Tentamen ssy041
Sensorer, Signaler och System, del A, Z2

Examinator: Ants R. Silberberg

18 december 2008 kl. 14.00-18.00 sal M

Förfrågningar:	Ants Silberberg , tel. 1808
Resultat:	Anslås måndagen den 12 januari kl. 15 på institutionens anslagstavla, plan 5.
Granskning:	1: Måndag 19 januari kl. 12.00 - 13.00 , rum 5430. 2: Tisdag 20 januari kl. 12.00 - 13.00 , rum 5430.
Bedömning:	En korrekt och välmotiverad lösning med ett tydligt angivet svar ger full poäng.

Hjälpmedel

- Typgodkänd miniräknare
- Beta Mathematics Handbook
- Två sidor med egna anteckningar

Betygsgränser (ej slutbetyg)

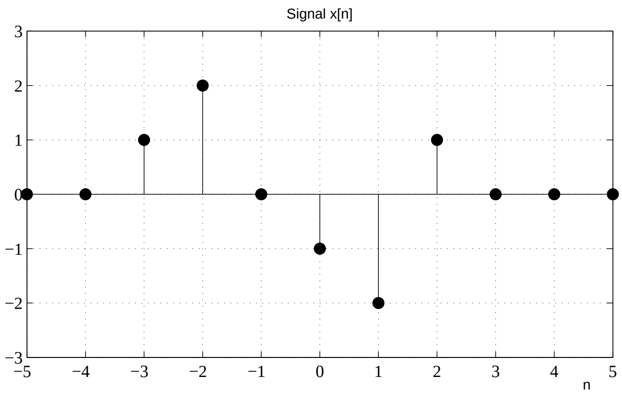
Poäng	0-10	11-15	16-20	21-25
Betyg	U	3	4	5

Lycka till!

1. a) Ett diskret LTI-system har impulssvaret

$$h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + 0.25\delta[n-2] \ .$$

Beräkna systemets utsignal $y[n]$ för insignalen $x[n]$ som beskrivs i figur 1. De signalvärden som ej finns med i figuren är noll. *(3p)*



Figur 1: Insignal $x[n]$

b) Ett diskret system definieras av differensekvationen

$$y[n] = x[n]u[n].$$

Är systemet tidsinvariant? Motivera! *(2p)*

2. En kontinuerlig och periodisk signal $x(t)$ kan beskrivas med en komplex Fourierserie enligt

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_k e^{jk\omega_o t}$$

där koefficienterna har följande värden

$$\begin{array}{lll} c_0 = 2 & c_1 = c_{-1} = 1 & c_2 = c_{-2}^* = j0.5 \\ c_3 = c_{-3}^* = j0.2 & c_4 = c_{-4} = 0.4 & c_k = 0 \text{ , för övriga } k \end{array}$$

Signalen $x(t)$ passerar ett system $G(j\omega)$ med frekvenssvaret

$$G(j\omega) = 1 - H(j\omega)$$

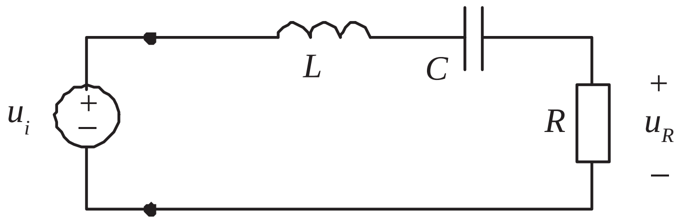
där $H(j\omega)$ är ett idealt lågpassfilter och beskrivs som

$$H(j\omega) = \begin{cases} 1, & |\omega| \leq \dfrac{11\omega_o}{5} \\ 0, & \text{för övrigt} \end{cases}$$

a) Beräkna utsignalens $\{y(t)\}$ Fourierseriekoefficienter. *(2p)*

b) Beräkna kvoten mellan utsignalens medeleffekt och insignalens medeleffekt. *(3p)*

