

Tentamen i Elektronik - ETIA01

Institutionen för elektro- och informationsteknik
LTH, Lund University

2014-08-29
8.00 - 13.00

Uppgifterna i tentamen ger totalt 60. 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:

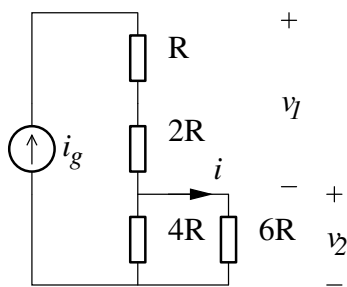
- Formelsamling i kretsteknik
- Räknare

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.

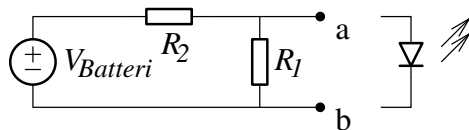
Lycka till!

1. Nätet i figur 1 ska undersökas. $i_g = 2A$ och $R = 1\Omega$



Figur 1: Nät med strömkälla

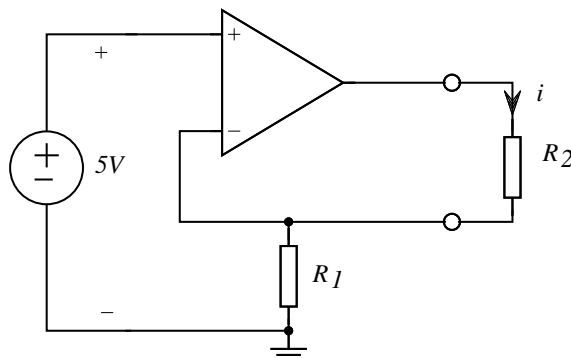
- (a) Bestäm v_1 (3 p)
 (b) Bestäm v_2 (3 p)
 (c) Bestäm i (4 p)
2. För att kolla ljusintensiteten i olika lysdioder användes ett 9V batteri, $V_{Batteri}$, och några resistorer enligt figur 2. De olika lysdioderna kopplas till nodparet a , b .



Figur 2: Nät för att testa lysdioder

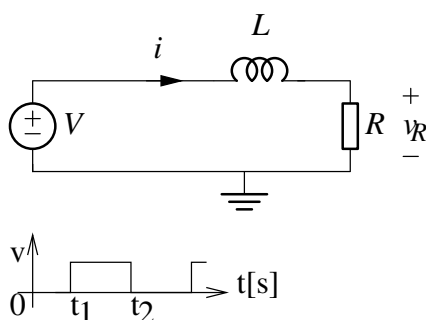
- (a) Dimensionera R_2 så att spänningen mellan a och b blir 3V om $R_1 = 100\Omega$ och ingen diod är ansluten. (3 p)
 (b) Bestäm Theveninekvivalenten i nodparet a-b i figuren (2 p)
 (c) En lysdiod med framspänningsfallet $V_D = 2.2V$ ansluts till nodparet a-b. Vad blir strömmen i lysdioden? (2 p)
3. En differentialsförstärkare med OP har $CMRR = 60dB$, förstärkningen $A_{DM} = 10$ och inspänningarna $v_1 = 3.045V$ respektive $v_2 = 3.055V$.
- (a) Vilket A_{CM} har förstärkaren? (3 p)
 (b) Vad blir utsignalen, v_{ut} , från förstärkaren? (3 p)
 (c) Nämn två fördelar med instrumentförstärkaren jämfört med differentialsförstärkaren med en OP (2 p)

4. I ett kopplingsschema över ett datainsamlingssystem hittar du kopplingen i figur 3. I räkningarna får du anta att det är en ideal operationsförstärkare.



