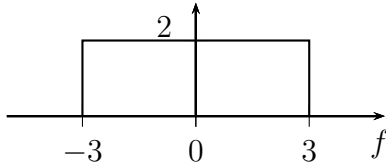


# Signaalianalyysi 031080A

## Loppukoe 15.1.2018

- (a) Tutki laskemalla, ovatko signaalit  $x(n) = \{-3 + 3i, 2, 1 - i\}$  ja  $y(t) = e^{-t}u(t - 2)$  energia- tai tehosiinaaleja. Laske signaalin  $x(n)$  autokorrelaatiofunktio.  
(b) Signaalin  $x(t)$  Fourier-muunnos on esitetty oheisessa kuvassa.



Kuinka pieni pitää näytteenottovälin  $T$  olla, jotta  $x(t)$  voidaan yksikäsitteisesti määrätä näytteistä  $x(nT)$ ,  $n = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$ ? Olkoon näytteenottotaajuus  $f_s = 5$  Hz. Piirrä impulssijonon  $\sum_{k=-\infty}^{\infty} x(kT)\delta(t - kT)$  Fourier-muunnos. Tapahtuuko laskostumista?

- (a) Määrää analogisen LTI-systeemin ( $x(t)$  on heräte ja  $y(t)$  on vaste) siirtofunktio, amplitudivaste, vaihevaste ja impulssivaste, kun systeemi on määritelty differentiaaliyhtälöllä

$$y'(t) + 8y(t) = 4x(t - 2), \quad y(0) = 0 \quad \text{ja} \quad x(t) = 0, \quad t < 0.$$

(4 p)

- (b) Määrää signaalin  $x(t) = \cos 40\pi t$  Hilbert-muunnos  $\hat{x}(t)$ .

(2 p)

- Olkoon signaali  $X(t) = A \cos(2\pi t + \Theta)$ , missä  $A$  ja  $\Theta$  ovat riippumattomia satunnaismuuttujia. Amplitudin  $A$  jakauma on annettu oheisessa taulukossa ja vaihe  $\Theta$  noudattaa tasajakaumaa  $\text{Tas}(0, 2\pi)$ .

$a$	-2	-1	1	2
$P(A = a)$	0.3	0.4	0.1	0.2

- (a) Määrää odotusarvot  $E(A)$  ja  $E(A^2)$ .

(2 p)

- (b) Määrää signaalin  $X(t)$  odotusarvofunktio  $E[X(t)]$  ja autokorrelaatiofunktio  $R_X(t, t + \tau)$ .

(3 p)

- (c) Määrää on signaalin  $X(t)$  keskimääräinen teho.

(1 p)

- (a) Määrää sellainen kausaalinen LTI-systeemi, jolla voidaan generoida satunnaissignaali  $Y(t)$ , jonka tehotiheyspektri on

$$S_Y(f) = \frac{4}{16 + 4\pi^2 f^2}$$

käyttämällä herätteenä valkoista kohinaa, jonka tehotiheys on 1. Määrää systeemin siirtofunktio ja impulssivaste.

- (b) Diskreetin LTI-systeemin heräte on  $X_n$  ja vaste

$$Y_n = \frac{1}{2}X_n + \frac{1}{2}X_{n-1}.$$

Määrää vasteen autokorrelaatiofunktio ja tehotiheyspektri, kun heräte  $X_n$  on diskreettiä valkoista kohinaa joka noudattaa normaalijakaumaa  $\mathcal{N}(0, 1)$ .