

Tentamen i Elektronik - ETIA01

Institutionen för elektro- och informationsteknik
LTH, Lund University

2016-01-04
14.00 - 19.00

Uppgifterna i tentamen ger totalt 60 poäng. Uppgifterna är inte ordnade på något speciellt sätt. Läs därför igenom alla uppgifter innan du börjar lösa dem. Några uppgifter är uppdelade i deluppgifter. Av totalt 60 möjliga poäng fordras minst 30 för godkänt.

Tillåtna hjälpmedel:

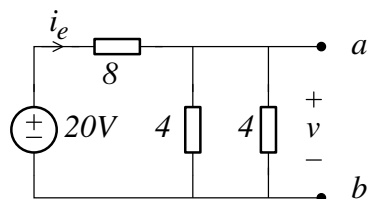
- Formelsamling i kretsteknik
- Räknare

Observera!

- För att rättning av lösning skall komma i fråga ska den vara läslig samt klart och tydligt uppställd.
- Glöm inte att skriva namn och personnummer på alla blad.

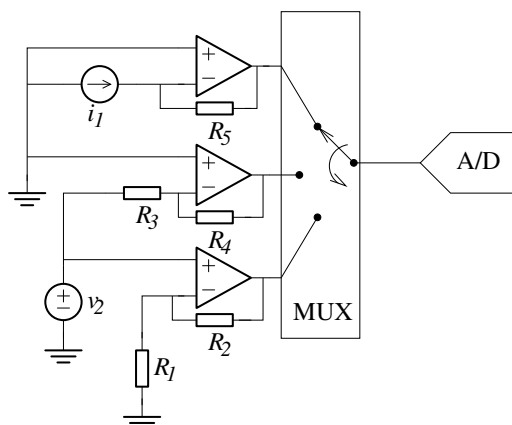
Lycka till!

1. Nätet i figur 1 ska undersökas.



Figur 1: Nät med resistorer

- (a) Beräkna strömmen i_e (3 p)
- (b) Beräkna spänningen v (3 p)
- (c) Gör en Theveninekvivalent av kretsen i nodparet $a - b$ (5 p)
2. (a) Två signaler, $v_1 = 3.498V$ och $v_2 = 3.502V$, är insignaler till en differentialsförstärkare. Bestäm $|v_{dm}|$ och v_{CM} för signalerna. (3 p)
- (b) Visa differentialsförstärkarkopplingen med en OP som förstärker skillnaden mellan de två signalerna. (3 p)
- (c) Definiera $CMRR$ eller beskriv med ord vad det betyder. (3 p)
- (d) Kopplingen i 2b antas ha $A_{DM} = 100$ och $CMRR = 100dB$. Vad blir utsignalen med givna insignaler? (4 p)
3. I kopplingen i figur 2 används tre OPkopplingar för att anpassa insignalerna i_1 och v_2 till en AD-omvandlare via en multiplexer (styrbar omkopplare). Insignalområdet för AD-omvandlaren är $\pm 10V$. i_1 varierar mellan $0 - 1mA$ och v_2 varierar mellan $0 - 2V$. Du ska dimensionera samtliga resistorer, $R_1 - R_5$, så att max insignal till omvandlaren blir så stor som möjligt utan att överskrida AD-omvandlarens insignalområde, $\pm 10V$. Du får anta att det är ideala OP. (6 p)



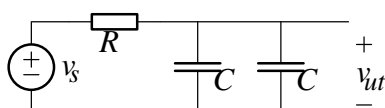
Figur 2: Signalkonditionering, multiplexer och AD-omvandlare.

4. En spänningskälla, v_s , som lämnar sinusformad spänning ansluts till en resistor och två kondensatorer enligt figur 3.

(a) Bestäm överföringsfunktionen, $H(j\omega) = \frac{V_{ut}}{V_s}$. (3 p)

(b) Rita BODEdiagrammen för H . Normera diagrammen så att brytpunkten, ω_b , har vinkelfrekvensen 1. Diagramblad finns sist i tentamenshäftet. Gradera axlarna för att få poäng. (4 p)

(c) En signal, $v_s(t) = 10 \sin(10\omega_b t)$ [V], med amplituden $V = 10V$ och den normerade frekvensen $\omega_b = 10Hz$ ansluts till nätet ovan. Vilken amplitud och fasvridning får då $v_{ut}(t)$ relativt v_s . (2 p)



Figur 3: Nät med kondensatorer

5. Grafikkorten i dagens datorer innehåller DA-omvandlare för de tre färgsignalerna Röd, Grön och Blå (RGB). Kraven på dessa omvandlare växlar beroende på vilken upplösning som valts på skärmen, dvs hur finkornig bilden blir. Ett exempel är grafikkort som klarar upplösningen: 1900x1080 pixlar med bildfrekvensen 75Hz. Denna specifikation innebär att DAomvandlaren måste leverera en analog spänning var sjätte nanosekund ($1/(75 * 1900 * 1080 = 6.5ns)$). Åtta-bitars DAomvandlare används och utsignalen, videosignalen, ligger i området 0-1V.

