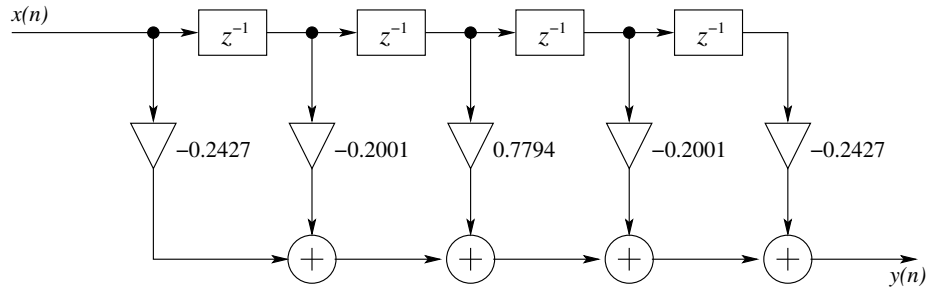


**COMP.SGN.100 Signaalinkäsittelyn perusteet,
Harjoitus 2, 17.-19.3.2021**

1. (Kynä & paperi)

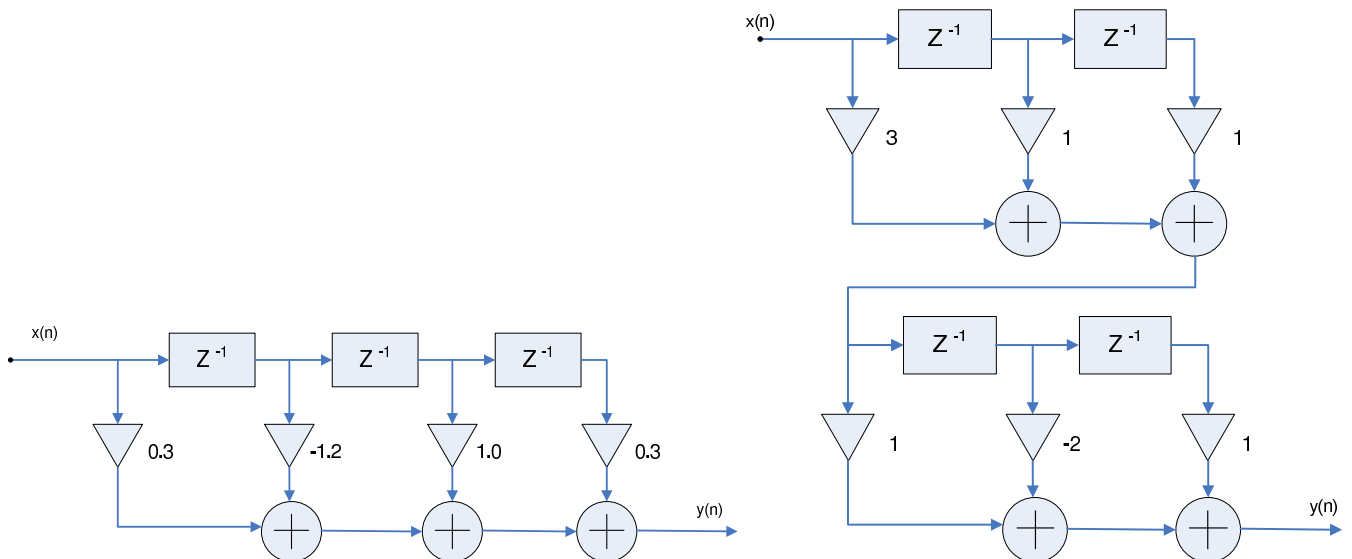
- (a) Mikä differenssiyhtälö on herätteen $x(n]$ ja vasteen $y(n]$ välillä kun järjestelmän lohkokaavio on alla olevan kuvan mukainen?



