LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Inst. för Elektro- och Informationsteknik

Tentamen 2014-05-27
SIGNALBEHANDLING I MULTIMEDIA, ETI265
Tid: 14.00–19.00
Sal: MA:10

Hjälpmedel: Miniräknare, formelsamling i signalbehandling och en valfri bok i matematik.
[*Allowed items on exam: calculator, DSP and mathematical tables of formulas*]

Observandum: För att underlätta rättningen: [*In order to simplify the correction:*]
-Lös endast en uppgift per blad. [*Only solve one problem per paper sheet.*]
-Skriv namn på samtliga blad. [*Please write your name on every paper sheet.*]
Påståenden måste motiveras via resonemang och/eller ekvationer.
[*Statements must be motivated by reasoning and/or equations.*]
Poäng från inlämningsuppgifterna adderas till tentamensresultatet.
[*The points from the tasks will be added to the examination score.*]
Max Tot. poäng (tentamen + båda inl.uppg) = 5.0 + 0.5 +0.5 = 6.0
[*Max Tot. score (exam + 2 tasks) = 5.0 + 0.5 +0.5 = 6.0*]
Betygsgränser för kursen: 3 (≥3.0p), 4 (≥4.0p), 5 (≥5.0p).
[*Grading; 3 (≥3.0p), 4 (≥4.0p), 5 (≥5.0p).*]

1. Följande tids-diskreta signaler är givna;
[*The following discrete time signals are given*]

$$x_1(n) = [\,-2 \quad \underset{\uparrow}{-1}\,]\ , \quad x_2(n) = [\,2 \quad \underset{\uparrow}{-1} \quad -2 \quad 1 \quad -1\,]\ , \quad x_3(n) = [\,\underset{\uparrow}{2} \quad -1\,]$$

a) Bestäm resulterande sekvens ur faltningsuttrycket;
$y(n) = x_1(n) * x_2(n) * x_3(n)$. (0.1p)
[*Determine the resulting sequence from the convolution;*]

b) Bestäm resulterande modulo 4 sekvens ur faltningsuttrycket;
$x_1(n) \circledast_4 x_2(-n) \circledast_4 x_3(n)$. (0.2p)
[*Determine the resulting modulo 4 sequence from;*]

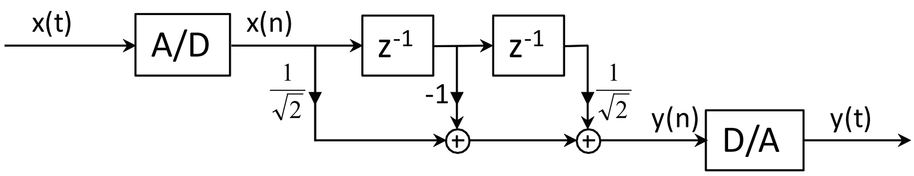
c) Bestäm en sekvens $s(n)$ i modulo 2 så att följande uppfylls;
$x_1(n) \circledast_2 s(n) = x_3(n)$. (0.2p)
[*Determine a sequence $s(n)$ such that the following is fulfilled (in modulo 2);*]

2. En linjär tids-invariant krets beskrivs med differens-ekvationen,
[*The following linear time-invariant difference equation is given,*]

$$y(n) - y(n-1) + \frac{3}{16}y(n-2) = x(n)$$

bestäm utsignalen då $x(n) = (\frac{1}{2})^n u(n) + sin(2\pi\frac{1}{4}n)$, $\quad -\infty \leq n \leq \infty$. (0.5p)
[*Determine the output signal when* $x(n) = (\frac{1}{2})^n u(n) + sin(2\pi\frac{1}{4}n)$, $-\infty \leq n \leq \infty$.]

3. I figur 1 illustreras ett system, där insignalen $x(t) = cos(2\pi 1000t + \pi/4) + cos(2\pi 6000t)$ för $-\infty \leq t \leq \infty$ och där A/D- och D/A-omvandlarna är ideala och arbetar med sampelfrekvensen $F_s = 8000$ Hz.
[*Figure 1 illustrates our system where the input signal is given by* $x(t) = cos(2\pi 1000t + \pi/4) + cos(2\pi 6000t)$ *för* $-\infty \leq t \leq \infty$ *and where the A/D- and D/A converters are assumed ideal operating with sample frequency* $F_s = 8000$ *Hz.*]



Figur 1: *Systemet i uppgift 3.*

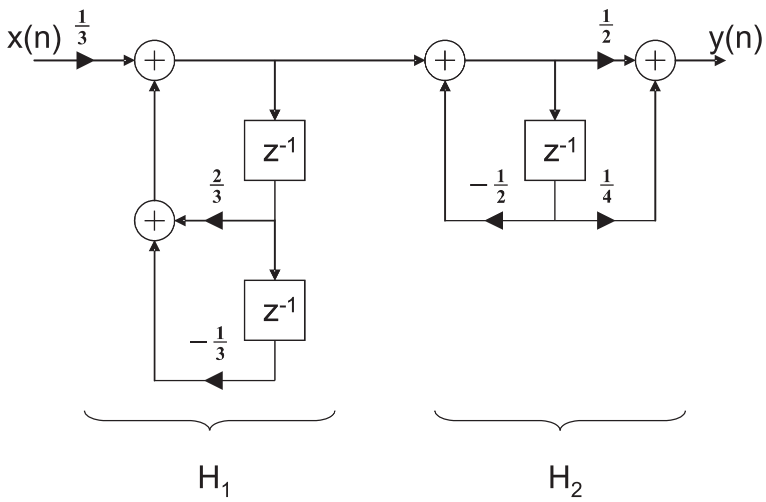
a) Bestäm det digitala systemets impulssvar $h(n)$, systemfunktion $H(z)$ och frekvenssvaret $H(\omega)$ samt skissa dess beloppsfunktion och fasfunktion för $-\pi \leq \omega \leq \pi$! (0.5p)
[*Determine the impulse response* $h(n)$, *the system function* $H(z)$ *and the frequency response* $H(\omega)$ *and also sketch the amplitude and phase spectrum!*]

