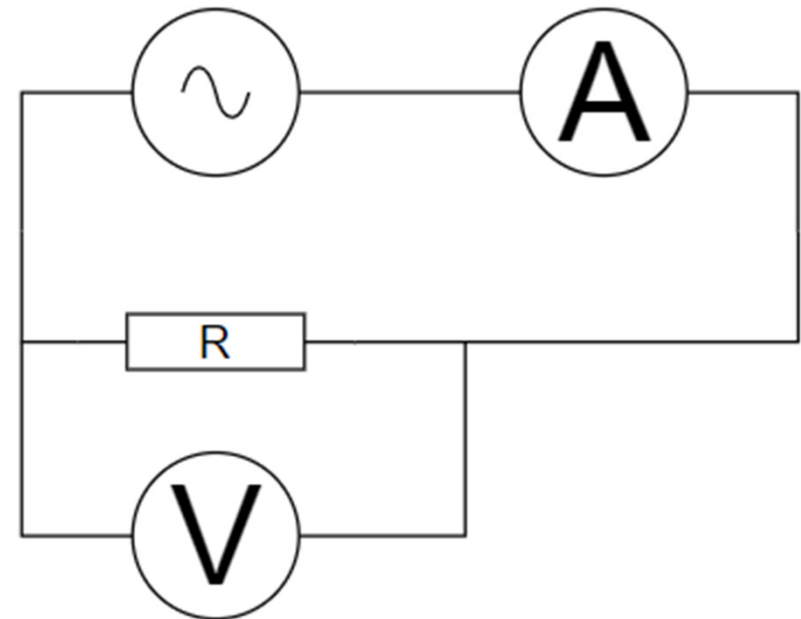


FY6 Sähkömagnetismi

Marko Ukkola, Kouvolan yhteislyseo

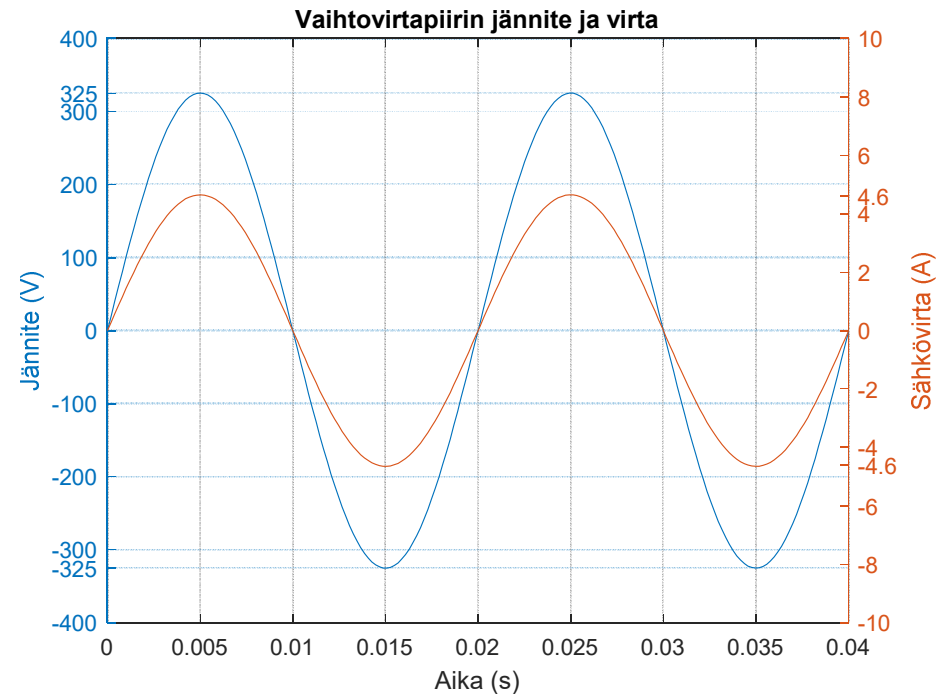
Vaihtovirta

- Vaihtovirta muodostuu virtapiiriin, jossa on vaihtovirtalähde.
- Generaattori on vaihtovirtalähde.
- Kotiloissa pistorasiasta saatava jännite on vaihtojännitettä eli vaihtovirtalähde.
- Kuvan virtapiirissä on vaihtojännitelähteen lisäksi vastus, virtamittari ja jännitemittari.
- Kytkenä voisi kuvata esimerkiksi vedenkeitintä, jonka toimintaa mitataan.