Figur 3: En OPkoppling

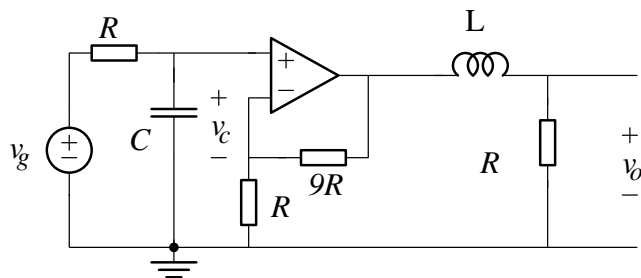
- (a) Bestäm strömmen i om $R_1 = 1k\Omega$ och $R_2 = 100\Omega$. (5 p)
- (b) Visa även schema på en koppling med operationsförstärkare som omvandlar 1mA till en spänning på 2V med rätt tecken. (5 p)
5. Figur 4 visar en krets med induktans, L och resistor, R . Källan levererar en fyrkantvåg med amplituden $v = 1V$ där $t_2 - t_1 \gg \tau$. $L = 1mH$ och $R = 10\Omega$.



Figur 4: Induktiv krets

- (a) Vid tiden t_1 är strömmen i kretsen 0. Vad blir V_R efter lång tid (strax innan t_2). (2 p)
- (b) Vad blir V_R alldeles efter t_2 då källan blivit 0? (2 p)
- (c) Vad är strömmen i kretsen alldeles före t_2 , $i(t_{2-})$, respektive alldeles efter t_2 , $i(t_{2+})$. Svaret ska innehålla tecken. (2 p)
- (d) Ge ett uttryck för τ och visa en ekvation för strömmen i kretsen, $i(t)$, som gäller för tiden från t_1 till t_2 (2 p)
6. (a) Namnge tre typer av AD-omvandlare och beskriv dem med avseende på snabbhet och upplösning. (3 p)
- (b) De flesta kopplingar som behandlar analoga signaler digitalt har samma principiella blockschema. Rita ett sådant blockschema som visar kedjan från analog insignal via processorn till analog utsignal. Beskriv övergripande vad varje block har för uppgift. (5 p)

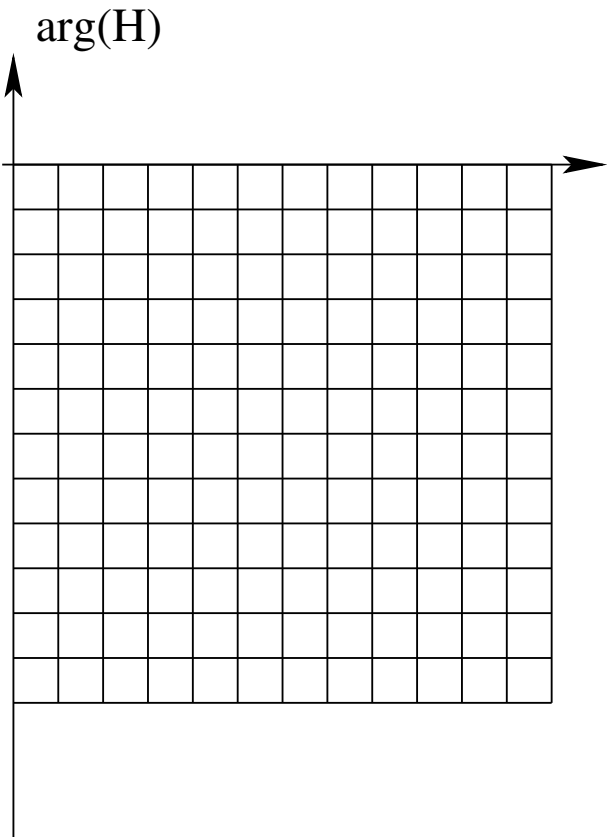
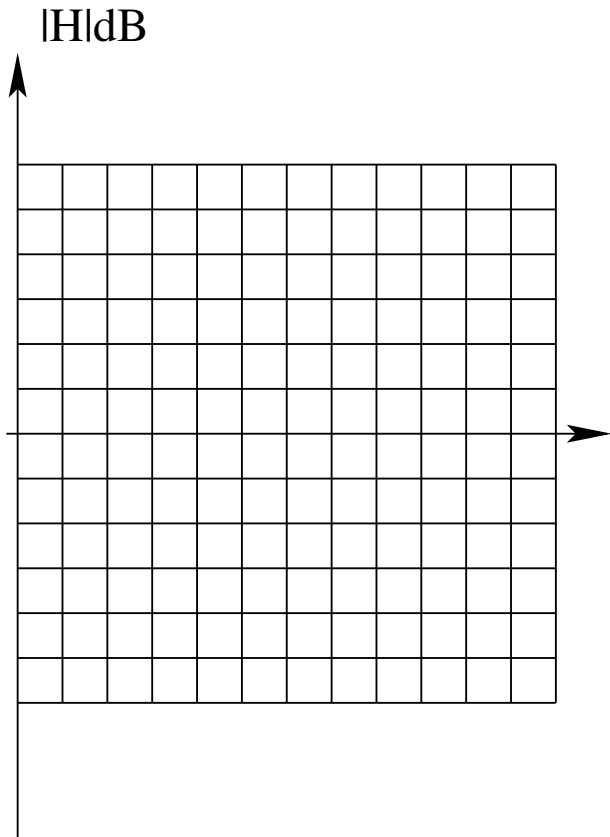
7. Figur 5 visar ett filter med OP.