3. Under en laboration studeras en elektrisk RLC-krets enligt figur 2. Amplituden på den sinusformade insignalspänningen $u_i(t)$ hålls konstant men frekvensen varieras. Spänningen $u_R(t)$ över resistansen R betraktas som utsignal och studeras tillsammans med insignalen på ett oscilloskop. En bild med två signaler enligt figur 3 erhålls. Vid vilken vinkelfrekvens ω_p blir utsignalens amplitud störst? Vilken faskillnad är det mellan utsignal och insignal vid denna vinkelfrekvens (ω_p)? *(5p)*

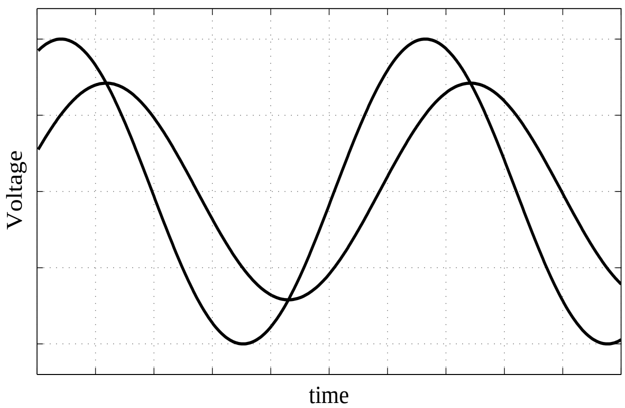


Figur 2: RLC-krets

Lite vägledning: vid stationär växelström då $j\omega$-metoden med fördel används kan man genom spänningsdelning få en relation mellan utsignal och insignal enligt

$$U_R(j\omega) = U_i(j\omega)\frac{R}{R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}}$$

$R = 1.0$ kΩ, $C = 1.0$ μF och $L = 0.01$ H.



Figur 3: Oscilloskop bild

4. En kontinuerlig signal $y_1(t)$ skapas genom faltning mellan två signaler och signalen $y_2(t)$ genom multiplikation av samma signaler. Alltså är
   $y_1(t) = x_1(t) * x_2(t) \quad \text{och} \quad y_2(t) = x_1(t)x_2(t)$
   Signalerna $x_1(t)$ och $x_2(t)$ är bandbegränsade vilket belyses med följande information om signalernas Fouriertransformer;
   $X_1(j\omega) = 0$ för $|\omega| > 2000\pi$ och $X_2(j\omega) = 0$ för $|\omega| > 3000\pi$

   Signalerna $y_1(t)$ och $y_2(t)$ samplas genom att de multipliceras med ett impulståg och följande två signaler erhålls, $(k = 1, 2)$.

   $$y_{pk}(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_k(nT)\delta(t - nT)$$

   Bestäm de värden på samplingsintervallet T som gör det möjligt att återskapa $y_1(t)$ från $y_{p1}(t)$ samt de värden på samplingsintervallet som gör det möjligt att återskapa $y_2(t)$ från $y_{p2}(t)$. *(5p)*

5. Ett kontinuerligt LTI-system har impulssvaret

   $$h(t) = 2 \cdot \frac{\sin(2\pi t)}{\pi t} \cos(7\pi t)$$

   Beräkna systemets utsignal $y(t)$ då insignalen är
   $x(t) = \cos(2\pi t) + \sin(6\pi t)$. *(5p)*

Tentamen ssy041
Sensorer, Signaler och System, del A, Z2

Examinator: Ants R. Silberberg

15 april 2009 kl. 14.00-18.00 sal V

Förfrågningar:	Ants Silberberg, tel. 1808
Lösningar:	Anslås torsdag 16 april på institutionens anslagstavla, plan 5.
Resultat:	Rapporteras in i Ladok (anonyma tentor)
Granskning:	Fredag 8 maj kl. 12.00 - 13.15 , rum 5430.
Bedömning:	En korrekt och välmotiverad lösning med ett tydligt angivet svar ger full poäng.

Hjälpmedel

- Typgodkänd miniräknare
- Beta Mathematics Handbook
- Två sidor med egna anteckningar

Betygsgränser (ej slutbetyg)

Poäng	0-10	11-15	16-20	21-25
Betyg	U	3	4	5

Lycka till!

