

# Tentamen SSY041 (071), del B

## Sensorer, Signaler och System, Z2

Examinator: Ants R. Silberberg / Gunnar Elgered

17 jan 2014 kl. 14.00-18.00 sal: M

Förfrågningar: Ants Silberberg, tel. 1808  
Lösningar: Anslås måndag 20 jan på institutionens anslagstavla, plan 5.  
Resultat: Rapporteras in i Ladok  
Granskning: Tisdag 4 febr kl. 12.00 - 13.10 , rum 3311.  
Plan 3 i ED-huset (Lunnerummet), korridor parallell med Hörsalsvägen.  
Bedömning: En korrekt och väl motiverad lösning med ett tydligt angivet svar ger full poäng.

### Hjälpmedel

- Typgodkänd miniräknare
- Beta Mathematics Handbook
- Physics Handbook
- Fyra sidor med egna anteckningar. Endast egenproducerade och handskrivna anteckningar. Inga kopior eller 'maskin(dator)skrivna' text.

Betygsgränser (endast del-B tentan).

<i>Poäng</i>	0-10	11-15	16-20	21-25
<i>Betyg</i>	U	3	4	5

Se separat formel för hela kursens slutbetyg.  
Lycka till!

1. Ett kontinuerligt LTI-system beskrivs med differentialekvationen

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 7\frac{dy(t)}{dt} + 10y(t) = 8x(t) + \frac{dx(t)}{dt}$$

där  $y(t)$  är systemets utsignal och  $x(t)$  dess insignal. Beräkna systemets utsignal om insignalen utgörs av enhetssteget  $u(t)$ . Systemet saknar begynnelseenergi vid  $t = 0$ . (5p)

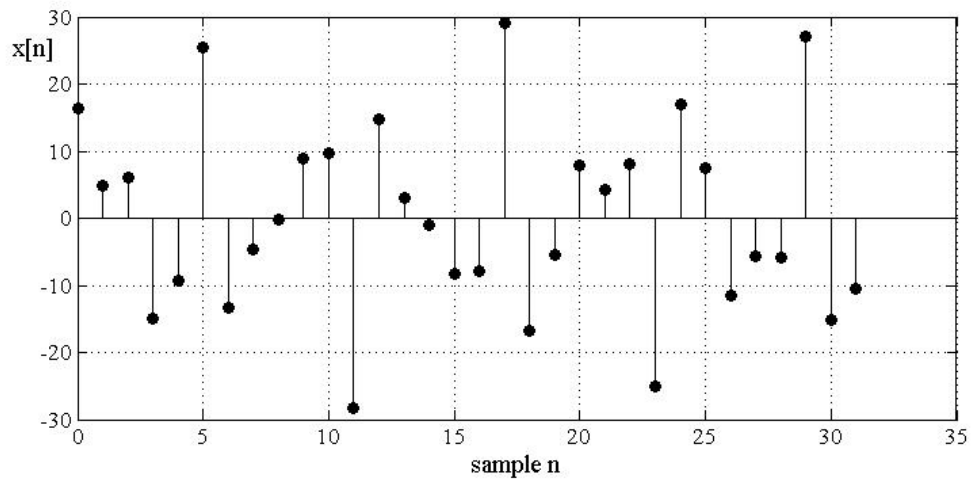
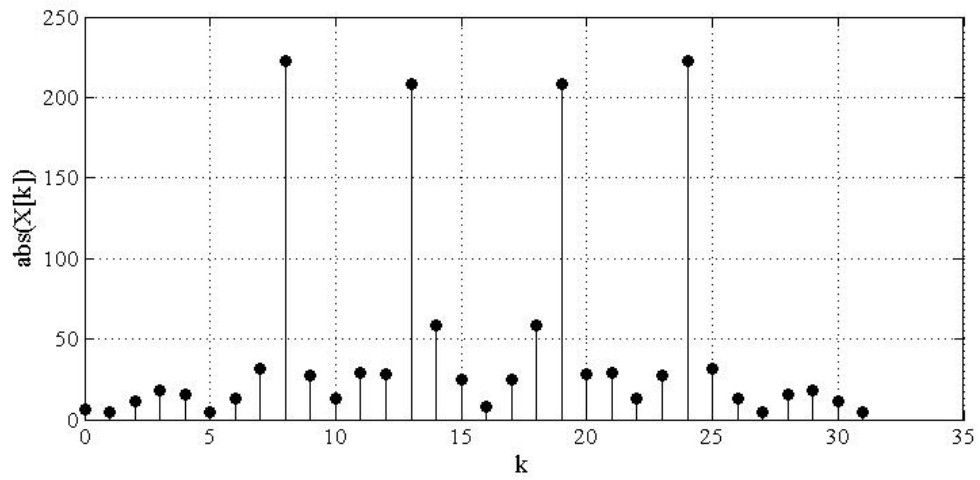
2. Ett diskret LTI-system beskrivs med differensekvationen

$$y[n] - 0.25y[n - 1] = 2x[n] - x[n - 1] \ .$$

Beräkna systemets utsignal  $y[n]$  då insignalen  $x[n]$  är (5p)

$$x[n] = \left(-\frac{1}{4}\right)^n u[n] \ .$$

3. En analog signal samplas med samplingsfrekvensen  $f_s$  Hz och en sekvens med  $N$  st värden erhålls ( $x[n]$ ). Man vet att den samplade signalen består av en (reell) sinusformad signal,  $g(t)$ , med en frekvens lägre än  $f_s/2$  men där även något brus adderats. Dessutom har en kraftig störning ifrån ett nätaggregat adderats till den samplade signalen (50 Hz). Bestäm frekvensen på den sinusformade signalen  $g(t)$  utifrån figur 1 som visar den insamlade signalen samt figur 2 som visar absolutbeloppet av den samplade signalens DFT.  
 $f_s = 200$  Hz och  $N = 32$ . (5p)