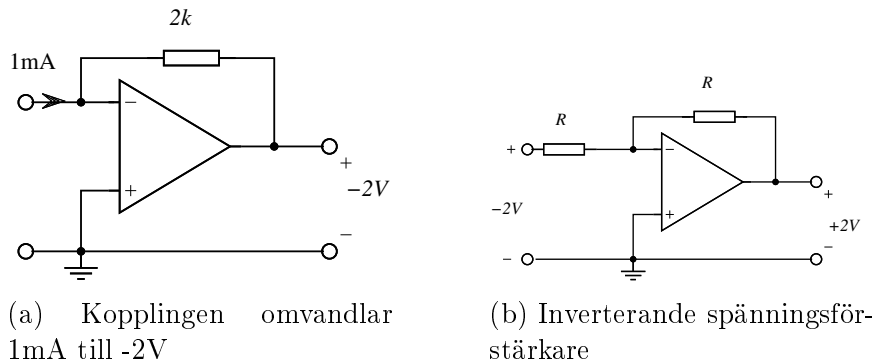
Figur 5: Filter med OP

- (a) Bestäm överföringsfunktionerna $H_1(j\omega) = \frac{V_c}{V_g}$ (1 p)
- (b) Bestäm överföringsfunktionerna $H_2(j\omega) = \frac{V_o}{V_c}$ (3 p)
- (c) Rita BODEdiagrammen för H_1 och H_2 i samma diagram. Märk ut tydligt vad som är H_1 och H_2 . Brytpunkterna (brytvinkelfrekvenserna) för H_1 och H_2 antas vara ω_{b1} respektive $\omega_{b2} = 10\omega_{b1}$. Diagramblad finns sist i tentamenshäftet. Rita på det, riv av det och lämna in det tillsammans med dina lösningar. (3 p)
- (d) Rita in den totala överföringsfunktionen $H_{tot}(j\omega) = \frac{V_o}{V_g}$ (2 p)

Namn:.....

