

Tentamen Elektriska Kretsar och Elenergi för Z2 (RRY135). 2018-04-06, 14:00-18:00. Institutionen för Rymd-, geo-, och miljövetenskap.

Ansvarig lärare:

Hans Nordman, ankn 1564, besöker tentamen ca 15:30 och 16:30

Emma Grunditz, ankn 1638, besöker tentamen ca 15:00 och 16:30

Examinator: Hans Nordman

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

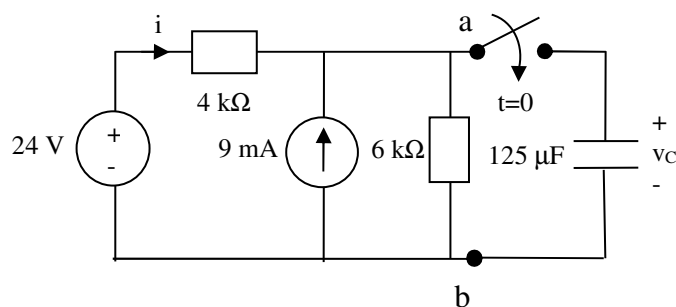
Betyg 4: 30 poäng

Betyg 5: 40 poäng

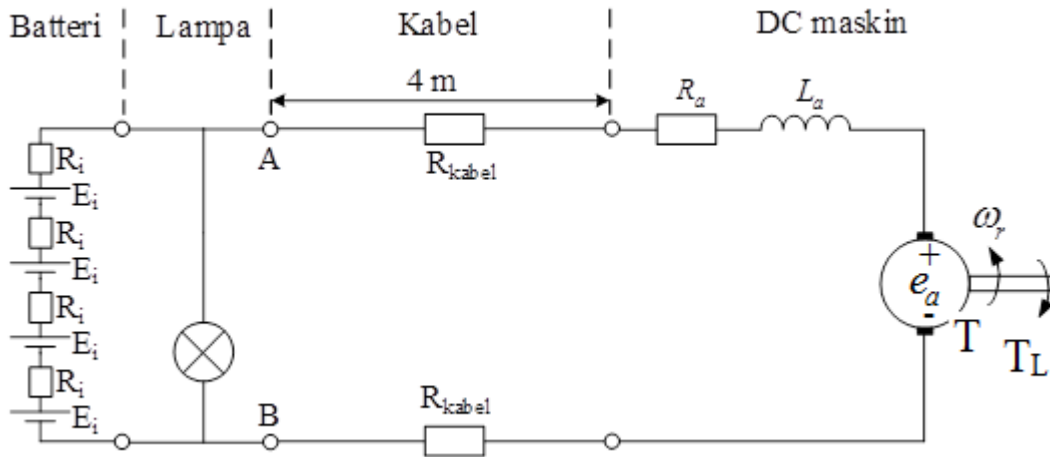
Granskning: Tid och plats anslås på hemsidan.

Kom ihåg! Rita tydliga figurer med referensriktningar och beteckningar. Dimensionskontroll, Motiveringar. Om uppgifter saknas i problemtexten, gör då själv rimliga antaganden.

- 1) I kretsen nedan råder stationärtillstånd för $t < 0$. Brytaren sluts vid $t = 0$ då kondensatorn kopplas till tvåpolen a-b. Kondensatorn är initialt oladdad, $v_c(0) = 0$ V.
 - a) Bestäm strömmen i genom $4\text{ k}\Omega$ resistansen och effekterna ($P_{24\text{V}}$ och $P_{9\text{mA}}$) som källorna avger eller mottar för $t < 0$, innan kondensatorn kopplats in. (3p)
 - b) Bestäm Thevenin-ekvivalenten till tvåpolen a-b för $t < 0$, innan kondensatorn kopplats in. (3p)
 - c) Bestäm och skissa $v_c(t)$ för $t \geq 0$. (3p)



- 2) En permanentmagnetiserad DC maskin matas via en kabel av ett batteri och parallellt med DC maskinen och kabeln matas även en arbetslampa av batteriet. Uppkopplingen visas i figuren nedan.



