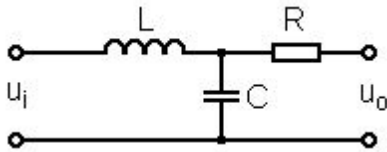


**Fysiikan mittausmenetelmät I**  
**syksy 2016**  
**Laskuharjoitus 4**  
**5 – 7.10.**

**Palautustehtävät. Vastauspaperi on pakko palauttaa, vaikka se olisikin tyhjä.**  
Palautettava 29.9.2016 klo. 16:00 mennessä.

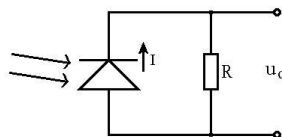
1. Ideaalisella kaapelilla ei ole impedanssia, mikä on hyvä approksimaatio, jos kaapelin pituus on pieni ( $<1\text{m}$ ) ja kaapeli on suojattu ulkoisilta häiriöiltä. Käytännössä kaapelilla on resistanssia, sarjainduktanssia sekä kapasitanssia johtimien välillä. Koaksiaalikaapelin impedanssin voi esittää nelinapaverkkona:



Tyypillisellä (esim. RG 58) 20 m koaksiaalikaapelilla  $C = 1760\text{ pF}$ ,  $L = 5.2\text{ }\mu\text{H}$  ja  $R = 0.2\Omega$ . Signaalilähteen voidaan olettaa olevan ideaalinen. Kaapeli on kytketty piiriin, jonka sisäänmenoimpedanssi on  $1\text{ k}\Omega$ . Mikä on korkein taajuus, jolla signaali kulkee vaimentumatta yhtä prosenttia enempää?

2. a) Jännitevahvistimen lähtöjännitteen on huomattu vaimenevan 20 %, kun siihen kytketään kuorma, jonka resistanssi  $1\text{ k}\Omega$ . Mikä on vahvistimen ulostuloimpedanssi?  
b)  $1\text{ k}\Omega$  kuormaa ohjataan vahvistimella, jonka avoimen lenkin jännitevahvistus (open-loop gain) on 60 dB. Vahvistimen sisäänmenoimpedanssi on  $20\text{ k}\Omega$  ja ulostuloimpedanssi  $1\text{ k}\Omega$ . Mikä on vahvistimen tehovahvistus desibeleinä tällä kytkennällä?  
c) Sinimuotoisen lähtöjännitteen amplitudin on oltava 10 V huipusta huippuun. Käytettävän vahvistimen nousunopeus (slew rate) on  $0,5\text{ V}/\mu\text{s}$ . Mikä on suurin mahdollinen taajuus, jolla signaali ei vielä vääristy?

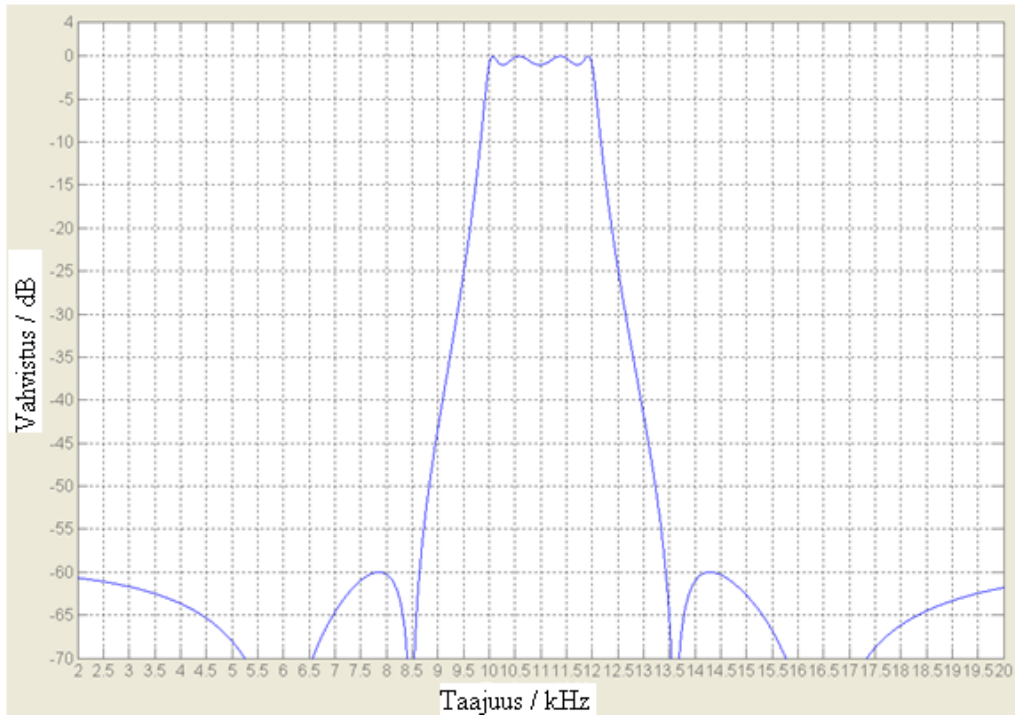
3. Käytät seuraavaa piiriä mitataksesi valoisuutta huoneessa:



- a) Kun valoisuus on suurimmillaan, fotodiodi tuottaa  $34\mu\text{A}$  virran. Haluat että  $u_o$  on tällöin 5 V. Valitse vastusarvo, joka toteuttaa tämän.  
b) Onko tämän piirin ulostuloimpedanssi pieni vai suuri? Miksi juuri tämä piiri ei ole kovin käytännöllinen tapa mitata valoisuutta?  
c) Piirissä kulkevan virran tehollisarvo on  $23\mu\text{A}$ , huoneen lämpötila on  $21\text{ }^\circ\text{C}$  ja  $u_o$  mitataan taajuusalueella 10 Hz - 10 kHz. Laske SNR  $u_o$ :lle, huomioi sekä terminen (Johnson) kohina että raekohina.

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

4. Alla on 8. asteen elliptisen kaistanpäästösuotimen taajuusvaste. Määritä kuvasta suotimen  
a) -3dB pisteet b) vaimennuksen jyrkkyys c) kaistanleveys d) vasteen tasaisuus päästökaistalla.



5. Mittaat tuntematonta signaalia 200 Hz näytteistystaajuudella ja mittaustulos näyttää olevan 80 Hz siniaalto. Vaihdat näytteistystaajuudeksi 180 Hz ja sama signaali muistuttaakin 60 Hz siniaalto.

- Mistä mittausteknisestä ilmiöstä on kyse?
- Mikä on mitattavan signaalin todellinen taajuus?
- Millä näytteistystaajuudella mittaustulos olisi vakiojännite?