

Älä käännä ennen lupaa. Tehtävät ovat tämän paperinparin sisäisivuilla.

Tarkasta, että sinulta löytyy:

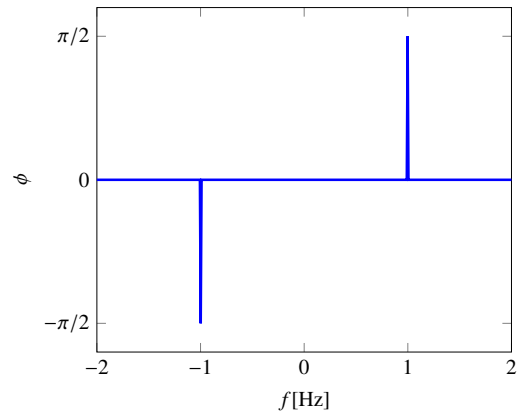
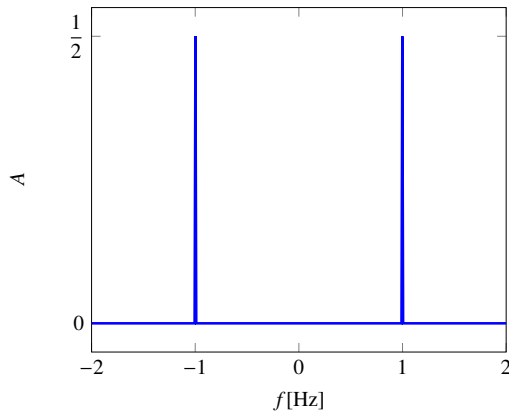
1. Tämä tehtäväpaperi
2. Konseptipaperia
3. Kurssin kaavakokoelma
4. Muistiinpanovälineet
5. Laskin (ei välttämätön, kaikki laskimet sallittu)
6. Henkilöllisyystodistus

Jos jotain puuttuu, ota välittömästi yhteyttä lähimpään assistenttiin.

Suoritusohjeet:

1. Tehtävät tehdään konsepteille peräkkäin. Aloita jokainen tehtävä uudelta sivulta ja merkitse tehtävännumero selvästi näkyviin. Täytä jokaiseen konseptiin nimesi, opiskelijanumerosi, kurssikoodi ja päivämäärä.
2. Tentissä on kuusi tehtävää. Tehtävillä 1-3 voit uusia ensimmäisen välikokeen, tehtävillä 4-6 toisen välikokeen ja tehtävillä 1-6 kummatkin välikokeet. Parempi suoritus jää voimaan kummastakin välikokeesta erikseen.
3. Kun olet valmis
 - (a) Näytä henkilöllisyystodistuksesi vastaanottavalle assistentille.
 - (b) Kirjaa nimesi salilistaan.
 - (c) Poistu salista tehtäväpaperi ja kaavakokoelma mukana

1. Periodisen signaalin $x_1(t)$ kaksipuolinen viivaspektri on esitetty alla.

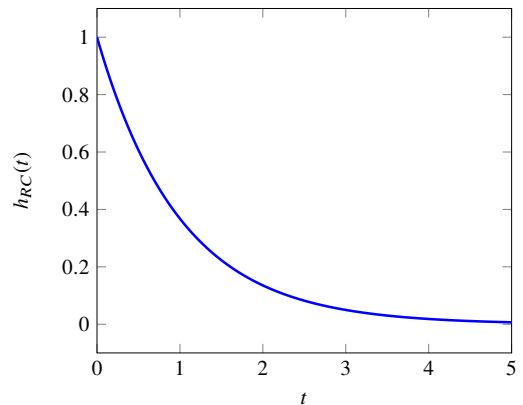


- (a) [2p] Kirjoita signaalin $x_1(t)$ lauseke aikatasossa.
- (b) [2p] Ratkaise signaalin $x_1(t)$ keskimääräinen yleistetty teho P_1 .
- (c) [3p] Signaalista $x_1(t)$ otetaan näytteitä näytteenottovälillä $T_s = 15$ ms. Mitä taajuuksia näytteistetty signaali sisältää taajuuksvälillä 0 - 100 Hz?
- (d) [3p] Signaalista $x_1(t)$ otetaan näytteitä näytteenottovälillä $T_s = 5$ ms. Mitä taajuuksia näytteistetty signaali sisältää taajuuksvälillä 0 - 100 Hz?

2. Erään RC -suodattimen impulssivaste $h_{RC}(t)$ on esitetty oikealla.

Kaksi tällaista suodatinta kytketään sarjaan. Sarjaan kytkettyjen suodattimien muodostaman kokonaisjärjestelmän impulssivaste saadaan konvoluution avulla

$$h_{tot}(t) = (h_{RC} \otimes h_{RC})(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h_{RC}(\lambda)h_{RC}(t - \lambda)d\lambda$$

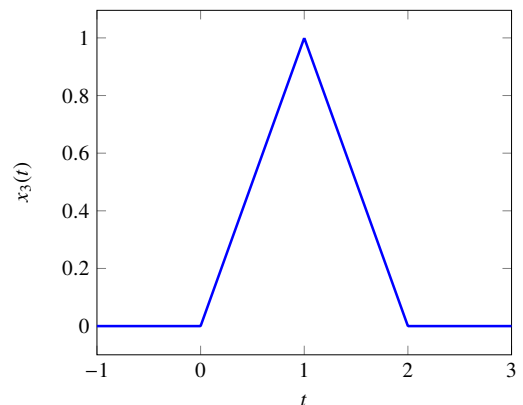


$$h_{RC}(t) = \begin{cases} e^{-t}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$

[10p] Ratkaise $h_{tot}(t)$ käyttäen graafista konvoluutiota.