1. a) Ett diskret system beskrivs av ekvationen

$$y[n] = \cos(0.15\pi n)x[n]$$

där $x[n]$ är systemets insignal och $y[n]$ är dess utsignal.

i) Är systemet linjärt? Motivering krävs. *(1p)*

ii) Är systemet tidsinvariant? Motivering krävs. *(1p)*

iii) Beräkna systemets impulssvar $h[n]$. *(1p)*

b) Beräkna den fundamentala perioden till den kontinuerliga och periodiska signalen

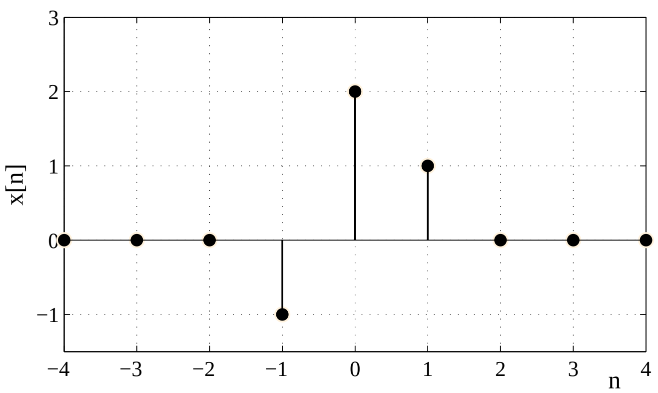
$$x(t) = 1 + \cos(8\pi \cdot 10^3 t) + 7.4\sin(\pi \cdot 10^4 t), \quad \forall\, t$$

(2p)

2. Stegsvaret $s[n]$ till ett diskret LTI-system är

$$s[n] = \begin{cases} 1, & n = 0 \\ 2, & n = 1 \\ 3, & n \geq 2 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$

Beräkna systemets utsignal $y[n]$ för en insignal $x[n]$ enligt figur 1. De signalvärden som ej finns med i figuren är noll.



Figur 1: Diskret signal

3. En kontinuerlig och periodisk signal $x(t)$ kan beskrivas med en komplex Fourierserie enligt

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \frac{k}{1+k^2}\, e^{jk4t}.$$

Signalen $x(t)$ utgör insignal till ett kontinuerligt LTI-system med impulssvaret

$$h(t) = \delta(t) - e^{-3t}u(t)$$

Beräkna den komplexa Fourierserien för systemets utsignal $y(t)$. *(5p)*

4. En kontinuerlig signal kan skrivas på formen $x(t) = e^{-bt}u(t)$ där b är en positiv och reell konstant. Hur stor del av insignals totala energi finns kvar i utsignalen $y(t)$ när signalen $x(t)$ passerat systemet G. Frekvenssvaret till systemet G kan beskrivas med *(5p)*

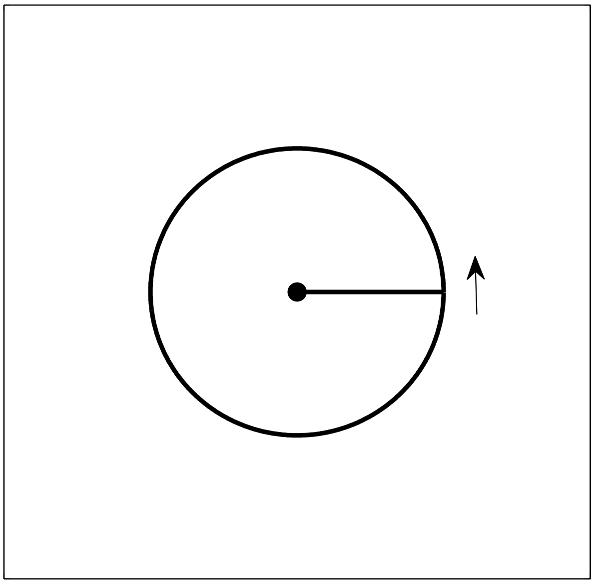
$$G(j\omega) = \begin{cases} 0, & |\omega| < \omega_c \\ 1, & |\omega| \geq \omega_c \end{cases}$$

$$x(t) \longrightarrow \boxed{\quad G \quad} \longrightarrow y(t)$$

5. En vit och rund skiva med en svartmålad radie, se figur 2, roterar moturs med en konstant vinkelhastighet. Skivan roterar med 24 varv per sekund. Med hjälp av en höghastighetskamera tas en serie bilder av den roterande skivan. Bilderna tas vid tidpunkterna $t = nT_s$ s där $n = 0, 1, 2, 3, \cdots$ och $T_s = \frac{23}{576}$ s. Skivans position vid $t = 0$ visas i figur 2.