b) Bestäm utsignalen $y(t)$! (0.5p)
[*Determine the output signal* $y(t)$*!*]

4. Systemet är givet av Figur 2 och det består av två del-system i kaskad, H_1 and H_2.
[*The system in Figure 2 consists of a cascade of two sub-systems,* H_1 *and* H_2.]

a) Bestäm differens-ekvationerna som hör till de två systemen H_1 och H_2 och beräkna respektive impulssvar $h_1(n)$ and $h_2(n)$. (0.4p)
[*Determine the difference equations corresponding to the systems* H_1 *and* H_2 *and calculate the impulse responses* $h_1(n)$ *and* $h_2(n)$.]

b) Bestäm det totala systemets differens-ekvation och skapa en direktform II realisering av det totala systemet. (0.3p)
[*Determine the difference equation describing the full system and give the direct form II realisation of the full system.*]



Figur 2: *Systemet i uppgift 4.*

c) Bestäm utsignalen, $y(n)$, om insignalen är given av, (0.3p)
[*Calculate the output signal, $y(n)$, if the input signal is given by,*]

$$x(n) = \delta(n) - \frac{2}{3}\delta(n-1) + \frac{1}{3}\delta(n-2)$$

5. Följande allmänna 2:a-grads systemfunktion är given,
[*The following general 2:nd order system function is given,*]

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}$$

där insignalen $x(n) = 3sin(\frac{\pi}{2}n)u(n)$ och $y(-1) = \frac{1}{3}, y(-2) = 0$ och $b_0 = 0, b_1 = \frac{1}{5}, b_2 = 0$ samt $a_1 = \frac{1}{2}, a_2 = 0$. Bestäm,
[*where the input signal $x(n) = 3sin(\frac{\pi}{2}n)u(n)$ och $y(-1) = \frac{1}{3}, y(-2) = 0$ och $b_0 = 0, b_1 = \frac{1}{5}, b_2 = 0$ and $a_1 = \frac{1}{2}, a_2 = 0$. Determine,*]

a) Zero-input-lösningen, $y_{zi}(n)$! (0.2p)
[*The Zero-input solution*]

b) Zero-state-lösningen, $y_{zs}(n)$! (0.2p)
[*The Zero-state solution*]

c) Den totala transienta lösningen, $y_{trans}(n)$! (0.2p)
[*The total transient solution*]

d) Den stationära lösningen, $y_{ss}(n)$! (0.2p)
[*The steady-state solution*]

e) Den totala lösningen, $y(n)$! (0.2p)
[*The total solution*]

6. De två studenterna Nick och Dick är båda intresserade av att följa temperaturvariationerna på sin hemort. Nick samplar temperaturen varje eftermiddag och skriver ner en sekvens av temperaturdata $x_1(n), n \geq 0$. Dick samplar också temperaturen varje eftermiddag (på samma plats) men han skriver ner ett medelvärde av de sista 7 dagarnas temperatur och skapar därmed en sekvens $x_2(n), n \geq 0$. Nick tycker att hans sekvens är mycket bättre eftersom han alltid kan skapa Dick's sekvens ur sin egen. Dick hävdar att även han kan skapa Nick's sekvens ur sin egen genom en linjär filtrering.

   [*The two students Nick and Dick are both interested in following the temperature variations in their hometown. Nick samples the temperature at noon every day and writes down a sequence of temperature data, $x_1(n), n \geq 0$. Dick also samples the temperature at noon every day (at the same place) but he writes down an average of the 7 latest temperature measurements creating a sequence, $x_2(n), n \geq 0$. Nick believes that his method is better since he can always create Dick's sequence from his own sequence. Dick claims that he also can create Nick's sequence from his own using a linear filtering operation.*]

   a) Bestäm ett villkor på hur Dick borde skapa sin sekvens för de första 6 samplena så att hans påstående blir korrekt! (0.3p)

   [*Determine a requirement on how Dick should create his average for the first 6 samples in order for his claim to be true!*]

   Ledtråd: bestäm ett villkor för medelvärdesbildningen så att detta blir en linjär filtrering, dvs en faltning.

   [**HINT:** *Determine the requirements for the averaging to become a linear filtering, i.e. a convolution.*]

   b) Introducera lämpliga beteckningar och ange ett slutet uttryck för hur Dick kan skapa Nick's sekvens ur sin egen. Den enda okända sekvensen i uttrycket skall vara Dick's sekvens! (0.7p)

   [*Introduce adequate notations and specify a closed form expression on how Dick can create Nick's sequence from his own. The only unknown sequence in the expression should be Dick's sequence.*]