

# Tentamen Elektriska Kretsar och Elenergi för Z2 (RRY135). 2015-01-14, 14:00-18:00. Institutionen för Rymd och geovetenskap.

Ansvarig lärare:

Hans Nordman, ankn 1564, besöker tentamen ca 15:00 och 16:30

Stefan Lundberg, ankn 1635, 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

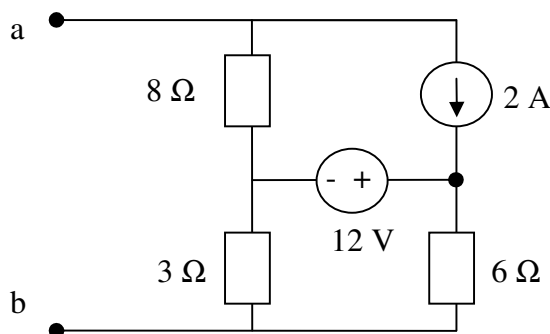
Lösningar: Anslås på hemsidan 2015-01-15.

Granskning: Tid och plats anslås senast 2015-02-03 på hemsidan.

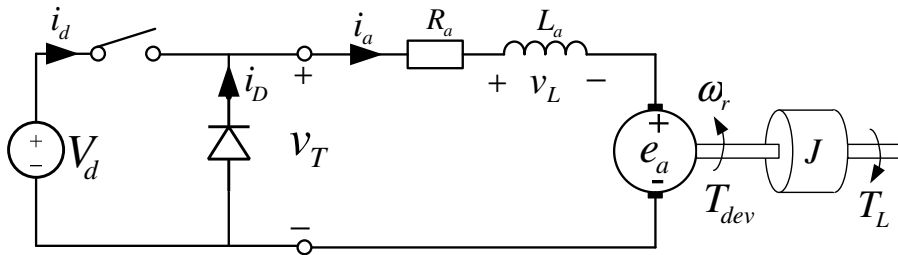
Kom ihåg! Rita tydliga figurer med referensriktningar och beteckningar. Dimensionskontroll, Motiveringar. Om uppgifter saknas i problemtexten, gör då själv rimliga antaganden.

\*\*\*\*\*

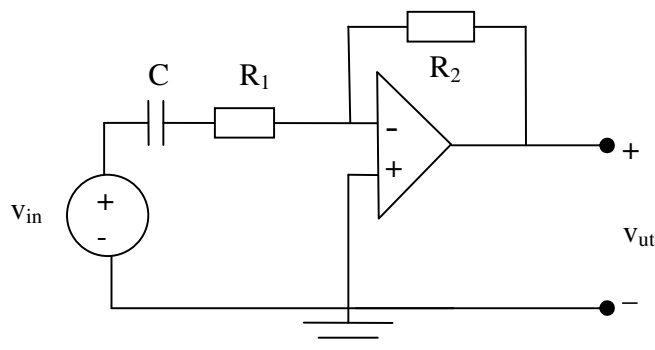
1. a) Beräkna Thevenin-ekvivalenten för tvåpolen a-b med en ideal likströmkälla på 2A och en ideal likspänningskälla på 12 V. (4p)  
b) Beräkna effekten som ström- respektive spänningskällan avger eller mottar. (3p)  
c) Hur skulle Thevenin-resistansen ändras om den ideala spänningskällan ersattes med en mer realistisk modell inkluderande en inre resistans  $R_i=2 \Omega$ . (2p)



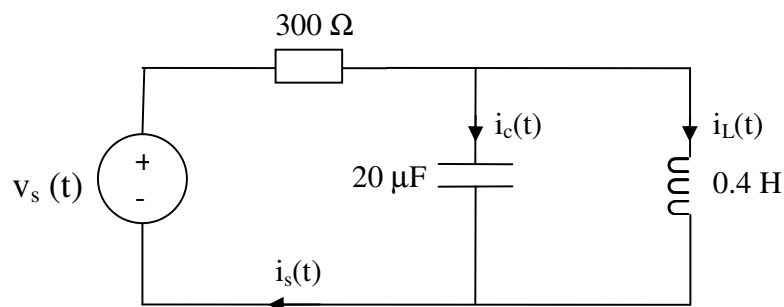
2. En 12 V permanentmagnetiserad likströmsmaskin enligt figuren nedan har parametrarna:  $R_a=0.5 \Omega$ ,  $L_a=50 \mu\text{H}$  och  $\lambda=K\phi=0.05 \text{ Wb}$  (konstant). Maskinen driver en fläkt som har momentkaraktistiken  $T_L = 10^{-6} \omega_m^2 \text{ Nm}$ . För att kunna styra varvtalet på maskinen är den kopplad till en nerspänningsomvandlare enligt figuren nedan, med en inspänning  $V_d=12 \text{ V}$ . Nerspänningsomvandlaren utspänning är maskinens mot-emk  $e_a$  och omvandlarens switch och diod kan anses vara förlustfria.



