

**ELT-10001 Signaalit ja mittaaminen**  
**Tentti 15.12.2015 / Markus Allén**

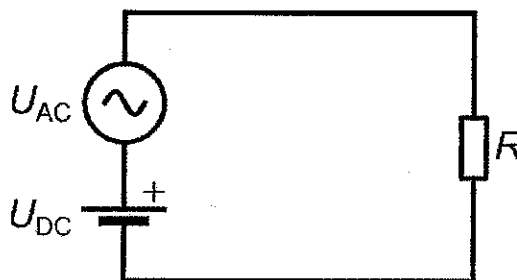
*Mukana saa olla oma laskin (myös graafinen/ohjelmoitava laskin sallitaan muisti nollattuna).  
Tätä tenttikysymyspaperia ei tarvitse palauttaa.*

**Vastaa kaikkiin viiteen tenttikysymykseen.**

1. Selitä lyhyesti seuraavat kurssin aihepiireihin liittyvät termit. Kirjoita korkeintaan kaksi virkettä jokaiseen kohtaan.

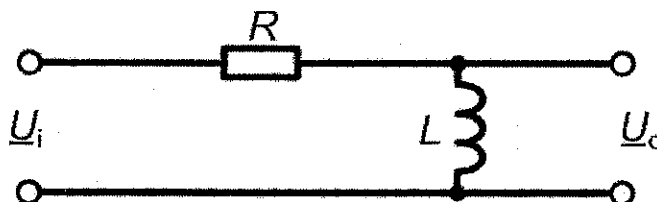
- a) Signaali
- b) Jännitteen tehollisarvo
- c) Kapasitanssi
- d) Signaaligeneraattori
- e) Spektri
- f) Nyquistin taajuus

2. Kuvassa on virtapiiri, jonka sarjaankytketyt jännitelähteet muodostavat sinisignaalin. Sen tasajännitteen tehollisarvo on  $U_{DC} = 5 \text{ V}$  ja vaihtojännitteen tehollisarvo on  $U_{AC} = 10 \text{ V}$ . Laske vastuksen kuluttama keskimääräinen teho  $P$ , kun vastuksen resistanssi on  $R = 100 \Omega$ . **Anna lopullinen vastaus dBm-yksikössä.** [Vinkki: Keskimääräinen teho watteina on keskimääräisten DC- ja AC-tehojen summa eli  $P = P_{DC} + P_{AC}$ .]



3. Alla olevassa kuvassa on suodin, joka on muodostettu kytkemällä vastus ja kela sarjaan. Suotimen sisäänmeno-jännite on  $\underline{U}_i$  ja ulostulojännite on  $\underline{U}_o$ .

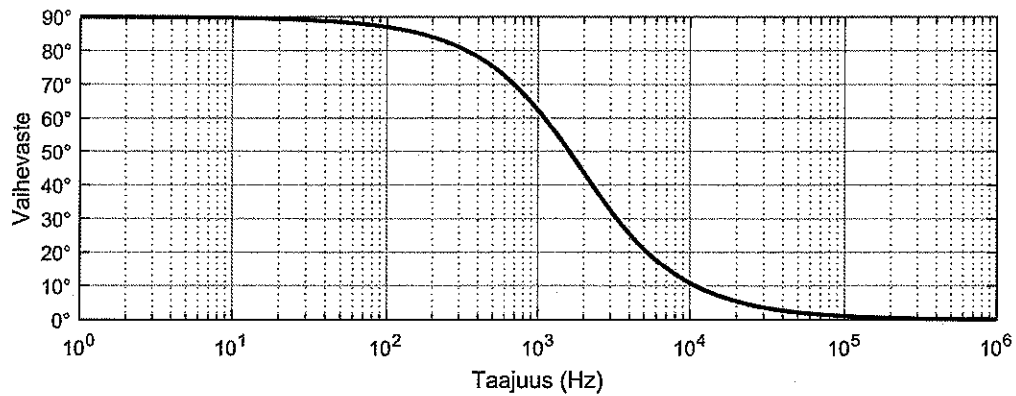
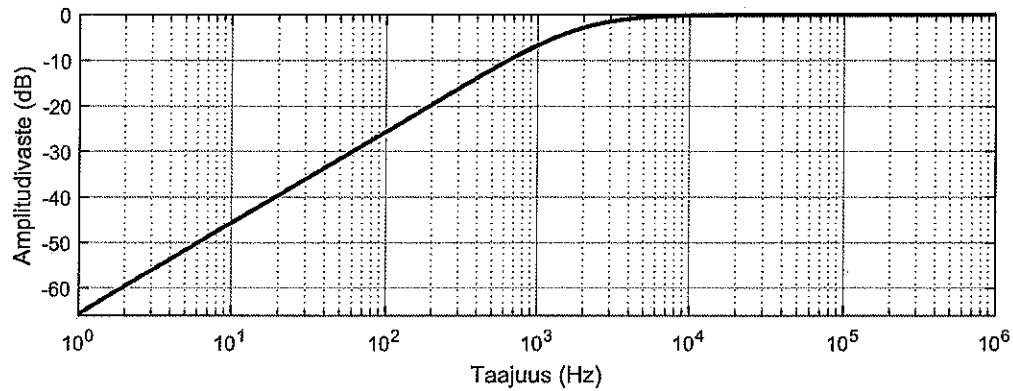
- a) Johda suotimen siirtofunktio  $H(\omega)$ . [Vinkkejä: Kelan impedanssi on  $j\omega L$ . Jännitteenjakosäännön mukaan: Jos impedanssien  $Z_1$  ja  $Z_2$  sarjaankytkennän yli oleva jännite on  $\underline{U}$ , impedanssin  $Z_2$  yli oleva jännite on  $\underline{U} \cdot Z_2 / (Z_1 + Z_2)$ .]
- b) Mikä on siirtofunktion arvo taajuudella 10 kHz? Vastuksen resistanssi on  $R = 120 \Omega$  ja kelan induktanssi on  $L = 10 \text{ mH}$ . Muista, että siirtofunktion arvo on kompleksiluku. Ilmoita vastaus kulmam muodossa eli itseisarvo ja vaihekulma. [Vinkki: kompleksiluvun  $a + jb$  itseisarvo on  $\sqrt{a^2 + b^2}$  ja vaihekulma on  $\arctan \frac{b}{a}$ , kun  $a > 0$ .]



**KÄÄNNÄ! – Tehtävät jatkuvat toisella puolella.**

4. Kuvaajissa on esitettyä amplitudi- ja vaihevaste edellisen tehtävän suotimelle. Päättele vastaukset kysymyksiin kuvaajien avulla.

- Onko suodin tyypiltään ali-, yli-, kaistanpäästö- vai kaistanestosuodin? Perustele.
- Kuinka paljon suodin muuttaa 700 Hz:n sinisignaalin amplitudia ja vaihekulmaa?
- Aiheuttaako tämä suodin amplitudivääristymää? Jos aiheuttaa, niin millä taajuusalueella?



5. Alla olevaan kuvaan on piirretty digitaalisen sinisignaalin  $x(n)$  näytearvot täsmälleen kahden jakson ajalta.

- Mikä on signaalin  $x(n)$  normalisoitu taajuus?
- Oletetaan näytteenottotaajuudeksi 1250 Hz. Mikä on signaalin  $x(n)$  todellinen (analoginen) taajuus?
- Olettaen edelleen näytteenottotaajuudeksi 1250 Hz, voisiko signaalin  $x(n)$  analoginen taajuus olla myös 1200 Hz? Perustele vastauksesi.