Vaihtovirta

- Edellisestä kuvasta voidaan mitata esimerkiksi oheisen diagrammin mukaiset jännite ja virta.
- Jännite ja virta ovat samassa vaiheessa, kun virtapiirissä on vain vastuksia.
- Kuvasta voidaan lukea jaksonaika T , jännitteen huippuarvo u_0 (tai e_0) ja virran huippuarvo i_0 .



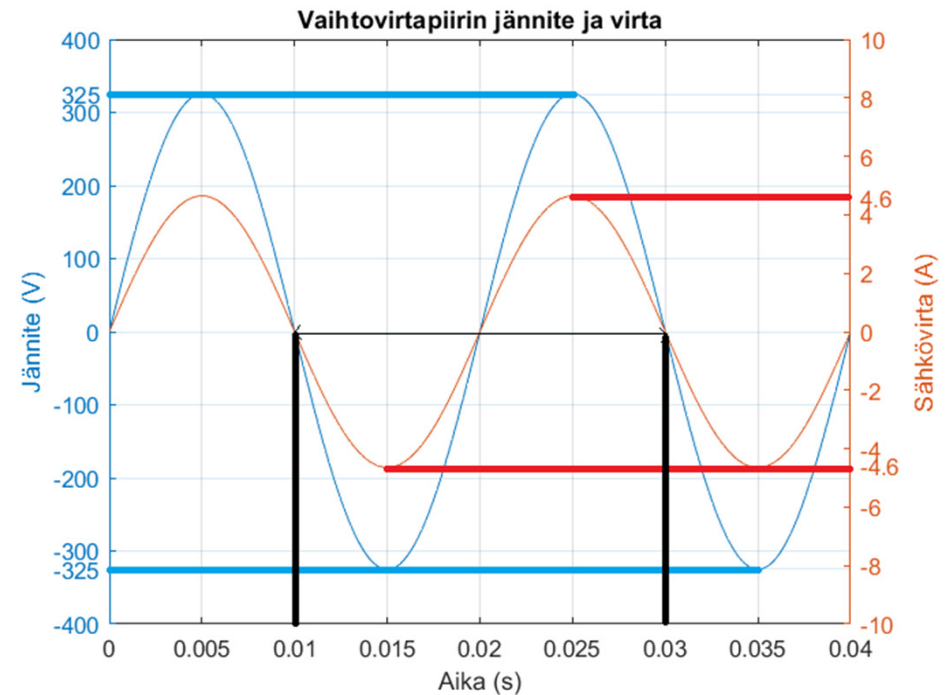
Vaihtovirran tunnuslukuja

- Vaihtojännitteen huippuarvo on
 $u_0 = 325V$.

(Huomaa, että negatiiviset arvot johtuvat vaihtovirrasta, huippu on positiivinen!)

- Vaihtovirran huippuarvo on
 $i_0 = 4,6A$.

- Jaksonaika on
 $T = 0,03s - 0,01s = 0,02s = 20ms$



Vaihtovirran tunnuslukuja

- Vaihtojännitteen ja virran taajuus f saadaan jaksonajasta:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,020s} = 50Hz.$$

- Kulmataajuus ω saadaan taajuudesta f

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50Hz \approx 314 \frac{rad}{s}.$$

- Ohmin lain perusteella voidaan määrittää vastuksen resistanssi käyttäen huippuarvoja

$$R = \frac{u_0}{i_0} = \frac{325V}{4,6A} \approx 70,7\Omega.$$

Vaihtovirtapiirin funktiot

- Jännite vaihtelee kuten sinifunktio:

$$u(t) = u_0 \sin(\omega t) = u_0 \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$$

- Virta ja jännite liittyvät toisiinsa Ohmin lain mukaisesti:

$$u(t) = R \cdot i(t).$$

- Virta vaihtelee myös kuten sinifunktio:

$$i(t) = \frac{u(t)}{R} = \frac{u_0}{R} \sin(\omega t) = i_0 \sin(\omega t) = i_0 \sin(2\pi f t).$$

- Siis jos tunnetaan jännitteen huippuarvo u_0 , virran huippuarvo i_0 ja taajuus f , voidaan laskea resistanssi R ja virran ja jännitteen arvot millä tahansa hetkellä t .

