

Fysikens Mätmetoder I

mellanförhör 2, 12.12.2008.

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

1.

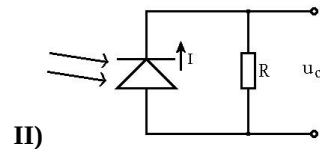
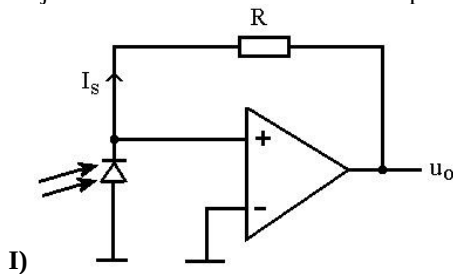
a) Välj sex av följande begrepp och förklara dem kort: gradtal (filter), amplitudrespons, buffertförstärkare, Johnson-brus, rosa brus (pink-noise), kvantifieringsbrus (AD-konv.), CMRR, aliasing, Nyquists teorem, Schmitt-trigger

b) Välj **endera (i) eller (ii)** av essäuppgifterna nedan:

(i) Vad menas med en signals autokorrelationsfunktion? Hur kan signalens autokorrelationsfunktion vara till hjälp för att hitta en periodisk signal ur enorma mängder brus?

(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?

2. Kretsen **I)** nedan är en fotodiodförstärkare. 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) Den största ljusintensitet som kommer att träffa dioden då kretsen är i vanligt bruk producerar en ström på $3.1 \mu\text{A}$. Du vill att kretsen ska ge ut (-10 V) då detta sker. Välj värde för R som uppfyller detta.

b) I kretsen förekommer Johnson-brus i motståndet, dessutom är strömmen så låg att grynbrus (shot noise) är av betydelse. u_o mäts med 1 kHz bandbredd, och mätningen sker i en temperatur på 294 K . Operationsförstärkaren själv producerar brus med ett rms-värde på $12.8 \mu\text{V}$ vid sin utgång. u_o har ett rms-värde på 2.13 V över en längre tid. Vad är rms-värdet för bruset i u_o , från alla källor tillsammans? Vad är SNR (i dB) för u_o ?

c) u_o genomgår AD-omvandling i mätsystemets nästa steg. Hur många bitars resolution skall omvandlingen göras för att digiteringsresolutionen ska vara mindre än brusets rms-värde?

d) Varför är krets **I)** bättre än fotodetektorkrets **II)**, bekant från uppgift 4 i mellanförhör 1?

3. Planera en krets som tar in ett 3 bitars binärtal och som ger ut en analog spänning vars värde (i Volt) är "ingångstalet"/2 + 1. T ex då ingångstalet är $(101)_2$ skulle utgångsspänningen vara $5/2 + 1 = 3.5 \text{ V}$. (En digital etta motsvarar 5V , en digital nolla motsv. 0V). Du har tillgång till motstånd, operationsförstärkare och en spänningskälla som ger ut $+5\text{V}/-5 \text{ V}$ ur olika utgångar. *Tips: Olika operationsförstärkarkretsar kan radas efter varandra för att kombinera deras funktioner.*

Formler och konstanter:

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

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

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

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

Se också nästa sida !