   a) Gör en skiss över de 4 första bilderna. Motivera med nödvändiga beräkningar. Antag att exponeringstiden $\ll T_s$. *(4p)*

   b) Kommentera resultatet. *(1p)*



Figur 2: Roterande skiva

Tentamen SSY040/041
Sensorer, Signaler och System, del A, Z2

Examinator: Ants R. Silberberg

24 augusti 2009 kl. 14.00-18.00 sal V

Förfrågningar:	Ants Silberberg, tel. 1808
Lösningar:	Anslås tisdag 25 aug. på institutionens anslagstavla, plan 5.
Resultat:	Rapporteras in i Ladok (anonyma tentor)
Granskning:	Onsdag 9 sept. kl. 12.00 - 13.30 , rum 5430.
Bedömning:	En korrekt och välmotiverad lösning med ett tydligt angivet svar ger full poäng.

Hjälpmedel

- Typgodkänd miniräknare
- Beta Mathematics Handbook
- Två sidor med egna anteckningar

Betygsgränser (ej slutbetyg)

Poäng	0-10	11-15	16-20	21-25
Betyg	U	3	4	5

Lycka till!

1. Ett kontinuerligt system beskrivs av ekvationen

$$y(t) = \cos(0.5\pi t)x(t)$$

där $x(t)$ är systemets insignal och $y(t)$ är dess utsignal.

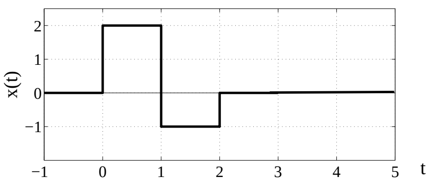
   a) Beräkna systemet utsignal för $x(t) = \delta(t)$. *(1p)*

   b) Beräkna systemet utsignal för $x(t) = \delta(t-1)$. *(1p)*

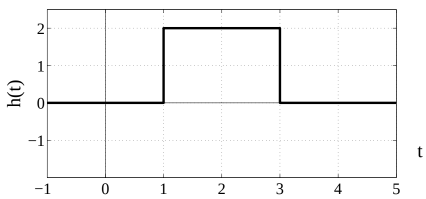
   c) Är systemet tidsinvariant? Motivering krävs. *(1p)*

   d) Är systemet linjärt? Motivering krävs. *(2p)*

2. Ett kontinuerligt LTI-system enligt figur 2 har en insignal $x(t)$ enligt figur 1(a) och ett impulssvar enligt figur 1(b). Beräkna systemets utsignal $y(t)$. De signalvärden som ej finns med i figurerna är noll. *(5p)*

