

# Tentamen SSY040/041, del B

## Sensorer, Signaler och System, Z2

Examinator: Ants R. Silberberg / Gunnar Elgered

9 mars 2010 kl. 08.30-12.30 sal: V

- Förfrågningar: Ants Silberberg, tel. 1808  
Lösningar: Anslås onsdag 10 mars på institutionens anslagstavla, plan 5.  
Resultat: Rapporteras in i Ladok (anonyma tentor)  
Granskning: Onsdag 24 mars kl. 12.00 - 13.00 , rum 3315.  
Plan 3 i ED-huset (Lunnerummet), korridor parallell med Hörsalsvägen.  
Bedömning: En korrekt och välmotiverad lösning med ett tydligt angivet svar ger full poäng.

Hjälpmedel

- Typgodkänd miniräknare
- Beta Mathematics Handbook
- Physics Handbook
- Fyra sidor med egna anteckningar

Betygsgränser (endast del-B tentan).

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

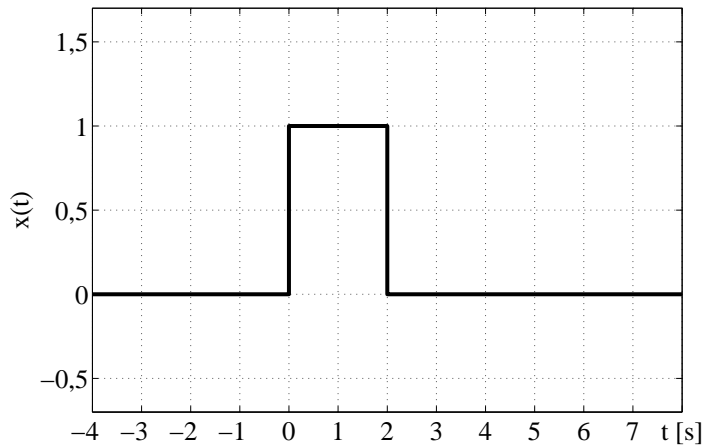
Se separat formel för hela kursens slutbetyg.  
Lycka till!

1. Stegsvaret till ett kontinuerligt LTI-system har följande utseende

$$y_s(t) = 2(1 - e^{-at})u(t)$$

där  $a$  är en reell och positiv konstant.

- (a) Beräkna systemets utsignal för insignalen  $x(t)$  som beskrivs i figur 1. (2p)
- (b) Beräkna systemets utsignal för insignalen  $x(t) = 4\cos(at)u(t)$ . (3p)



Figur 1: Insignal  $x(t)$

2. Ett kausalt och diskret LTI-system kan beskrivas med följande differensekvation

$$y[n] + 0.3y[n-1] - 0.04y[n-2] = x[n] + x[n-1]$$

där  $y$  är systemets utsignal och  $x$  dess insignal.

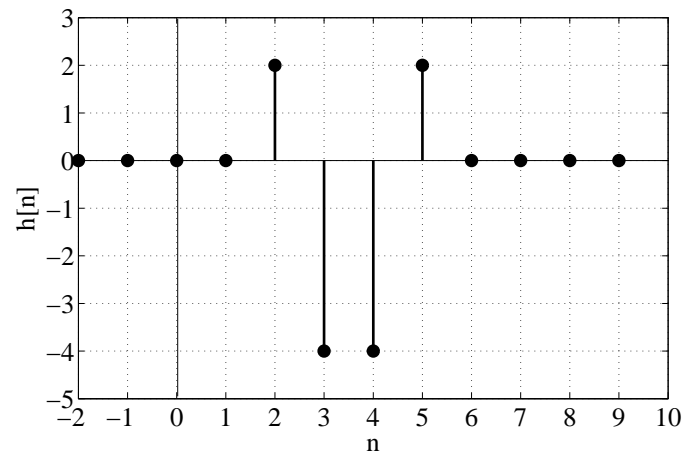
- (a) Beräkna systemets utsignal  $y[n]$  då insignalen är (4p)

$$x[n] = 2(-0.4)^n u[n] .$$

- (b) Är systemet stabilt? Motivera! (1p)