Batteriet består av 4 st seriekopplade celler där varje cell har $R_i=15 \text{ m}\Omega$ och $E_i=3.7 \text{ V}$.

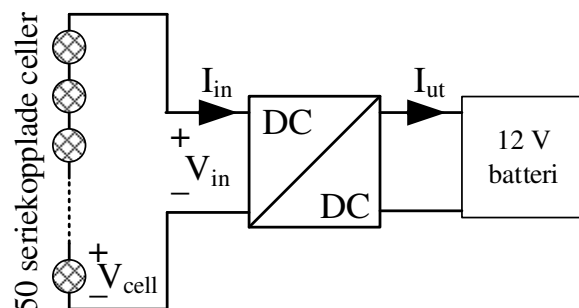
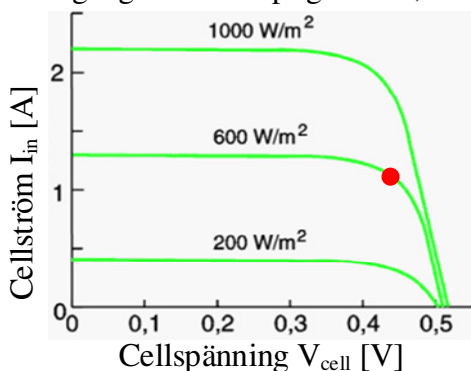
Lampan har en ekvivalent resistans på 2Ω .

Kabelns resistans är $R_{\text{kabel}}=0.1 \Omega$.

DC maskinen har parametrarna: $R_a=0.1 \Omega$, $L_a=0.2 \text{ mH}$ och sammanlänkade flöde, $\lambda=0.08 \text{ Vs}$.

Märkspänningen är $V_T=16 \text{ V}$ och märkströmmen är 12 A .

- Beräkna maskinens varvtal vid märkdrift, det vill säga då maskinen matas med 16 V och strömmen är 12 A . (1p)
 - Beräkna maskinens tomgångsvarvtal när den är ansluten till kretsen. (2p)
 - Maskinen kopplas till en last med ett lastmoment enligt $T_L = 0.006\omega$, Nm. Beräkna maskinens varvtal och ankarström. (3p)
 - För att sänka varvtalet i c) till 700 RPM så kan en extra resistans kopplas in i kretsen. Rita schemat som visar var den skall kopplas in och beräkna dess värde. (2p)
 - Vad är nackdelen med att reglera varvtalet som i d) mot att istället sänka spänningen till maskinen genom att använda till exempel en nerspanningsomvandlare? (1p)
- 3) Din kompis vill ha hjälp med att designa en omvandlare för att kunna ladda ett 12 V batteri med 50 st seriekopplade solceller. Solcellernas spänning-ström karakteristik visas i figuren nedan. Solcellerna belastas så att dom alltid ger en utspänning mellan $0.3 - 0.5 \text{ V}$ per cell. Ni har tillgång till en lämplig switch, diod och kondensator samt en induktans på $200 \mu\text{H}$.

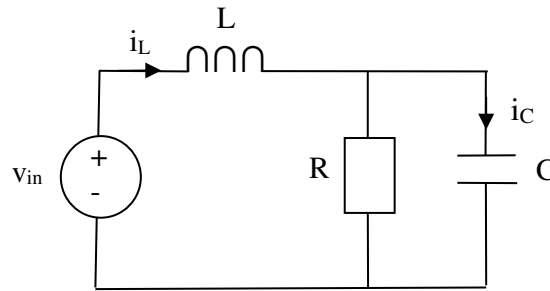


- Vilken av de två kraftelektroniska DC/DC omvandlare som behandlas i kursen skall du välja, motivera varför (1p)
- I figuren ovan är arbetspunkten för en solstrålning på 600 W/m^2 markerad som en röd cirkel. Varför väljs denna arbetspunkt på cellens spänning-ström karakteristik för 600 W/m^2 (kombination av spänning och ström)? (1p)