Vaihtovirran teho

- Hetkellinen teho on jännitteen ja virran tulo

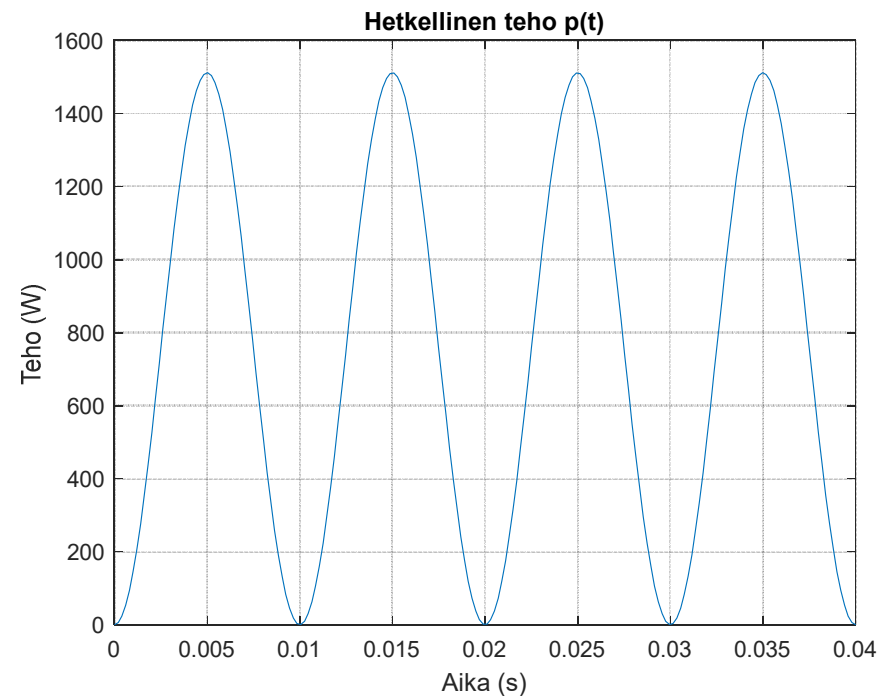
$$p(t) = u(t) \cdot i(t) = Ri(t)^2 \\ = R(i_0 \sin(\omega t))^2 = Ri_0^2 \sin^2 \omega t.$$

- Huipputeho on

$$p_0 = Ri_0^2$$

- Keskimääräinen sähköteho on

$$P = \frac{1}{2} p_0 = \frac{1}{2} Ri_0^2.$$



Vaihtovirran tehollinen arvo

- Vaihtovirran tehollinen arvo on (kuvitteellisen) tasavirran arvo, joka tuottaa yhtä paljon lämpöenergiaa, kuin vaihtovirta.

- Jos tasavirran arvo on I , se tuottaa lämpöenergiaa teholla

$$P = RI^2.$$

- Tässä siis vaihtovirran teho = (kuvitteellisen) tasavirran teho

$$\frac{1}{2}Ri_0^2 = RI^2$$

Eli

$$I = \frac{i_0}{\sqrt{2}}.$$

Vaihtojännitteen tehollinen arvo ja teho

- Vaihtovirran tapaan vaihtojännitteellä on tehollinen arvo

$$U = \frac{u_0}{\sqrt{2}}.$$

- Jos vaihtovirtapiirissä on vain vastuksia eli pelkkää resistanssia on piirin teho

$$P = \frac{1}{2} R i_0^2 = \frac{1}{2} u_0 \cdot i_0 = \frac{1}{2R} u_0^2 = U \cdot I.$$

Entä jos ei olekaan pelkkiä vastuksia?

- Vaihtovirran käyttäytyminen muuttuu monimutkaisemmaksi, jos virtapiirissä on käämejä tai kondensaattoreita.
- Vaihtovirtapiireissä resistanssia vastaava virranvastustuskyky on impedanssi Z :

$$Z = \frac{U}{I}.$$