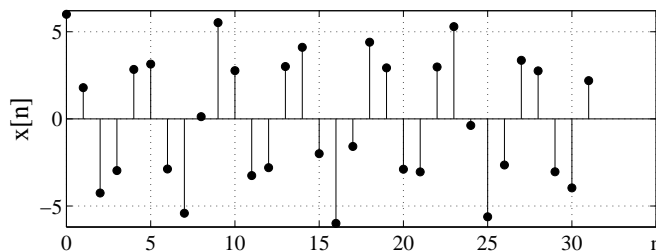
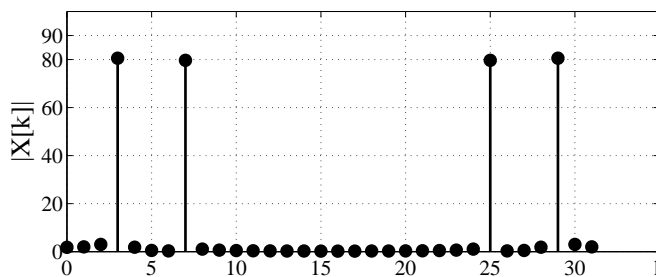
3. Ett diskret filter har ett impulssvar enligt figur 2. De värden på  $h[n]$  som ej visas i figuren är noll. Beräkna filtrets

- (a) Amplitudkaraktistik (3p)  
(b) Faskaraktistik. (2p)



Figur 2: Diskret impulssvar

4. Ett okänt antal reella, kontinuerliga och sinusformade signaler summeras och bildar signalen  $x(t)$ . Vi vet dock att ingen av de ingående sinusformade signalerna har en högre frekvens än 2000 Hz och att de alla har en amplitud som är lika med 5. För att undersöka signalen  $x(t)$  samplas den med sampelintervallet  $T = 0.20$  ms och den diskreta signalen  $x[n]$  erhålls med 32 sampelvärden ( $N = 32$ ). Därefter beräknas DFT av  $x[n]$  vilket betecknas med  $X[k]$ . Den samplade signalen  $x[n]$  visas i figur 3 och  $|X[k]|$  visas i figur 4. Signalen  $x(t)$  filtreras därefter i ett analogt Butterworth lågpasfilter. Filtrets maximala förstärkning är ett, brytvinkelfrekvensen är  $1400\pi$  r/s och ordningstalet är 2. Beräkna den kontinuerliga utsignalen  $y(t)$  från filtret i stationärtillstånd. Om du saknar någon uppgift så gör ett rimligt antagande eller ansätt ett godtyckligt värde. (5p)

Figur 3: Diskret signal  $x[n]$ Figur 4:  $|\text{DFT}\{x[n]\}|$

5. (a) Snödjupet skall skattas, men på grund av topografi, vindar och luftens turbulens kommer det verkliga snödjupet att variera mycket. Det verkar dock rimligt att anta att variationerna i snödjupet är normalfördelade och oberoende!

En mätserie med tio slumpmässigt valda mätpunkter över ett område av 40.000 m<sup>2</sup> ger följande resultat:

70, 43, 58, 61, 38, 62, 73, 52, 72, 51 cm

Beräkna det 90-procentiga konfidensintervallet för snödjupets medelvärde för detta område.