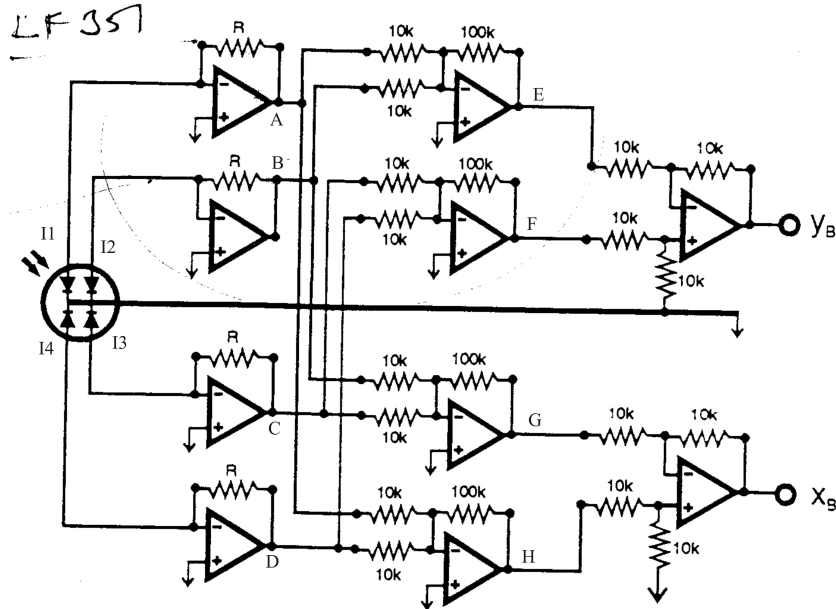
Kom ihåg kursutvärderingen (ger 2 extra räkneövningspoäng)

En studerande samlar ihop blanketterna och gör en sammanställning samt kommer och presentera den på studiekollegiemötet (fre 19.12 kl 11). (den som gör sammanställningen får ytterligare 2 poäng till)

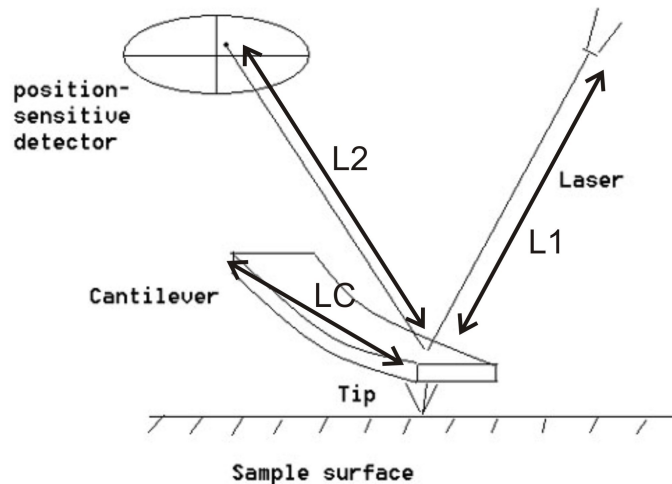
4.

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 $R = 100 \text{ k}\Omega$.

- Kretsen består av tre förstärkarsteg (vänster, mitten, höger kolumn). Identifiera och namnge de olika förstärkarstegen i kopplingen. Vilken är förstärkningen i varje steg?
- Härled ett uttryck för utspänningarna X_b och Y_b som funktion av de fyra strömmarna från fotodioden. (använd vid behov spänningarna i A...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.)



- Med hjälp av den 4-delade fotodioden och förstärkarkretsen vill du bygga ett detektorsystem till ett atomkrafts-mikroskop. Mikroskopet skall kunna detektera enskilda atomer, dvs. den resolution du vill uppnå är 1 \AA (0.1 nm). Designa geometrin i bilden nedan. Antag att då laserstrålen rör sig $0,5 \text{ mm}$ på diodens yta så ändrar Y_b/X_b 10 V . 10 V signalen digitaliseras med 16-bit precision. AFM-nålens längd LC är 5 mm .

Tips och saker att fundera på: har längden $L1$ någon betydelse? Hur många radianer roterar nålen om nålens ända deflekteras 1 \AA uppåt? Hur många radianer roterar utgående laserstrålen då? Hur liten spänningsförändring kan 16-bit ADC:n mäta? Hur lång skall $L2$ göras för att uppnå 1 \AA resolution?

- BONUS 1) Din kompis är teoretiker/simulerings-fantast och förslår ett enkelt sätt att förbättra resolutionen: " förläng $L2$ så att $L2 = 10 \text{ m}!$ " en brilliant ide, men vilka problem kan uppstå?
 BONUS 2) Vem är Steve Chu? När fick han Nobelpris och varför? Varför är han aktuell nu?