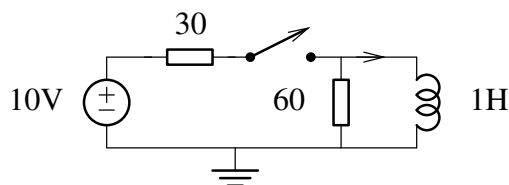
(a) Vilken är den minsta spänningsändring som utsignalen kan ha? Visa hur du kommit fram till ditt svar. (3 p)

(b) Vid DA-omvandling används ett lågpasfilter efter DA-omvandlarkretsen. Varför använder man ett sådant filter? (2 p)

(c) Vid AD-omvandling används också ett lågpasfilter men då före AD-omvandlaren. Varför använder man ett sådant filter? (2 p)

(d) En AD-omvandlare kan ha olika fel i omvandlingen. Motsvarande fel finns även i DA-omvandlare. Beskriv tre feltyper som tagits upp i kursen. (6 p)

6. I figur 5 är en likspänningskälla kopplad till två resistorer och en spole. Vid tiden $t = 0$ sluts strömbrytaren. Spolen är strömlös före tiden $t = 0$.



Figur 4: Krets med strömbrytare

(a) Vad blir slutvärdet på strömmen genom spolen, $1H$, lång tid efter $t = 0$? (2 p)

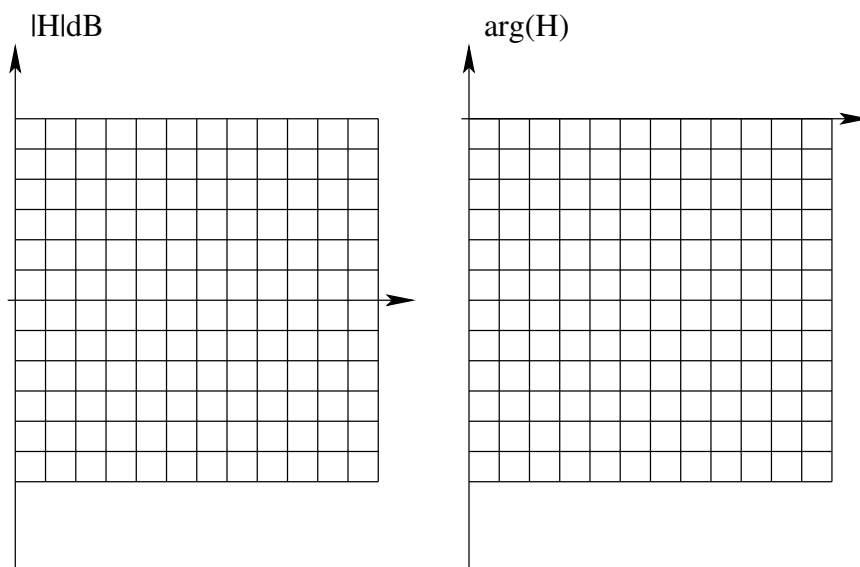
(b) Ge ett uttryck för strömmen genom spolen, i_L , för $t \geq 0$ (3 p)

(c) Efter tiden t_0 , där $t_0 \gg \tau$, öppnas strömbrytaren. Ge ett uttryck för strömmen i_L genom spolen för $t \geq t_0$ (3 p)

Glöm inte att lämna in den här sidan

Namn:.....

Diagram till uppgift 4



Svar

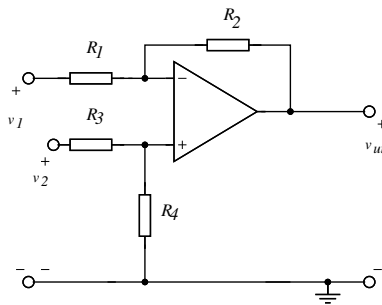
1a Parallellkopplingen mellan 4Ω s resistorerna blir 2Ω . $i_e = 20V/10\Omega = 2A$.

1b Spänningsdelning: $v = 20 * 2/(2 + 8) = 4V$.

1c $V_{TH} = 4V$, $R_{TH} = 4 \parallel 4 \parallel 8 = 1.6\Omega$

2a $|v_{DM}| = 3.502 - 3.498 = 0.004V$, $v_{CM} = (3.502 + 3.498)/2 = 3.500V$

2b



Figur 5: Differentialförstärkare med en OP

2c $CMRR = A_{DM}/A_{CM}$ dvs kopplingens förmåga att dämpa gemensamma signaler relativt skillnadssignaler.

