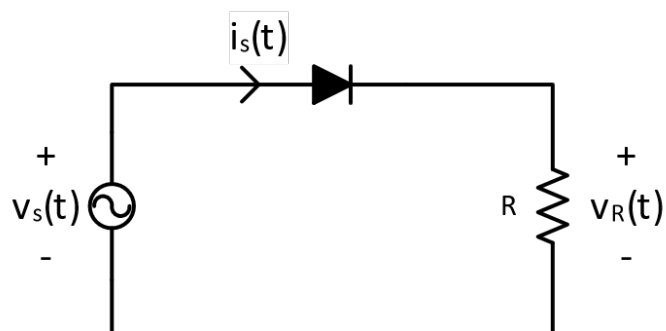


- c) Förstärkarkretsen modifieras genom att byta ut kondensatorn mot en spole med induktansen L. Bestäm överföringsfunktion $H(\omega)$ för den nya kretsen. Uttryck svaret i

R_1 , R_2 , R_3 , L och ω . Svaret ska vara skrivet på formen $H(\omega) = K \cdot \frac{1+j\frac{\omega}{\omega_2}}{1+j\frac{\omega}{\omega_1}}$.

(3 p)

6. En effektresistor är matad från en spänningskälla enligt kretsen nedan:



Dioden kan antas vara ideal.

- Skissa vågformerna $v_s(t)$, $i_s(t)$ och $v_R(t)$ under en period. (1.5 p)
- Givet att $v_s(t) = 100 \sin(\omega t)$, $R = 50 \Omega$ och $f = 50 \text{ Hz}$. Beräkna amplituden på strömmen $i_s(t)$. (1 p)
- Beräkna den genomsnittliga effektutvecklingen i resistorn. (2.5 p)
- Resistorn sitter monterad på en kylfläns där omgivningstemperaturen är $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Den termiska resistansen mellan resistorn och kylflänsen är 900 mK/W samt mellan kylflänsen till omgivningen är 1.2 K/W . Beräkna temperaturen på kylflänsen.

Om du inte har löst uppgift c). kan du anta att effekten från resistorn är 75 W . (2 p)