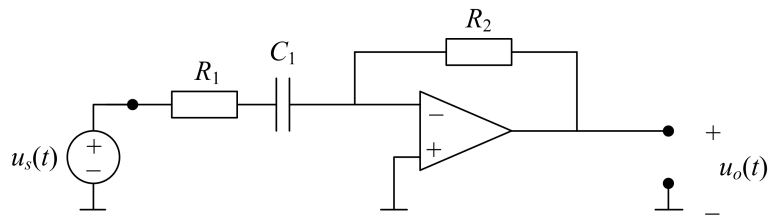
Figur 1: Samplad signal,  $x[n]$ 

Figur 2: Absolutbelopp av signalens DFT

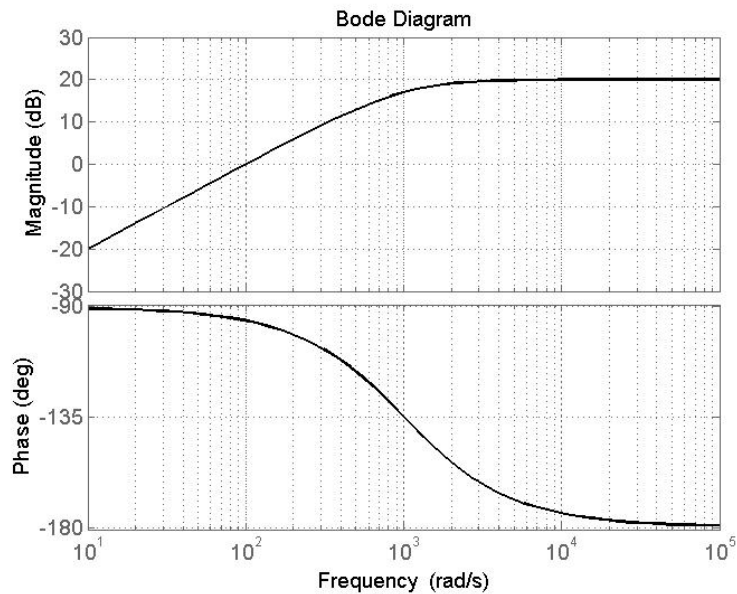
4. Operationsförstärkarkretsen i figur 3 bildar ett högpasfilter. Filtrets överföringsfunktion  $H(s) = U_o(s)/U_s(s)$  har med hjälp av kunskaper i elektriska kretsar och Laplacetransformering beräknats till

$$H(s) = -\frac{sR_2C_1}{1 + sR_1C_1}$$

Filtrets frekvenssvar,  $H(j\omega)$ , beskrivs i motsvarande Bodediagram <sup>1</sup> i figur 4. Använd Bodediagrammet samt  $H(j\omega)$  för att beräkna resistansvärdena  $R_1$  och  $R_2$  om  $C_1 = 1.0 \mu\text{F}$ . (5p)



Figur 3: Högpasfilter



Figur 4: Bodediagram

<sup>1</sup>  $X_{dB} = 20 \cdot 10 \log(X)$

5. (a) Vi mäter flödet i en oljeledning hos ett raffinaderi. Utsignalen från mätsystemet är en spänning som mäts med en voltmeter, vars värde är lika med flödet i  $\ell/s$ .  
 Voltmeters har en mätosäkerhet lika med 0,4 % (säkra gränser). Spänningen från mätsystemet är behäftad med stokastiskt normalfördelade och oberoende mätosäkerheter (typ A). Varje mätning tar 1 s. Vi utför 25 stycken mätningar, och beräknar medelvärdet  $5,20 \ell/s$ , och den observerade standardavvikelsen  $0,04 \ell/s$ . Bestäm konfidensintervallet för att sannolikheten skall vara 99 % att innesluta det sanna värdet, om vi antar att det sanna värdet är konstant under den tid det tar att utföra mätningarna, och om vi ignorerar inverkan av voltmeters mätosäkerhet.

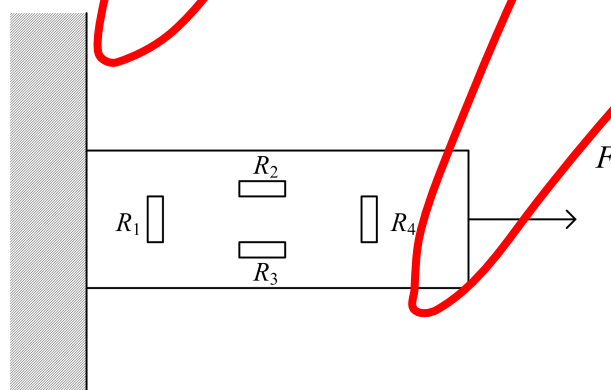
Beräkna sedan hur lång mättid som behövs för att den stokastiska mätosäkerheten skall vara mindre än den osäkerhet som introduceras av voltmeters säkra gränser.

(3p)

- (b) En balk är infäst i sin ena ände i en vägg enligt figur 5. Balken utsätts sedan för en kraft enligt figuren. På balken finns fyra stycken trådtöjningsgivare pålimmade. De är betecknade med symbolerna  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  och  $R_4$ .

Rita ett kopplingsschema för en helbrygga som, (1) ger en maximal känslighet, och (2) inkluderar en balanseringskrets, med funktionen att obalansspänningen skall kunna nollställas då balken är obelastad.

(2p)



Figur 5: Infäst balk