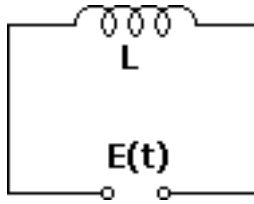


Yksinkertainen vaihtovirtapiiri

Tarkastellaan piiriä, jossa on kela kytkettynä virtalähteeseen. Olkoon piirissä L henryn induktanssi.



Piiriin syötetty jännite kokee kelan aiheuttaman induktiivisen vastuksen, joka on muotoa

$$E_L = L \left(\frac{d}{dt} I(t) \right).$$

Mikäli piiriin syötetty jännite on sinimuotoista vaihtovirtaa $E(t) = E_0 \sin(\omega t)$, tulee sen olla samansuuruinen piirissä tapahtuvan jännitepudotuksen kanssa. ω on vaihtojännitteen kulmataajuus. Kirchhoffin lain mukaan voidaan piirille muodostaa yhtälö

$$L \left(\frac{d}{dt} I(t) \right) = E_0 \sin(\omega t),$$

missä E_0 on piiriin syötetyn jännitteen maksimiamplitudi ja $I(t)$ piirissä kulkeva virta.

Laskujen aluksi on syytä hävittää mahdollisista aiemmista laskuista jääneet muuttujat:

```
> restart;
```

Piirin virtaa kuvaava yhtälö.

```
> yhtalo:= L*diff(i(t), t)=E[0]*sin(omega*t);
```

$$yhtalo := L \left(\frac{d}{dt} i(t) \right) = E_0 \sin(\omega t)$$

Tarkastellaan tilannetta, jossa piiri on alussa vailla virtaa.

```
> alkuehto:= i(0)=0;
```

$$alkuehto := i(0) = 0$$

Ratkaistaan differentiaaliyhtälö piirissä kulkevan virran määrittämiseksi.

```
> rtk:= dsolve({yhtalo, alkuehto}, i(t));
```

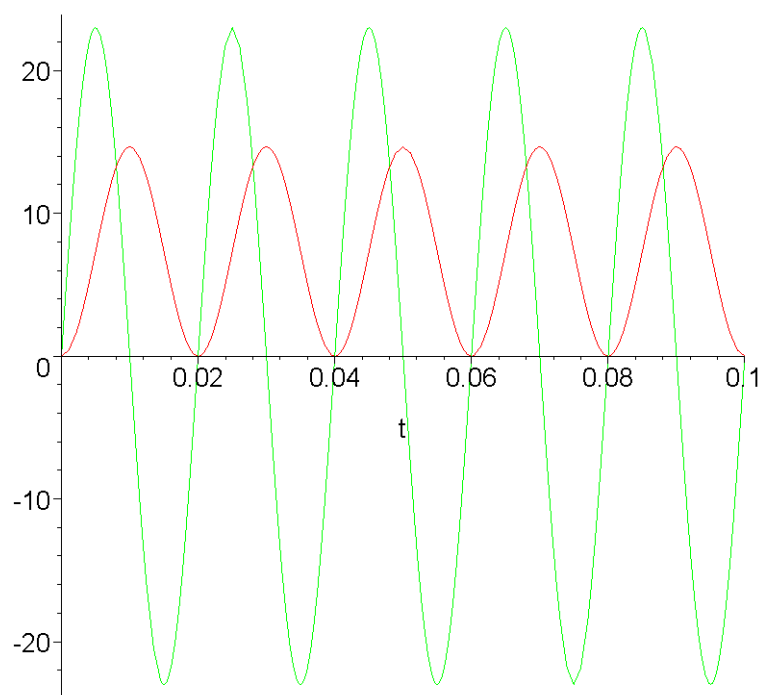
$$rtk := i(t) = -\frac{E_0 \cos(\omega t)}{L \omega} + \frac{E_0}{L \omega}$$

Sijoitetaan muuttujat ja sievennetään ratkaisu.

```
> sij:= {L=0.1, E[0]=230, omega=2*Pi*50}:  
jannite:= subs(sij, E[0]*sin(omega*t));  
virta:= simplify(subs(sij, rhs(rtk)));  
  
jannite := 230 sin(100 π t)  
virta := -7.321127380 cos(314.1592654 t) + 7.321127380
```

Piirretään kuvaaja virralle (punainen) ja piiriin syötetylle jännitteelle ($E(t)/10$, vihreä) ajan funktiona.

```
> plot([virta, jannite/10], t=0..0.1);
```



>

Piiriin syntyy jaksottainen virta. Käämi vastustaa piirissä virran muutosta, ja siten virta laahaa jännitevaihtelun perässä. Alkuehto määrää, minkä arvojen väliin virran värähtely asettuu.

Tehtävä

Muokkaa virtapiirin differentiaaliyhtälöä siten, että ideaalin käämin sijaan piirissä on reaalinen

käämi jolla on vastus $R = 5 \Omega$. Induktiivisen vastuksen aiheuttaman jännitepudotuksen $L \left(\frac{d}{dt} I(t) \right)$

lisäksi piirissä on jännitepudotus $RI(t)$. Piirrä kuvaaja piirissä kulkevalle virralle ja syötetylle jännitteelle aikavälillä 0 - 0.1 s. Selitä havaitsemasi ilmiö.

Linkit

vaihtovirtapiirin vapaa värähtely (virtap2.mws)
vaihtovirtapiirin pakotettu värähtely (virtap3.mws)

[JP & SKK & MS 12.07.2001