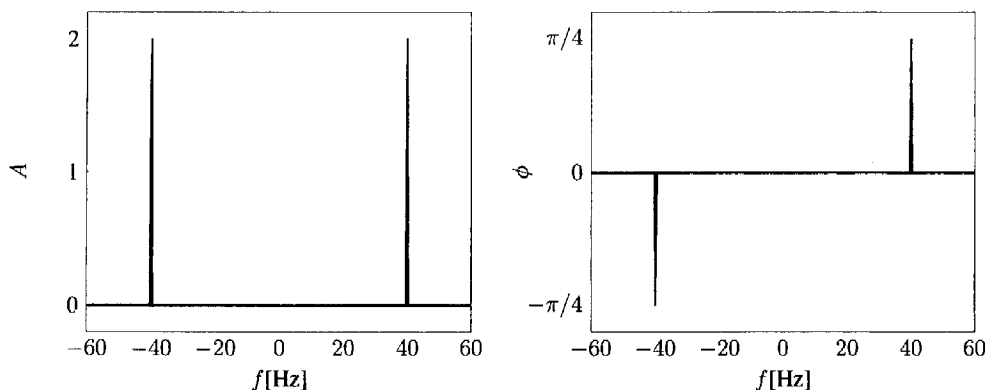


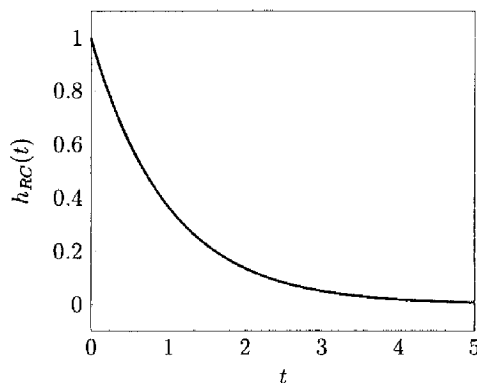
1. Jaksollisen signaalin  $x(t)$  kaksipuolinen viivaspektri on esitetty alla.



- (a) [3p] Ratkaise signaalin  $x(t)$  keskimääräinen yleistetty teho  $P$ .
- (b) [3p] Kirjoita signaalin  $x(t)$  lauseke aika-alueessa.
- (c) [4p] Signaalista  $x(t)$  otetaan näytteitä taajuudella  $f_s = 50$  Hz. Mitä taajuuksia näytteistetty signaali sisältää?

2. Oikealla on erään RC-suodattimen impulssivasteen  $h_{RC}(t)$  kuvaaja ajan  $t$  funktiona. Kaksi tällaista suodatinta kytketään sarjaan. Sarjaan kytkettyjen suodattimien muodostaman kokonaisjärjestelmän impulssivaste saadaan konvoluution avulla:

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

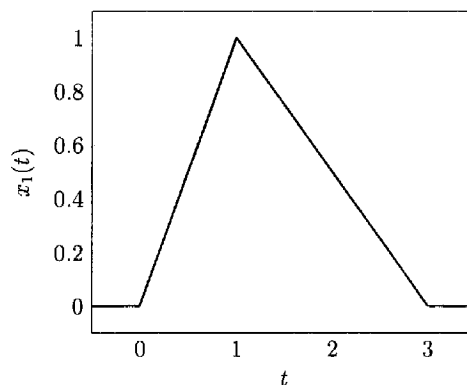


[10p] Ratkaise  $h_{tot}(t)$ .

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

3. Laske oikealla näkyvän signaalin  $x_1(t)$  Fourier-muunnos ja energiaspektri. *Vihje:* suoraan määritelmään perustuvan integroinnin sijaan kannattanee hyödyntää kaavakokoelmaa. [10p]

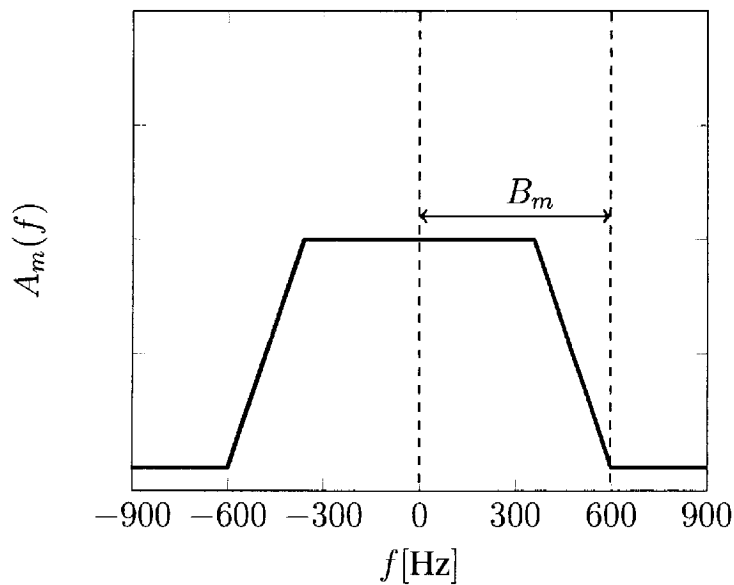
$$x_1(t) = \begin{cases} t, & t \in [0, 1] \\ \frac{3}{2} - \frac{1}{2}t, & t \in (1, 3] \\ 0, & \text{muualla} \end{cases}$$



4. [10p] Oletetaan, että Butterworth-alipäästösuodattimen puolen tehon kaistanleveys on 20 kHz. Lisäksi vaadimme, että taajuudella 60 kHz vaimennuksen on oltava ainakin 25 dB. Etsi alin mahdollinen astelukku, joka tämän vaatimuksen täyttävällä Butterworth-suodattimella voi olla.
5. Tarkastellaan *DSB-modulaatiota*, kun moduloivan signaalin  $m(t)$  kaistanleveys  $B_m = 600$  Hz ja kanta-aallon  $c(t)$  taajuus  $f_c = 750$  MHz.

$$y(t) = m(t)c(t)$$

- (a) [3p] Mikä on moduloidun signaalin  $y(t)$  kaistanleveys  $B_y$ ?
- (b) [4p] Vastaanottimessa signaali demoduloidaan kertomalla se uudelleen kanta-aallolla  $c(t)$ . Hahmottele vastaanotetun signaalin  $r(t) = y(t)c(t)$  spektri.
- (c) [3p] Miten signaalia  $r(t)$  pitäisi suodattaa, jotta  $r(t) \approx m(t)$ ?



6. Erään stationäärisen ergodisen kohinaprosessin  $x(t)$  autokorrelaatiofunktio on

$$r_{xx}(\tau) = E\{x(t)x^*(t + \tau)\} = \begin{cases} 1 - |\tau|/2, & |\tau| \leq 2 \\ 0, & |\tau| > 2 \end{cases}$$

- [10p] Laske (kaavakokoelmaa mahdollisesti hyödyntäen) kohinan tehospektri.