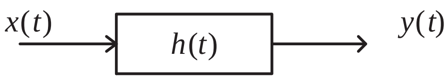


(a) Insignal $x(t)$



(b) Impulssvar $h(t)$

Figur 1: Signaler



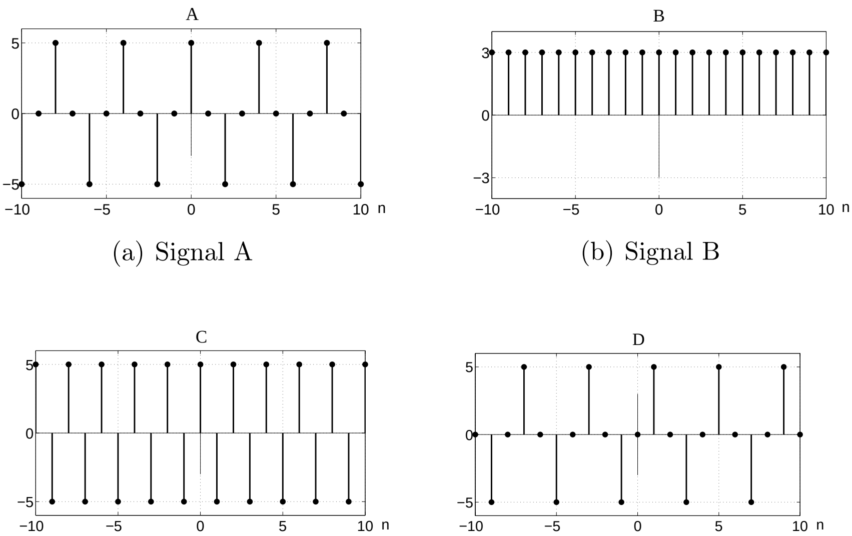
Figur 2: LTI-system

3. **(a)** I Figur 3 ses fyra olika diskreta signaler med markeringarna A, B, C and D. Para ihop var och en av dessa signaler i figurerna med en av följande signalbeskrivningar: *(1p)*

$x_1[n] = 5\cos(\pi n)$ $\quad$ $x_4[n] = 3\cos(2\pi n)$

$x_2[n] = 5\sin(\pi n/2)]$ $\quad$ $x_5[n] = 5\cos(\pi n/2)$

$x_3[n] = 5\cos(n)]$ $\quad$ $x_6[n] = 5\sin(\pi n/2 - \pi/4)$



(a) Signal A (b) Signal B

(c) Signal C (d) Signal D

Figur 3: Fyra diskreta signaler

(b) Beräkna den fundamentala perioden till den diskreta periodiska signalen: $x[n] = e^{j5\pi n/9} + e^{j2\pi n} + \cos(3\pi n/9)$ *(2p)*

(c) Antag att den diskreta signal som visas i figur 3(a) (Signal A) uppstår genom att den kontinuerliga signalen $x(t) = 5\cos(\omega_0 t)$ samplas med samplingvinkelsfrekvensen ω_s r/s. Ange två möjliga värden på ω_s som ger en diskret signal enligt figur 3(a). Antag att vinkelfrekvensen ω_0 r/s är känd. *(2p)*

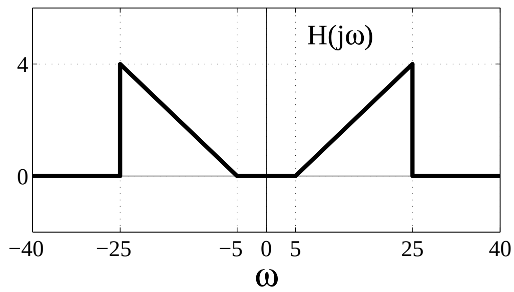
4. Ett kontinuerligt system enligt figur 2 har ett frekvenssvar $H(j\omega)$ som beskrivs i figur 4. Insignalen till systemt kan tecknas som en Fourierserie enligt

$$x(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \left[A_k \cos(k\omega_0 t) + B_k \sin(k\omega_0 t) \right] .$$

Beräkna utsignalens $(y(t))$ Fourierseriecoefficienter c_k som ges av uttrycket för den komplexa Fourierserien enligt

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_k e^{jk\omega_0 t} .$$

Antag att A_k och B_k är kända $(\forall k)$ samt att $\omega_0 = 10.0$ r/s. *(5p)*



Figur 4: Systemets frekvenssvar $H(j\omega)$

5. Till signalen $x(t) = 10\text{sinc}^2(25 \cdot 2\pi t)$ adderas en sinusformad störsignal med frekvensen ω_n. Man önskar filtrera bort störsignalen med hjälp av ett idealt lågpassfilter. Ange de värden på filtrets brytfrekvens samt på störfrekvensen ω_n som gör att denna bortfiltrering av störsignalen lyckas samtidigt som den ursprungliga signalen $x(t)$ bevaras. $(\text{sinc}(x)=\sin(x)/x))$. *(5p)*