(3p)

- (b) Nästa steg mot ökad kunskap om snö, är att mäta snötäckets yttemperatur. Detta kan lämpligtvis göras med en pyrometer. Genom att kombinera ett par formler ur kompendiet kan vi skriva:

$$P_m \propto \varepsilon \cdot T^4$$

där  $P_m$  är den utstrålade effekten i W/m<sup>2</sup>,  $\varepsilon$  är emissiviteten och  $T$  är temperaturen i K. Vår pyrometer har möjligheten att ställas in på lämplig emissivitet, och eftersom snö reflekterar ljus ganska bra chansar vi och ställer in den på 0,75 och erhåller då en temperatur på  $-2^\circ\text{C}$ . Senare (när vi kommit hem och snöexperimentet är avslutat) upptäcker vi (via länken

<http://www.ices.ucsb.edu/modis/EMIS/html/em.html> )

att ett bättre värde på emissiviteten hade varit 0,99! Använd denna information för att korrigera mätningen. Vad var den verkliga temperaturen?

Inom vilket våglängdsområde arbetar vanligtvis en pyrometer?

(2p)

# Tentamen SSY040/041, del B

## Sensorer, Signaler och System, Z2

Examinator: Ants R. Silberberg / Gunnar Elgered

25 augusti 2010 kl. 08.30-12.30 sal: M

Förfrågningar: Ants Silberberg, tel. 1808  
Lösningar: Anslås torsdag 26 augusti på institutionens anslagstavla, plan 5.  
Resultat: Rapporteras in i Ladok  
Granskning: Onsdag 8 sept kl. 12.00 - 13.30 , rum 3315 (Lunne- rummet) på plan 3, korridor parallell med Hörsalsvägen.  
Bedömning: En korrekt och välmotiverad lösning med ett tydligt angivet svar ger full poäng.

### Hjälpmedel

- Typgodkänd miniräknare
- Beta Mathematics Handbook
- Physics Handbook
- Fyra sidor med egna anteckningar

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. Två kontinuerliga LTI-system är kopplade i serie enligt figur 1. Beräkna systemets utsignal  $y(t)$  då insignalen  $x(t) = 6e^{-3t}u(t)$ . Följande information beskriver de två delsystemen: System  $H_1$  har en överföringsfunktion lika med  $H_1(s) = \frac{4}{s+2}$ . System  $H_2$  har ett stegsvar som är  $y_2 = (1 - e^{-5t})u(t)$  (5p)



Figur 1: Kontinuerliga system

2. Ett diskret LTI-system har impulssvaret

$$h[n] = \left(\frac{1}{3}\right)^n u[n] + \left(\frac{1}{2}\right)^{(n-2)} u[n-1]$$

- (a) Beräkna systemets överföringsfunktion  $H(z)$  (3p)  
 (b) Teckna systemets differensekvation där  $y[n]$  är systemets utsignal och  $x[n]$  dess insignal. (2p)

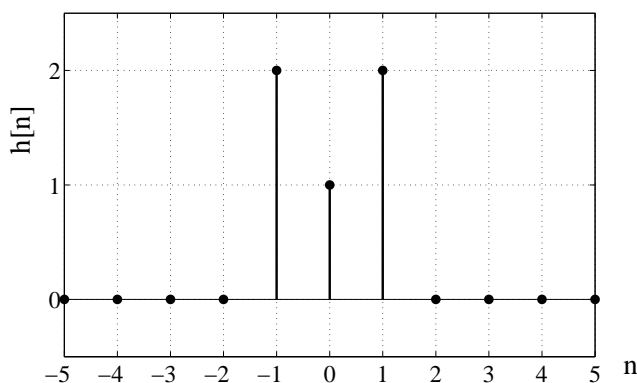
3. Diskret Fouriertransform (DFT)  $X[k]$  av signalen  $x[n]$  beräknas som

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-j \frac{2\pi}{N} kn}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

Utifrån signalens DFT kan signalen återskapas enligt

$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k] e^{j \frac{2\pi}{N} kn}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

