



**Opiskelijoiden itse  
suunnitteleman laboratoriotyön  
raportointi posterina**

# Itse suunniteltu laboriotyö

- Osa opintojaksoa:
  - ”Fysiikan laboriotyöt 2” 2 op
- Suunnitteluun yksi laboriokerta
- Mittauksiin yksi laboriokerta
  - Mahdollisuus tehdä mittaukset myös ”kentällä”
- Raportti ohjaajalle, kuten muissakin töissä
- Usein viimeinen työ, ei malteta tehdä parasta laatua



# Raporointi posterina

- Suunnittelu ja mittaukset kuten ennen
- Posterivalmiiseen .ppt pohjaan
- Tiedostot opettajalle 5 vrk ennen esitystä
- Opettaja huolehti painatuksesta
- Posterisessio

# Keskinäisinduktanssin riippuvuus taajuudesta

P. Moiso<sup>1</sup> ja K. Lahtinen<sup>1</sup>

1) Tampereen ammattikorkeakoulu

## Johdanto

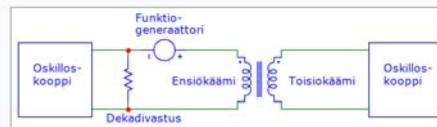
Induktanssi tarkoittaa kelan tai minkä tahansa yleisen johdinsilmukan kykyä varastoida energiaa magneettikenttään. Sähkövirran muutos indusoi kelaan sähkömotorisen voiman (jännitteen), jonka suuruus saadaan Faradayn induktiolaista. Sen mukaan indusoinut jännite on verrannollinen magneettivuon muutosnopeuteen. Keskinäisinduktanssilla  $M$  (kuva 1) tarkoitetaan suuretta, joka kuvaa kahden kelan tai johdinsilmukan välisen magneettikentän vuorovaikutusta. Keskinäisinduktation vaikutuksesta ensiökäämissä tapahtuva virran muutos aiheuttaa muuttuvan magneettikentän, joka indusoi jännitteen toisiokäämiin. Induktanssin ja keskinäisinduktanssin yksikkö on henry.

$$M = \frac{\hat{u}_2}{2\pi \cdot f \cdot \hat{I}_2} = \frac{\hat{u}_2 \cdot R}{2\pi \cdot f \cdot \hat{I}_1}$$

KUVA 1. Kahden kelan välisen keskinäisinduktanssin määrittäminen

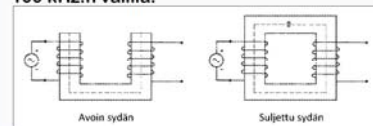
## Menetelmät

Kelojen keskinäisinduktanssin mittaamiseksi rakennettiin kytkentä (kuva 2), jossa sekä ensiö- että toisiokäämi kytketään oskilloskoopin ensimmäiseen ja toiseen kanavaan jännitteiden mittaamista varten. Vastuksena toimi dekadivastus, jonka resistanssiksi oli asetettu 50  $\Omega$ . Funktiogeneraattori tuotti sinimuotoista vaihtojännitettä kytkennälle taajuuksilla 50 Hz - 9 MHz. Ensiökäämissä oli 250 kierrosta johdinta ja toisiokelassa 1000 kierrosta.



KUVA 2. Mittauksessa käytetty kytkentä

Mittaus suoritettiin 140 kertaa sekä avoimella että suljetulla rautasydämellä (kuva 3) siten, että mittauspisteiden tiheyttä kasvatettiin 10 kHz:n ja 100 kHz:n välillä.



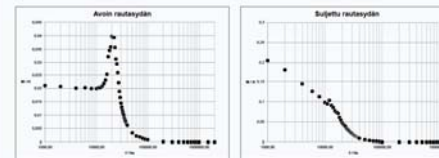
KUVA 3. Avoin ja suljettu rautasydän

## Tulokset

Mittaustulokset piirrettiin taulukkoon (kuva 4), jossa keskinäisinduktanssi esitetään taajuuden funktiona. Taajuus esitetään dekadeittain suuren taajuusjakauman vuoksi.

Avoimella rautasydämellä havaitaan voimakas piikki 12 - 25 kHz:n välillä, jonka jälkeen keskinäisinduktanssi romahtaa lähestyen voimakkaasti nolaa.

Suljetulla rautasydämellä vastaavaa piikkiä ei havaita selvästi, mutta pieni piikki on havaittavissa n. 12 kHz:n taajuudella. Tämän jälkeen keskinäisinduktanssi vaimenee melko tasaisesti nolaa.