2d $CMRR=100\text{dB}$ betyder att $CMRR = 100000 = A_{DM}/A_{CM}$. $A_{CM} = 100/10^5 = 0.001$.
 $v_{ut} = A_{DM}v_{in,DM} + A_{CM}v_{in,CM} = 100 * 0.004 + 0.001 * 3.500 = 0.4035V$

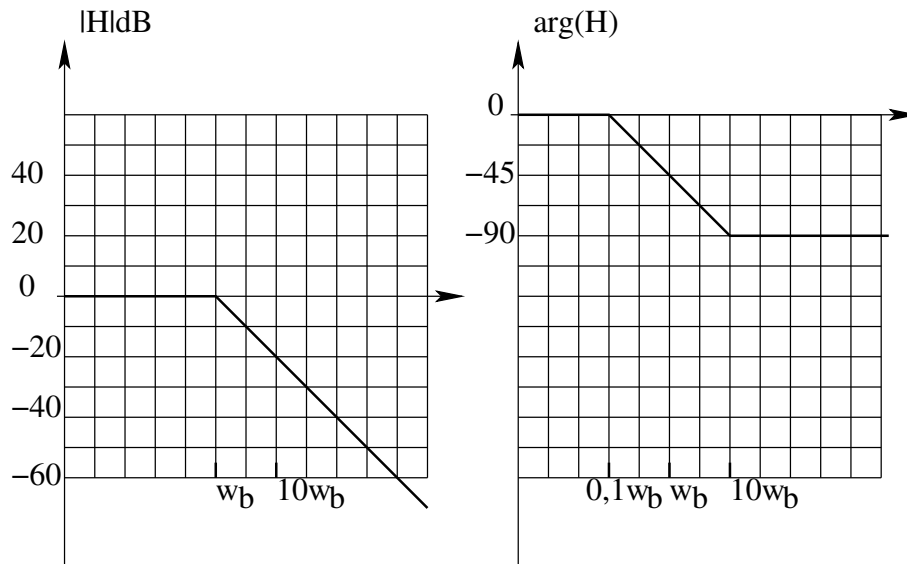
3 Överst en ström till spänningomvandlare (transimpedans). $A = -R_5 = -10V/1mA$
 $R_5 = 10k\Omega$

I mitten en inverterande spänningsförstärkare med $A = -R_4/R_3 = -10V/2V = 5$.
 $R_4/R_3 = 5$.

Nederst en icke inverterande spänningsförstärkare med $A = 1 + R_2/R_1 = +10V/2V = 5$.
 $R_2/R_1 = 4$.

4a Parallellkoppling av kondensatorer ger $C_{eq} = 2C$. $H(j\omega) = 1/(1 + j\omega 2RC)$

4b



4c Vid $10\omega_b$ är dämpningen $-20dB = 1/10$ och utsignalen blir $10/10 = 1V$. Fasvridningen är då ca -90 grader.

5a $V_{LSB} = V_{fs}/2^N = 1/2^8 = 3.9mV$

5b Lågpassfilter är till för att jämna ut de snabba förändringarna mellan de olika nivåerna.

5c AD-omvandlaren måste ta tillräckligt många sample per period. Då måste högre frekvenser förhindras att nå AD-omvandlaren annars inträffar vikningsdistortion.

5d Vid AD- och DA-omvandling vill man att det ska vara ett linjärt samband mellan den analoga signalen och det binära tal som beskriver den analoga signalen. En fördubbling av signalen ska alltså ge ett dubbelt så stort binärt tal.

Fel 1: Offsetfel. Det innebär att det finns ett konstant fel adderat till talen i omvandlaren. Typiskt ligger alla digitala värden för högt med samma värde, d.v.s. det analoga värdet 0 ger inte det digitala värdet 0000..0 ut.

Fel 2: Förstärkningsfel. Det är en linjär förändring av värdet, d.v.s. proportionell mot det analoga värdet - skalan är fel.

Fel 3: Linjäritetsfel. Felet innebär att de digitala talen avviker från det ideala på ett olinjärt sätt.

6a Gör en Theveninekvivalent av källan och resistorerna: $v_{TH} = 10V \frac{60}{30+60} = 6.7V$ och $R_{TH} = 30 \parallel 60 = 20\Omega$. Strömmen genom spolen blir $I_\infty = V_{TH}/R_{TH} = 6,667/20 = 0.333A$ efter lång tid.

6b $i_L(t) = I_\infty(1 - e^{t/\tau_1})$ där $\tau_1 = L/R_{TH} = 0.05s$

6c Nu är endast 60Ω -resistorn kvar i kretsen. Tiden startar vid t_0 . $i_L(t) = I_\infty e^{(t-t_0)/\tau_2}$ där $\tau_2 = L/60\Omega = 0.017s$