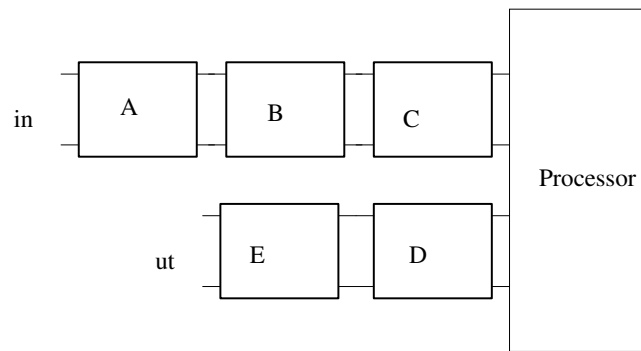


- 1a Seriekoppling av R och $2R$. $V_1 = 6V$
- 1a Parallellkoppling av $4R$ och $6R$. $V_2 = i_g * 4R * 6R / (4R + 6R) = 2 * 2.4 = 4.8V$
- 1c Strömgrening. $2A * 4R / (4R + 6R) = 2 * 0.4 = 0.8A$
- 2a Spänningen över R_1 ska vara $3V = 9V * R_1 / (R_1 + R_2)$. $R_2 = 200\Omega$
- 2b $V_{TH} = 3V$, $R_{TH} = 66.7\Omega$
- 2c Använd Theveninekvivalenten i 2b. Strömmen blir $i = (3 - 2.2) / 66.7 \approx 12mA$
- 3a $CMRR = A_{DM} / A_{CM}$. $CMRR = 60dB \rightarrow CMRR = 1000$. $A_{CM} = 10 / 1000 = 0.01$
- 3b $v_{ut} = A_{DM} v_{DM} + A_{CM} v_{CM} = 10 * (3.055 - 3.045) + 0.01 * (3.055 + 3.045) / 2 = 0.1305V$
- 3c Instrumentförstärkaren har, jämfört med differentialförstärkaren med en OP, högre och lika inresistans på de båda ingångarna, bättre $CMRR$ samt förstärkningen ställbar med endast en resistor.



Figur 6: Svar till uppgift 4b, OP-kopplingar

- 4a Spänningen på plus- och minusingången och då även över R_1 är $5V$. Strömmen i går genom R_2 och R_1 . $i = 5V / R_1 = 5mA$
- 4b Ström till spänningsomvandlare, transimpedans. Förstärkning $\frac{v_{ut}}{i_{in}} = \frac{2V}{1mA} = -R = -1k\Omega$. Utsignalen måste polvändas. En inverterande spänningsförstärkare med förstärkningen $A = -1$ följer efter steget.
- 5a $v_R(t_2-) = V = 1V$
- 5b $v_R(t_2+) = V = 1V$. Strömmen i fortsätter att flyta i samma riktning och med definitionen på V blir den samma som i 5a.
- 5c $i(t_{2-}) = V / R = 0.1A$. Strömmen i spolen kan inte ändras momentant, $i(t_{2+}) = i(t_{2-}) = +0.1A$
- 5d $i(t) = (V / R) * (1 - e^{-(t-t_1)/(L/R)})$
- 6a Flash: Snabbast men är komponentkrävande och har därför sällan mer än 8 bitar dvs låg upplösning. Successiv approximation: Medelsnabb och har högre upplösning än Flash. Sigma-delta: Långsammare, används i audiosammanhang dvs upp till något tiotal kHz. Kan ha upplösning på 20 bitar eller mer. Integrerande långsammast men kan ha mycket stor upplösning. Används ofta i mätinstrument vid låg frekvens.