KUVA 3. Taajuuden vaikutus keskinäisinduktanssiin suljetulla ja avoimella rautasydämellä

## Päätelmät

Avoimella rautasydämellä tulokset olivat odotettuja ja keskinäisinduktanssi voimistui huomattavasti tietyllä taajuusalueella. Tämä kyseinen ilmiö on kuitenkin tällä hetkellä selittämätön tutkijaryhmälle, mutta ongelma pyritään selvittämään.

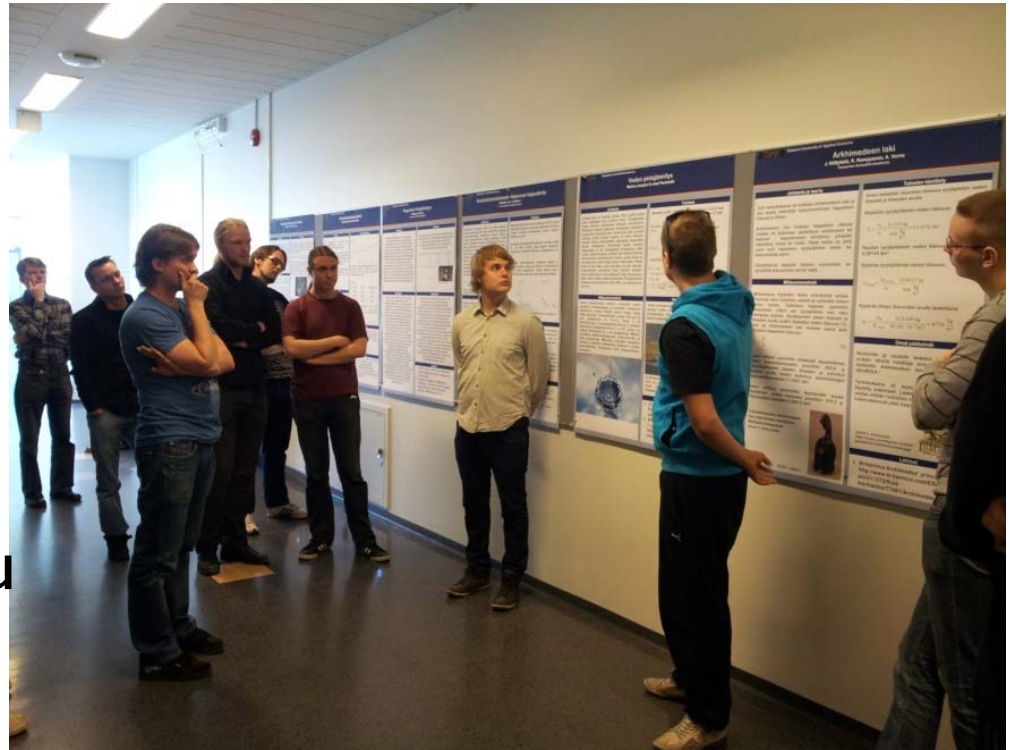
Suljetulla rautasydämellä mitatut tulokset olivat hieman odottamattomia, sillä sen kanssa edellä mainittua piikkiä ei syntynyt. Tämä on todennäköisesti seurausta suljetun sydämen aiheuttamasta voimakkaasta keskinäisinduktanssista matalilla taajuuksilla.

## Lähteet

1. Arminen, E., Mäkelä, R., Mäkinen, E., Puhakka, P. & Vierinen, K. 1998. Fysiikan laboratoriotyöt. 1. painos. Tampere: Tammertekniikka.
2. Inkinen, P., Manninen R. & Tuohi, J. 2002. Momentti 2 Insinöörifysiikka. 1. painos. Helsinki: Otava.
3. Mäkelä, M., Soininen, L., Tuomola, S. & Oistamo, J. 2010. Tekniikan kaavasto. 7. painos. Tampere: Tammertekniikka.

# Posterisessio

- Esitys á 5-10 min sisältäen keskustelun
- Arviointikierros
  - Tekijät
  - Ryhmä
  - Opettaja
- Palautekeskustelu





# Tulokset ja jatkotoimenpiteet

- 👍 Aktiivinen osallistuminen sessiossa
- 👍 Opittiin toisiltamme
  - Kohteen valinta
  - Tutkimusasetelma
  - Mittaukset
  - Tulokset
  - Esittäminen
- 👍 Läpinäkyvä arviointi ”on-site”
- 👎 Raportoinnin laatu ei parantunut