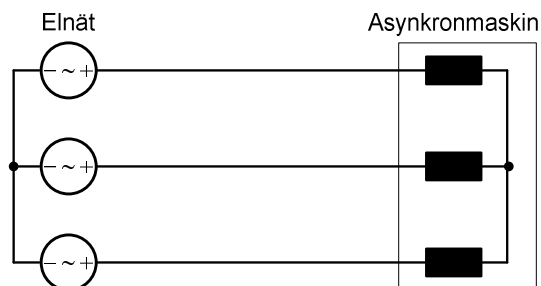
- a) Om nerspänningsomvandlarens switch är på hela tiden, beräkna maskinens varvtal, ankarström och den mekaniska effekt som fläkten mottar (4p)
- b) Switchen i nerspänningsomvandlaren switchas nu med en periodtid på  $T$ . Antag en duty cycle ( $D$ ) och skissera strömmen genom dioden ( $i_D(t)$ ), inströmmen ( $i_d(t)$ ), strömmen genom induktansen ( $i_a(t)$ ), spänningen över induktansen ( $v_L(t)$ ), ankarspänningen ( $v_T(t)$ ) samt spänningen över switchen ( $v_{sw}(t)$ ). 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 antas konstant. (3p)
- c) Härled sambandet mellan maskinens varvtal och nerspänningsomvandlarens inspänning ( $\omega_m/V_d$ ) som en funktion av duty cycle ( $D$ ). Maskinens ankarresistans kan i denna uppgift försummas, dvs.  $R_a=0$ . (3p)
- d) Det lägsta varvtal som fläkten används vid är  $\omega_m=100 \text{ rad/s}$ . 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.  $R_a=0$ . (4p)
3. En sinusformad spänningskälla  $v_{in}(t)$  med variabel vinkelfrekvens  $\omega$  är kopplad till en op-krets enligt figur. Parametervärden:  $R_1$  och  $R_2$  ska bestämmas, och  $C=1 \mu\text{F}$  Operationsförstärkaren kan antas vara ideal.
- a) Bestäm överföringsfunktionen  $H(f)=V_{ut}/V_{in}$ . Uttryck svaret i  $R_1$ ,  $R_2$ , och  $C$ . Vilken typ av filter representerar detta? Förklara! (4p)
- b) Välj värden på  $R_1$  och  $R_2$  så att filtrets brytvinkelfrekvens blir  $\omega_B=500 \text{ rad/s}$  och den maximala överföringsfunktionen uppfyller  $|H|=2$ . (3p)
- c) Skissa ett approximativt Bodediagram för beloppet av  $H$  för de valda parametervärdena. (2p)



4. En sinusformad växelspanningskälla med  $v_s(t)=50\cos(\omega t)$  V med  $\omega=500$  rad/s är kopplad till en krets enligt figur nedan.
- Bestäm inimpedansen  $Z_{in}$  som spänningskällan ser. Är kretsen induktiv eller kapacitiv vid denna frekvens? (2p)
  - Beräkna strömmarna  $i_s(t)$ ,  $i_c(t)$  och  $i_L(t)$ ! (3p)
  - Antag att frekvensen hos spänningskällan  $v_s$  varierar. Vid en viss vinkelfrekvens uppmäts sambandet  $i_c+i_L=0$ . Beräkna vinkelfrekvensen, samt strömmarna  $i_s(t)$ ,  $i_L(t)$  vid den nya vinkelfrekvensen! (3p)



5. En Y-kopplad 6-polig asynkronmaskin matas med märkspänning 400 V (RMS huvudspänning) och 50 Hz. Maskinen har följande parametrar:  $R_s=0.18 \Omega$ ,  $X_s=0.63 \Omega$ ,  $R'_r=0.19 \Omega$ ,  $X'_r=0.63 \Omega$  och  $X_m=12 \Omega$ .
- Vid tomgång (olastad maskin) beräkna maskinens hastighet, fasström och effektfaktor. (3p)
  - Faskompensera asynkronmaskinen så att  $\cos \varphi$  blir 1 i tomgång. Vilken komponent använder du för att faskompensera? Beräkna värdet på komponenten. (3p)
  - I figuren nedan, rita in hur du kopplar in din faskompensering. (1p)



- Beräkna maskinens startström (den högsta strömmen under starten) och startmoment. (3p)