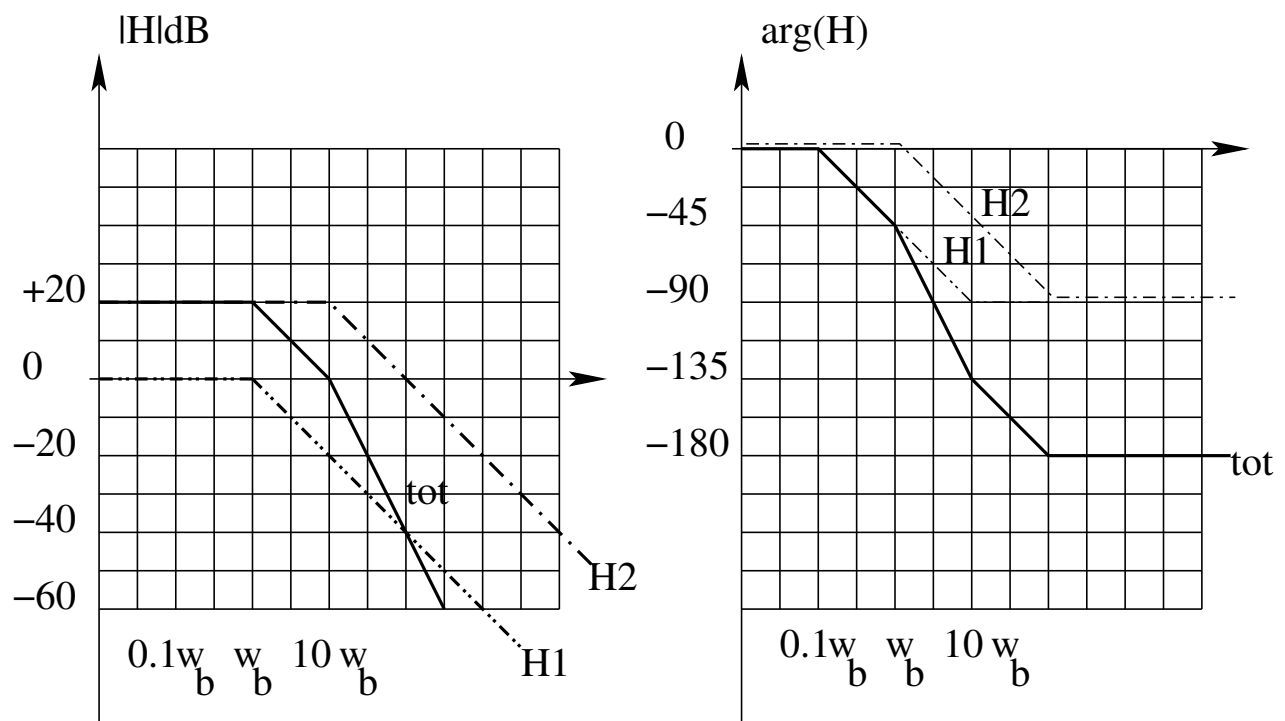
Figur 7: Svar till uppgift 6b, Principschema signalbehandling

- 6b A: Antivikningsfilter. Vikning (aliasing) innebär att man tar för få sampel per period av signalen. Detta innebär att man inte kan återskapa signalen korrekt igen. Man undviker vikning genom att begränsa frekvensinnehållet i signalen med ett lågpasfilter, analogt av uppenbara skäl.
- B: Sample&Hold. Vid AD-omvandling ska signalen inte ändra sig mer än en halv LSB. Sample&Hold-kretsen tar stickprov på signalen och håller detta värde konstant under omvandlingen.
- C: AD-omvandlaren. Omvandlar en analog signal till ett digitalt värde.
- D: DA-omvandlaren. Omvändningen till AD-omvandlaren
- E: Rekonstruktions- eller utjämningsfilter. Utsignalen från en DA-omvandlare ändras sig stegvis. Ett lågpasfilter jämnar ut signalen så den blir mer monoton.

$$7a \quad H_1(j\omega) = \frac{V_c}{V_g} = \frac{1}{1+j\omega RC}$$

$$7b \quad \text{OPn förstärker } 10 \text{ gånger. } H_2(j\omega) = \frac{V_o}{V_c} = 10 * \frac{1}{1+j\omega L/R}$$

- 7c BODEdiagrammet för H_1 är det vanliga lågpasnätet med R och C . I H_2 är brytvinkel-frekvensen $\omega_{b2} = 10\omega_{b1}$ och förstärkaren höjer signalnivån 10 gånger (20dB). Även detta är ett lågpasfilter. OPn isolerar de båda filtren från varandra. Bodediagrammen visas i figur 8



Figur 8: Bodediagrammen för H_1 och H_2