

# Signaalianalyysi 031080A

## Harjoitus 4 syksy 2024

- (e): esikotitehtävä, josta saa pisteitä  
(p): tuntitehtävä, josta saa pisteitä  
(n): normaali tuntitehtävä, josta ei saa pisteitä

1.-2. (e) Tee STACK-tehtävät hyväksytysti keskiviikkoon 20.11. klo 23.59 mennessä ja näytä käsinkirjoitetut ratkaisut harjoituksissa saadaksesi pisteet.

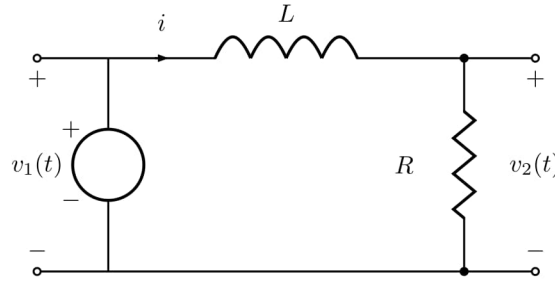
3. (p) Kuvan 1 RL-piiri toteuttaa differentiaaliyhtälön

$$\begin{aligned}v_1(t) - Li'(t) - Ri(t) &= 0, \\v_2(t) &= Ri(t),\end{aligned}$$

missä  $v_1(t)$  ja  $v_2(t)$  ovat jännitteitä ja  $i(t)$  on piirissä kulkeva virta.

- Määrittää piirin taajuusvastefunktio, kun  $v_1(t)$  on heräte ja  $i(t)$  on vaste.
- Määrittää piirin taajuusvastefunktio ja impulssivaste, kun  $v_1(t)$  on heräte ja  $v_2(t)$  on vaste. Onko systeemi yli-, ali- vai kaistanpäästösuodatin?
- Määrittää b)-kohdan tapauksessa suodattimen päästökaistan leveyttä kuvaava  $-3$  dB:n rajataajuus, s.o. taajuus  $f_c$  jolla  $|H(f_c)|^2 = \frac{1}{2}$ .

Kuva 1



4. (p) Differenssiyhtälö

$$y[n] = \frac{1}{3}y[n-1] + x[n] - 3x[n-1]$$

määrittelee lineaarisen aikainvariantin systeemin, missä  $x[n]$  on heräte ja  $y[n]$  on vaste.

- Määrittää systeemin siirtofunktio. Piirrä systeemin nolla-napakartta: merkitse kompleksitasoon siirtofunktion  $H(z) = \frac{P(z)}{Q(z)}$  osoittajan nollakohdat pienellä ympyrällä  $\circ$  ja nimittäjän nollakohdat pienellä rastilla  $\times$ . Piirrä myös yksikköympyrä. Onko systeemi stabiili?
  - Jos systeemi on stabiili, määrittää sen amplitudivaste. Mitkä taajuudet pääsevät läpi vaimentumatta?
  - Mikä on systeemin vaste herätteeseen  $x[n] = 1$ ? Entä herätteeseen  $x[n] = (-1)^n$ ?
5. (n) Olkoon  $m(t) = \text{sinc}(2t)$ . Laske ja piirrä SSB-moduloidun signaalin

$$x(t) = m(t) \cos 2\pi f_c t - \hat{m}(t) \sin 2\pi f_c t$$

amplitudispektri, kun  $f_c = 10$  Hz.

6. (n) Analogisen LTI-systeemi on määritelty differentiaaliyhtälöllä

$$y'(t) + 8y(t) = 3x(t - 4),$$

missä  $x(t)$  on heräte ja  $y(t)$  on vaste. Määrittää taajuusvastefunktio, amplitudivaste, vaihevaste ja impulssivaste.