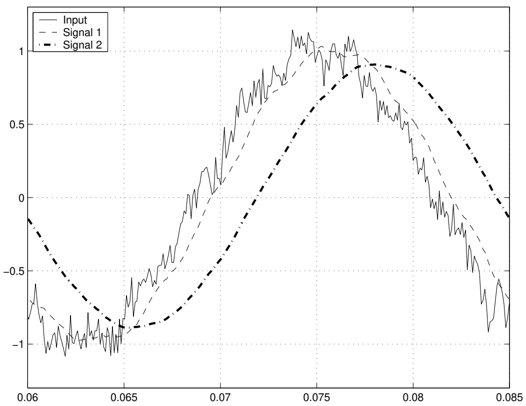
T-61.140 Signaalinkäsittelyjärjestelmät

1. välikoe, ma 11.3.2002 15-18 salit M, T1. Simula/Parviainen.
Välikokeessa EI saa käyttää matemaattista taulukkokirjaa, EIKÄ mitään laskinta. Taulukoita erillisellä paperilla. Välikokeen maksimipisteet tehtävittäin 3+3+6+6=18.

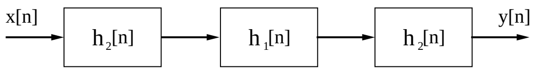
1. (5 x 1p, max 3p) Vastaa **enintään kolmeen** väitteeseen, ovatko ne oikein vai väärin. Laske tai perustele lyhyesti.

   a) $y[n] = (x[n])^2$ on aikainvariantti LTI-järjestelmä.
   b) $y[n] = 2\,x[n+1]$ on stabiili LTI-järjestelmä.
   c) $y(t) = 2\,t\,x(t-1)$ on kausaalinen LTI-järjestelmä.
   d) Digitaalisessa kuvankäsittelyssä (still-kuva, harmaasävyvalokuva) operaatiot ovat aina aikainvariantteja (=siirtoinvariantteja), koska kuvapisteisiin ei liity tietoa ajasta.
   e) LTI-järjestelmissä käytettävä Fourier-analyysi kehitettiin tietokoneiden läpimurron mukana 1960-luvulla digitaalisen signaalinkäsittelyn avuksi.

2. (3p) Alla olevassa kuvassa on kuvattu LTI-järjestelmään tuleva signaali (jatkuva viiva –), jonka "perustaajuus" on 40 Hz (tosin mukana vähän kohinaa). Sille on tehty eräs tavallinen signaalinkäsittelyn operaatio kahdella eri LTI-järjestelmällä, joiden ulostulot ovat vastaavasti signaalit 1 (- -) ja 2 (paksu - .). Mikä tämä operaatio on? Miten se liittyy suodintyyppeihin (ali/yli/kaistanpäästö/kaistanesto)? Kommentoi järjestelmien/signaalien 1 ja 2 eroavaisuuksia. Kirjoita muutamilla virkkeillä, maksimissaan puoli sivua.



3. (6p) Tutkitaan alla olevan kuvan mukaista kolmen LTI-järjestelmän kaskadikytkentää. Tiedetään, että $h_1 = \delta[n] - \delta[n-1]$ ja koko järjestelmän impulssivaste on
   $h_c[n] = \delta[n-2] + \delta[n-3] - \delta[n-4] - \delta[n-5]$.



   a) Laske järjestelmän impulssivaste $h_2[n]$.
   b) Mikä on järjestelmän $h_c[n]$ vaste yksikköaskeleeseen $u[n]$?

4. (6p) Tunnetaan jatkuva-aikaisen LTI-järjestelmän impulssivaste

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

   a) Laske $H(j\omega)$.
   b) Onko $H(j\omega)$ alipäästö- vai ylipäästösuodin? Vinkki: laske $|H(j\omega)|$ parilla mielenkiintoisella taajuudella.
   c) Olkoon syötteenä suorakaidepulssi $x(t) = \begin{cases} 2, & 0 < t < 1 \\ 0, & \text{muualla} \end{cases}$

   Määrää vasteen F-muunnos $Y(j\omega)$.