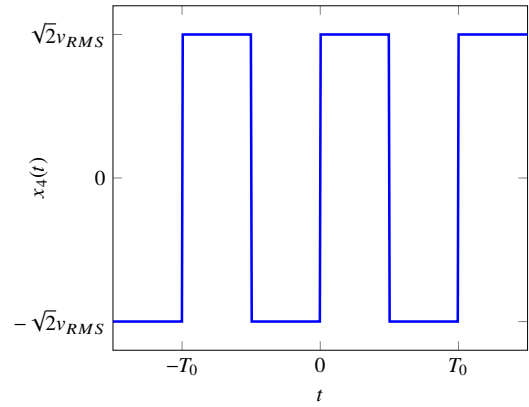
3. Tarkastellaan oheisen kuvan mukaista pulssia $x_3(t)$.

- (a) [2p] Kirjoita pulssin $x_3(t)$ lauseke aikatasossa.
- (b) [2p] Ratkaise pulssin $x_3(t)$ yleistetty energia.
- (c) [3p] Ratkaise pulssin $x_3(t)$ Fourier'n muunnos $X_3(f)$, sekä energiaspektri $|X_3(f)|^2$.
- (d) [3p] Ratkaise pulssin $x_3(t/2)$ Fourier'n muunnos $Y_3(f)$, sekä energiaspektri $|Y_3(f)|^2$.



4. Erään hakkuriteholähteen tuottama vaihtojännite $x_4(t)$ on esitetty oikealla.

- (a) [2p] Ratkaise vaihtojännitteen $x_4(t)$ jaksonaika T_0 .
- (b) [3p] Ratkaise vaihtojännitteen $x_4(t)$ keskimääräinen yleistetty teho P_4 .
- (c) [5p] Ratkaise vaihtojännitteen $x_4(t)$ ns. kompleksisen Fourier'n sarjan kertoimet c_n .



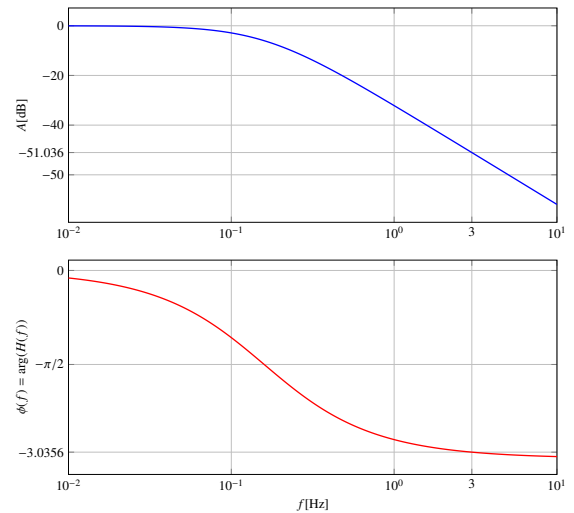
$$x_4(t) = \sqrt{2} \cdot v_{RMS} \cdot \text{sign}(\sin(2\pi f_0 t)),$$

$$f_0 = 60 \text{ Hz}, \quad v_{RMS} = 230 \text{ V}, \quad \text{sign}(x) = \begin{cases} 1, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$$

5. Tehtävän 2 suodatinsarjan Boden diagrammi on esitetty oikealla.

[10p] Ratkaise järjestelmän vaste $y_5(t)$, kun heräte

$$x_5(t) = 1234 \cdot \cos(2\pi \cdot 3 \cdot t)$$



6. Tarkastellaan puolijohdekomponenteissa esiintyvää valkoista kohinaa $w(t)$, jonka yksipuolinen tehospektri

$$S_{ww}(f) = N_w, \quad f \geq 0,$$

sekä vaaleanpunaista kohinaa $p(t)$, jonka yksipuolinen tehospektri

$$S_{pp}(f) = \frac{N_p}{f}, \quad f > 0.$$

Kohinat ovat ortogonaalisia. Rajataajuudelle f_c pätee

$$S_{ww}(f_c) = S_{pp}(f_c).$$

- (a) [3p] Ratkaise kohinaprosessin $y_6(t) = w(t) + p(t)$ tehospektri $S_{yy}(f)$ ja hahmottele se rajataajuuden f_c ympäristössä.
- (b) [3p] Ratkaise kohinaprosessin $w(t)$ teho P_w taajuuskaistalla $f \in [f_c/100, f_c]$.
- (c) [3p] Ratkaise kohinaprosessin $p(t)$ teho P_p taajuuskaistalla $f \in [f_c/100, f_c]$.
- (d) [1p] Ratkaise tehojen logaritminen suhde $10 \cdot \log_{10}(P_p/P_w)$.

$$\int \frac{1}{x} dx = \ln(|x|) + C$$