- (a) Beräkna och gör en skiss av den Diskreta Fouriertransformen  $X_a[k]$  till den komplexa signalen  $x_a[n] = e^{j6\pi n/8}$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots, 7$ . (2p)
- (b) Beräkna och gör en skiss av den Diskreta Fouriertransformen  $X_b[k]$  till den komplexa signalen  $x_b[n] = e^{-j4\pi n/8}$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots, 7$ . (1p)
- (c) En kontinuerlig signal samplas med sampelintervallet  $T = 10$  ms och  $N = 256$  sampelvärden erhålls. Vilken frekvensupplösning har signalens DFT? Ange svaret i rad/s. (2p)
4. Ett icke kausalt, diskret filter har ett impulssvar  $h[n]$  enligt figur 2. De värden på  $h[n]$  som ej visas i figuren är noll. Beräkna filtrets
- (a) Amplitudkaraktistik (3p)
- (b) Faskaraktistik. (2p)



Figur 2: Diskret impulssvar



5. (a) Multimetern Fluke75 har använts flitigt under kursen i mättekniklabbet. I denna uppgift skall resultaten från tio stycken parallellkopplade Fluke75:or analyseras. De mäter alltså på samma spänning. Vi tror oss ha anledning att anta att mätfelelen är oberoende av varandra och normalfördelade. Vid en samtidig avläsning av de tio multimetrarna fås:
- 12.36 12.41 12.39 12.37 12.39 12.38 12.73 12.37 12.39 12.36 V
- Bestäm det 99-procentiga konfidensintervallet för spänningens sanna värde.
- I Fluke75:ans datablad specificeras mätosäkerheten för spänningssområdet 3.2 – 32 V till:  $\pm(0.4\%$  av avläst värde + 10 mV).
- (3p)*
- (b) Två töjningsgivare är monterade på över- och undersidan av en balk. Balken belastas på ett sådant sätt, så att töjningen är positiv på ovsidan, och negativ på undersidan. Redovisa ett kopplingschema som visar hur påverkan av temperaturvariationer på utsignalen skall minimeras.
- (2p)*

# Tentamen SSY040/041, del B

## Sensorer, Signaler och System, Z2

Examinator: Ants R. Silberberg / Gunnar Elgered

11 januari 2011 kl. 14.00-18.00 sal: M

Förfrågningar: Ants Silberberg, tel. 1808  
Lösningar: Anslås tisdag 12 januari på institutionens anslagstavla, plan 5.  
Resultat: Rapporteras in i Ladok  
Granskning: Torsdag 27 januari kl. 12.00 - 13.30 , rum 3315 (Lunne- rummet) på plan 3, korridor parallell med Hörsalsvägen.  
Bedömning: En korrekt och välmotiverad lösning med ett tydligt angivet svar ger full poäng.

Hjälpmedel

- Typgodkänd miniräknare
- Beta Mathematics Handbook
- Physics Handbook
- Fyra sidor med egna anteckningar

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. Stegsvaret till ett kontinuerligt LTI-system är

$$s(t) = (1 - e^{-5000t} (\cos(5000t) + \sin(5000t))) u(t).$$

Beräkna systemets impulssvar. (5p)

2. Ett kausalt och diskret LTI-system har överföringsfunktionen

$$H(z) = (1 - z^{-1})(1 + z^{-1})(1 + 0.8z^{-1}).$$

(a) Beräkna systemets impulssvar  $h[n]$ . (3p)

(b) Beräkna systemets utsignal  $y[n]$  för insignalen (2p)

