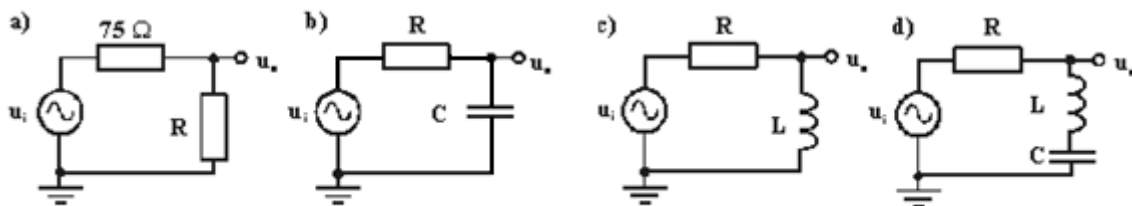


**Fysiikan mittausten menetelmät I**  
**syksy 2016**  
**Laskuharjoitus 3**  
**27.9. – 29.9.**

**Palautustehtävät. Vastauspaperi on pakko palauttaa, vaikka se olisikin tyhjä.**  
Palautettava to 22.9.2016 klo. 16:00 mennessä.

1. Laske ulostulosignaalien  $u_o$  amplitudit ja vaiheet, kun  $f = 10 \text{ kHz}$ ,  $u_i = 12 \text{ V} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$ ,  $R = 180 \Omega$ ,  $C = 470 \text{ nF}$ , ja  $L = 680 \mu\text{H}$ . *Vihje: Jännitteenjaon voi laskea myös reaktiivisille komponenteille.*



2. Tarkastele tehtävän 1 piirejä suodattimina. Tee Bode-kuvaaja amplitudivasteille jokaiselle piirille ja määritä jokaisen päästökaista, estokaista,  $-3\text{dB}$ -rajataajuus ja estokaistan jyrkkyys (desibeleissä per dekad). Bode-kuvaajan voi tehdä esim. Matlabilla tai LTspice:lla.

3. a) Kuinka suuri kohinan tehollisarvo voi olla mitattaessa jännitesignaalia, joka vaihtelee  $10 \text{ mV}$ :n ja  $100 \text{ mV}$ :n välillä, kun SNR:ksi halutaan vähintään  $25 \text{ dB}$ ?

b) Lähetät laitteesta toiseen jännitesignaalia, jonka arvo vaihtelee välillä  $0 \text{ V}$  ja  $10 \text{ V}$ . Analoginen lähetys ja vastaanotto lisäävät signaaliin kohinaa, jonka tehollisarvo on  $25 \text{ mV}$ . Voit välttää kohinan siirtämällä signaalin digitaalisesti. Käytössäsi on A/D-muunnin, jonka resoluutio on 8 bittiä ja datalehdessä ilmoitettu muunnostarkkuus on  $2 \times \text{LSB}$ . Pienentääkö A/D-muuntimen käyttö signaalin epätarkkuutta?

**"Rasti ruutuun"-tehtävät. Ei palauteta erikseen.**

4. a) Mitä tarkoittaa läpikuuluminen (crosstalk) mittalaitteistossa?

b) Mistä Johnsonin kohina johtuu ja miten sitä voidaan pienentää? Laske  $10 \text{ k}\Omega$  vastuksessa syntyvä Johnsonin kohina, kun taajuusalue on  $1 \text{ kHz} - 1 \text{ MHz}$  ja lämpötila  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

c) Signaalilähteen kanavien välinen keskinäiskapasitanssi on  $100 \text{ pF}$ . Kuinka suuri kapasitiivinen häiriö kytkeytyy kanavaan 1, jos kanavassa 2 kulkee jännitesignaali, jonka tehollinen arvo  $U = 500 \text{ mV}$  ja taajuus  $1 \text{ kHz}$ . Kanavaan 1 kytketty kuorma  $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ .

5. Mittaukset

a) Selvitä, millainen on nk. nelipistemittaus.

b) Miksi nelipistemittaus on kaksipistemittauksesta parempi?