

Fysikens Mätmetoder I

mellanförhör 2, 11.12.2009.

skriv namn, datum, tentnamn och stud. nr på varje inlämnat konceptpapper

1.

a) (3p) Välj sex av följande begrepp och förklara dem kort:

aktivfilter	amplitudrespons
bufferförstärkare	Johnson-brus
rosa brus (pink noise)	hexadecimaltal
CMRR	Nyquists teorem
Schmitt-trigger	

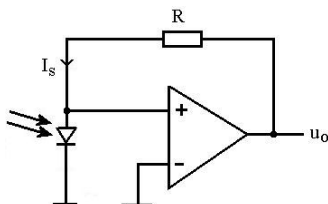
b) (3p) Välj endera (i) eller (ii) av essäuppgifterna nedan.

(i) AD-konversion. Välj en typ av analog-digitalkonverterare och förklara hur den fungerar (rita bild och förklara princip, exakt kopplingsschema krävs inte), och vilka för- och nackdelar den har jämfört med andra typer av konverterare (i fråga om egenskaper som konversions hastighet, resolution och pris).

(ii) Vad gör en lock-in-förstärkare? Hur kan en lock-in-förstärkare vara till hjälp för att hitta en periodisk signal ur enorma mängder brus? Ge exempel (rita bild) på en mätning där modulering av mätsignalen samt lock-in förstärkare används.

2.

Kretsen nedan är en fotodiodförstärkare som ger ut utgångsspänningar som är i proportion till ljusintensiteten som träffar fotodioden. Den används som en del av ett övervakningssystem för att mäta ljusnivån i ett rum i realtid över en period på flera dagar i streck.



a) (1p) Den största ljusintensitet som kommer att träffa dioden då kretsen är i vanligt bruk producerar en ström på $2.17 \mu\text{A}$. Du vill att kretsen ska ge ut 10 V då detta sker. Välj ett värde för R som uppfyller detta.

b) (4p) I kretsen förekommer Johnson-brus i motståndet, dessutom är strömmen så låg att grynbrus (shot noise) är av betydelse. u_o mäts med en sampelfrekvens på 1 kHz , och mätningen sker i en temperatur på 294 K . Operationsförstärkaren själv producerar brus med ett rms-värde på $1.28 \mu\text{V}$ vid sin utgång. u_o har ett rms-värde på 2.13 V över en längre tid. Vilken av dessa brusällor orsakar mest brus? Vad är rms-värdet för bruset i u_o , från alla källor tillsammans? Vad är SNR (i dB) för u_o ?

c) (1p) u_o genomgår AD-omvandling i mätsystemets nästa steg. Med hur många bitars resolution skall omvandlingen göras för att digiteringsresolutionen ska vara mindre än det analoga brusets rms-värde?

Se också nästa sida !

3.

Du har en AD-konverter med 0 V till 5 V ingångsområde, 12-bit resolution, och 200 kHz samplings-frekvens. Konverteraren är perfekt linjär, dvs alla möjliga utgångsbinärtal motsvarar lika stora ingångsspänningsintervall.

a) (2p) Vad menas med kvantiseringsbrus i AD-konverterare? Hur stort är maximala kvantiseringsfelet uttryckt i procent av ingångsområdet?

b) (2p) Vilka utgångsbinärtal motsvarar ingångsspänningarna (i) 0.55 V och (ii) 2.63 V ?

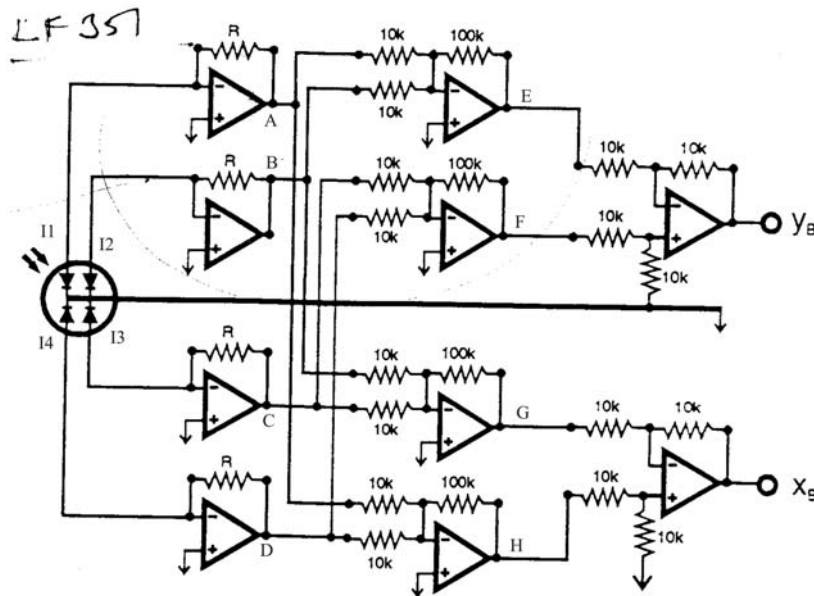
c) (2p) Varför används anti-aliasfilter ofta framför AD-konverterare? Planera en krets som fungerar som antialiasfilter för din AD-konverterare, rita ett kopplingsschema och bestäm komponentvärden. Filtret ska ha en -3dB-brytfrekvens som är lika med Nyquist-frekvensen.

4.

Följande krets används ofta i samband med 4-delade fotodioder för att mäta positionen (X_B , Y_B) hos en laserstråle som faller på dioden. Antag $R = 100 \text{ k}\Omega$.

a) (2p) Kretsen består av tre förstärkarsteg (vänster, mitten, höger kolumn). Identifiera och namnge de olika förstärkarstegen i kopplingen, och förklara vad de gör. Vilken är förstärkningen i varje steg?

b) (4p) Härled ett uttryck för utspänningarna X_B och Y_B som funktion av de fyra strömmarna från fotodioden. (använd vid behov spänningarna i punkter A till H som hjälp)



(ledare som korsar varann är ihopkopplade endast om det finns en svart punkt över korsningspunkten, pil-nedåt används här som symbol för jord.)

Formler och konstanter:

$$I_{\text{rms}} = \sqrt{(2qI_0\Delta f)}$$

$$u_{\text{rms}} = \sqrt{(4k_B T R \Delta f)}$$

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$k_B = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

Fyll i kursutvärderingsblanketten! Ger 2 räkneövningspoäng extra!