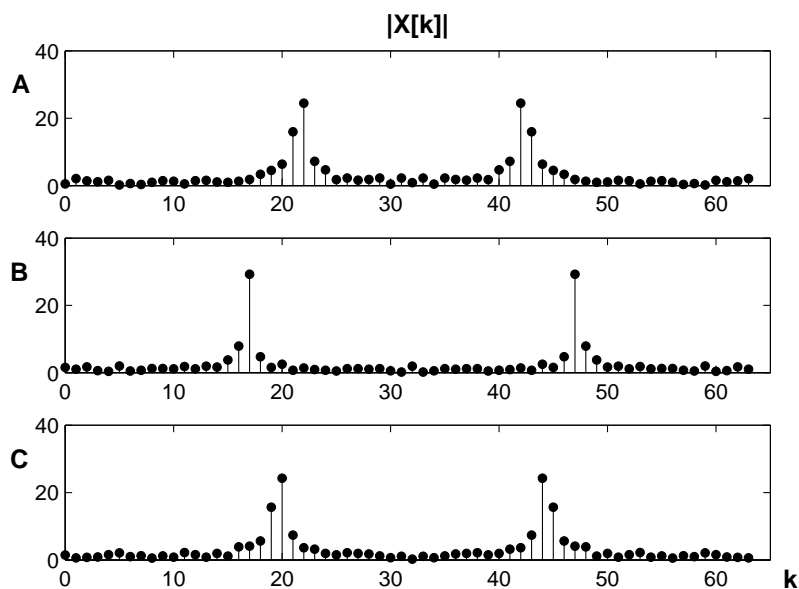
$$x[n] = u[n] - u[n - 3].$$

3. En vetgirig teknolog ville undersöka hur ett givet diskret filter (system) fungerar. Det diskreta filtret hade impulssvaret

$$h[n] = \delta[n - 1] + \delta[n - 3].$$

Teknologen hade också möjlighet att generera en diskret signal,  $x[n]$ , genom att sampla den kontinuerliga signalen  $x(t) = \sin(2\pi \cdot 500t)$ . Den samplade signalen,  $x[n]$ , användes som insignal till filtret. Genom att välja ett visst sampelintervall blev utsignalen från filtret noll. Vilket sampelintervall hade teknologen valt? Ett bivillkor var att aliasing (vikning) skulle undvikas. (5p)

4. Tre kontinuerliga signaler  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$  och  $x_3(t)$  samplas. Sampelintervallet (tid mellan två intilliggande sampelvärden) är fast och satt till 1.25 ms. Alla tre signalerna består av en sinusformad signal där även något brus adderats. Sinussignalen i  $x_1(t)$  har frekvensen 210 Hz. Sinussignalen i  $x_2(t)$  har frekvensen 270 Hz och i  $x_3(t)$  är den 555 Hz. 64 sampel tas från var och en av de tre signalerna. Därefter beräknas den Diskreta Fouriertransformen (DFT), som tecknas med  $X[k]$ , av de tre samplade signalerna. Absolutbeloppet av DFT-beräkningarna visas i figur 1 men i blandad ordning. Para ihop samplad signal med motsvarande  $|X[k]|$  plot i figuren. Tydlig motivering krävs. (5p)



Figur 1:  $|X[k]|$  från de tre samplade signalerna.

Diskret Fouriertransform (DFT)  $X[k]$  av signalen  $x[n]$  beräknas som

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-j \frac{2\pi}{N} kn}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

Utifrån signalens DFT kan signalen återskapas enligt

$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k] e^{j \frac{2\pi}{N} kn}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

5. (a) En molnhöjdsjätmare använder sig av laserpulser och gangtidsmatning. Mätfelen utgörs dels av slumpmässiga (typ A), oberoende och normalfördelade fel, dels av systematiska fel (typ B).

För ett specifikt instrument sker mätningar kontinuerligt med en samplingsfrekvens på 100 Hz. Det slumpmässiga felet har en standardavvikelse lika med 3.3 m, och den systematiska maximala osäkerheten ar  $\pm 0.5$  m.

Beräkna ett lämpligt tidsintervall för medelvärdesbildning, under forutsattniing att man vill åstadkomma en så hög tidsupplösning som möjligt, samtidigt som man vill att mätosäkerheten, på grund av de slumpmässiga felen, i form av det 99-procentiga konfidensintervallet inte skall överstiga mätosäkerheten från de systematiska felen.

(4p)

- (b) Beskriv för- och nackdelar för en resistiv positionsgivare jämfört med en induktiv.

(1p)