

Harjoitustyö 2

Pieni ohjeistus selostukseen

Tee kaikki yllä olevat tehtävät Mathematicalla. Mathematica notebook on samalla työselostus joten:

- Notebookin alkuun: nimi, harkkayön numero ja palautuspäivämäärä.
- Jaottele ja selkiytä selostusta käyttämällä otsikoita, alaotsikoita ja tekstityyppejä soluja.
- Kerro mitä teet (omin sanoin).
- Vältä %n tyyppistä viittaustapaa (ts. määrittele ja käytä symboleita)
- Kirjoita laskut niin, että ne voidaan ajaa tai uudelleen-evaluoida notebookin alusta loppuun ilman virheilmoituksia.

Palauta harjoitustyön notebook sähköpostilla: klooo@paju.oulu.fi tai klooo@oulu.fi

Ripaus teoriaa: RLC-piirit

RCL piiri koostuu kolmesta sarjaankytketystä komponentista: vastuksesta, kondensaattorista ja käämistä. Eri komponenteissa tapahtuvat jännitehäviöt voidaan kirjoittaa

$$U_R = RI(t) \quad U_L = L \frac{dI(t)}{dt} \quad U_C = \frac{1}{C} \int I(t) dt,$$

missä R on vastuksen resistanssi, C kondensaattorin kapasitanssi ja L käämin induktanssi. Nämä jännitehäviöt kumoavat Kirchhoffin lain nojalla piiriin syötetyn jännitteen $U(t)$ ja johtaa siis yhtälöön:

$$U(t) = L \frac{dI(t)}{dt} + RI(t) + \frac{1}{C} \int I(t) dt \quad (1)$$

ja edellisestä derivoimalla ajan suhteen päästään integraalista eroon ja saadaan piirissä kulkevaa virtaa kuvaava differentiaaliyhtälö

$$\frac{dU(t)}{dt} = L \frac{d^2 I(t)}{dt^2} + R \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C} I(t) \quad (2)$$

Kadonneita virtamittauksia

Olet jälleen kerran viettänyt iloisen illan fysiikan opetuslaboratoriossa tekemällä virtamittauksia. Piireissä on ollut vastus, käämi tai kondensaattori tai jokin niiden yhdistelmä. Kellon lyödessä 19 sinulle tulee kiire Wokki-Pajan ilta-menulle ja unohdat merkitä ylös käyttämiesi komponenttien ominaisuuksia kuvaavat arvot.

Seuraavana päivänä revit harmaita hiuksia päästäsi, kun yrität tuloksetta löytää palauttamasi komponentit. Päätät turvautua mittausdatan analysointiin. Järkytykseksi huomaat vielä, että kiireessä olet unohtanut tallettaa osan mittauksistasi. Huokaat helpotuksesta kun kolmen ensimmäisen mittauksen tiedostot on tallessa (`data1.txt`, `data2.txt`, `data3.txt`).

Jotain olet sentään kirjoittanut paperillekin:

$$\text{Vaihtojännite} \rightarrow U(t) = U_0 \sin(\omega t)$$

ja että

$$U_0 = 6\text{V} \qquad f = 50\text{Hz} \qquad \omega = 2\pi f$$

Alat rakentaa sopivaa strategiaa komponenttien arvojen ratkaisemiseksi ja tuloksena on seuraavanlainen tehtävälista:

1. Selvitä differentiaaliyhtälöä (2) tutkimalla, miten eri komponentit vaikuttavat piirissä kulkevaan virtaan ja mikä komponentti on ollut piirissä kussakin mittauksessa (`ht2_data1.txt`, `ht2_data2.txt`, `ht2_data3.txt`)
Huom: dataa on "riittävästi" ja vaihtojännitteen taajuus on suuri, joten lienee helpompaa tutkia vain pientä osaa siitä. Mittauksen alussa virta (ja sen derivaatta) ovat luonnollisesti olleet nollia
2. Määritä mittaustuloksista vastuksen resistanssi, kondensaattorin kapasitanssi ja käämin induktanssi sovittamalla sopivan muotoinen käyrä mittaustuloksiin ja piirrä sovitus ja mittapisteet samaan kuvaajaan.
3. Tutki (1) tai (2) ratkaisemalla miten virta käyttäytyy piireissä joissa on (= piirrä $i(t)$)
 - a) käämi + kondensaattori
 - b) vastus + kondensaattori
 - c) vastus + käämion kytketty sarjaan, alussa $I(0) = 0.1 \text{ A}$ (Resistanssi, kapasitanssi ja induktanssi luonnollisesti mittauksista)
4. Mitä tarkoitetaan värähtelypiirin resonanssitaajuudella ja mikä se olisi, jos edellä mainitut komponentit olisi kytketty sarjaan?