- c) Skissera strömmarna genom switchen, dioden och kondensatorn samt spänningarna över switchen, dioden och induktansen för två switch perioder (T_{sw}). Markera värden på x- och y-axlar. Rita även schemat för omvandlaren (se formelsamlingen) och sätt ut de strömmar och spänningar som du har ritat (3p)
- d) Härled uttrycket för duty cyclen (D) för omriktaren som en funktion av inspänning och utspänning. (2p)
- e) Av regler tekniska skäl måste omvandlaren arbeta i CCM, alltså skall strömmen genom induktansen aldrig bli noll. Beräkna inom vilket område switchfrekvensen måste ligga för att omvandlaren alltid skall arbeta i CCM, om uteffekten aldrig understiger 5 W. (3p)

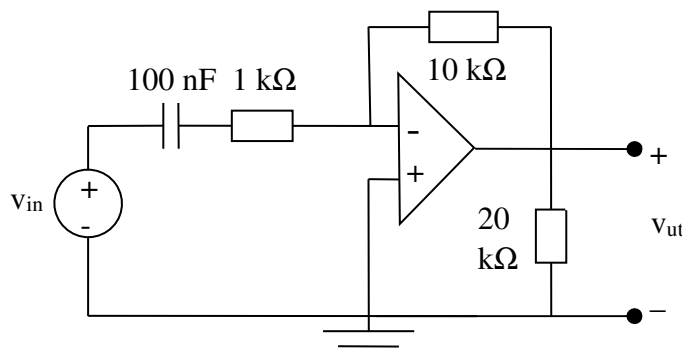
4. En spänningskälla $v_{in}=50\cos(\omega t)$ V med $\omega=5000$ rad/s ansluts till en krets med $R=100 \Omega$, $L=50$ mH och $C=2 \mu\text{F}$ enligt figur.

- a) Transformera nätet till frekvensplanet. (1p)
- b) Beräkna inimpedansen som spänningskällan ser. Är kretsen induktiv eller kapacitiv vid denna frekvens? (2p)
- c) Bestäm strömmarna $i_L(t)$ och $i_C(t)$ (i tidplanet). (3p)
- d) Antag att spänningskällans frekvens varieras. Kan resonans uppstå i kretsen? Motivera med beräkningar! (3p)



5. En sinusformad spänningskälla $v_{in}(t)=0.5\cos(\omega t)$ V med variabel vinkelfrekvens ω är ansluten till en krets med op-förstärkare enligt figur. Op-förstärkaren kan antas vara ideal.

- a) Beräkna överföringsfunktionen $H(f)=V_{ut}/V_{in}$. Vilken typ av filter är detta? Skriv om möjligt H på formen $H=k \cdot jf/f_B/(1+jf/f_B)$ eller $H=k \cdot 1/(1+jf/f_B)$. Beräkna $v_{ut}(t)$ (i tidplanet) för $f=f_B$. (4p)
- b) Vad är skillnaden mellan en verklig op-förstärkaren och den ideala modellen av densamma. Ange minst 3 egenskaper som skiljer. (1p)
- c) Skissa ett asymptotiskt Bodediagram för beloppet av H. (3p)



Vänd!

- 6) En Y-kopplad 3-fas asynkronmotor är ansluten till ett 50 Hz elnät med en huvudspänning på 400 V RMS och den driver en varierande last. Asynkronmotorns märkdata är $V_s=400$ V 50 Hz, $I_s=9.1$ A, $\cos \varphi = 0.8$, $P_{dev}=4$ kW, $n_m=1442$ RPM och har följande parametrar vid en statorfrekvens på 50 Hz $R_s=1.33 \Omega$, $X_s=2.54 \Omega$, $X_m=42.4 \Omega$, $X'_r=2.54 \Omega$, $R'_r=1.24 \Omega$. I formelsamlingen visas asynkronmotorns ekvivalenta krets för en fas.
- a) Beräkna den aktiva och reaktiva effekt som maskinen tar från elnätet i tomgång, det vill säga då rotorns varvtal är lika med det synkrona varvtalet ($n_s=n_m$). (2p)
- b) Rita schemat för hur maskinen skall faskompenseras och beräkna värdet på komponenten som skall användas. (3p)