- (b) Piirrä lohkokaavio, kun

$$y(n) = 0.11x(n) + 0.28x(n-1) - 0.01x(n-2) - 0.52x(n-3).$$

2. (Kynä & paperi) Mitä järjestelmiä alla olevien kuvien lohkokaaviot esittävät? Vastaus yhtälönä $x(n]$:n ja $y(n]$:n välillä. Oikeanpuoleisen järjestelmän hahmottamisessa voivat auttaa luennoilla käsitellyt konvoluution ominaisuudet.



3. (*Matlab*) Generoi yhden sekunnin mittainen signaali, jonka taajuus on 1000 Hz kun näytteenotto-taajuus on 8192 Hz. Yleisesti signaali saadaan kaavasta

$$x(n) = \sin\left(\frac{2\pi n f}{F_s}\right),$$

missä f on haluttu taajuus Hertseinä ja F_s on näytteenottotaajuus Hertseinä. Muuttuja n on Mat-labissa vektori, joka sisältää halutut pisteet ajassa, t.s., $(1, 2, 3, \dots, 8192)$. Generoi myös signaalit, joiden taajuudet ovat 2000 Hz ja 3000 Hz, ja kuuntele kaikki tulokset komennolla `soundsc`. Mi-tä tapahtuu, kun ylität Nyquistin rajan, eli generoit signaaleja, joiden taajuudet ovat 6000, 7000 ja 8000 Hz?

4. (*Matlab*) Simuloidaan Matlabilla laskostumista.

Nouda tiedosto `seiska.mat` kurssin Moodlesta (`Harj_2.zip`) ja lataa se Matlabiin komennol-la `load`, joka lataa sen automaattisesti muuttujaan `x`. Kuuntele alkuperäinen signaali komennol-la `soundsc(x, F)`, missä F on näytteenottotaajuus. Pudota näytteenottotaajuus 16384 Hz ensin puoleen alkuperäisestä komennolla `y=x(1:2:length(x))`; Tällöin jäljelle jää vain joka toinen näyte, eli sama tulos oltaisiin saatu otettaessa alun perin näytteitä taajuudella 8192 Hz. Koska sig-naali todellisuudessa sisältää taajuuksia aina 8192 Hertsiin asti, laskostuvat suuret taajuudet pien-ten päälle. Kuuntele tulos komennolla `soundsc`. Vertaa kuulemaasi tulokseen, joka saadaan oi-keaoppisesti poistamalla liian suuret taajuudet (yli 4096 Hz) ennen näytteenottotaajuuden pienen-tämistä (komento `decimate`).

5. (*Matlab*)

- (a) Lataa Matlabin äänitiedosto `gong.mat` muuttujaan `y` komennolla `load gong`. Tutustu kon-voluution toteuttavaan komentoon (`help conv`) ja laske signaalin `y` ja tehtävän 1 (a)-kohdan kertoimista muodostetun vektorin konvoluutio. Sijoita tulos muuttujaan `z`. Kuuntele alkupe-räinen signaali ja vertaa sitä suodatustulokseen. Kertoimet oli valittu siten, että konvoluutios-sa osa taajuuksista poistuu. Arvioi mitkä taajuudet poistettiin?
- (b) Impulssivaste voi olla ihmisen suunnittelema (kuten a-kohdassa) tai mitattu esim. jossain kai-ullisessa tilassa. Jälkimmäisessä tapauksessahan se mallintaa tilan akustiikkaa. Lataa kurssin Moodlesta (`Harj_2.zip`) tiedosto `hall.wav`, ja lataa se Matlabiin komennolla `audioread`. Tiedosto esittää ison salin impulssivastetta (ja kuulostaa siis siltä kuin käsiä olisi läpsäytetty kirkossa). Lataa myös tiedosto `seiska.mat`, ja laske sen ja lataamasi impulssivasteen konvo-luutio. Kuuntele tulos ennen ja jälkeen suodatusta. Tuloksen pitäisi kuulostaa siltä kuin puhe olisi siirretty kaiulliseen tilaan.