

Tehtävä 1.

Määritä taajuus, millä johtavuusvirran tiheys ja siirrosvirran tiheys ovat yhtäsuuret

a) tislatussa vedessä, missä $\sigma = 2 \cdot 10^{-4} \text{ S/m}$ ja $\varepsilon_r = 81$;

b) merivedessä, missä $\sigma = 6,0 \text{ S/m}$ and $\varepsilon_r = 1$.

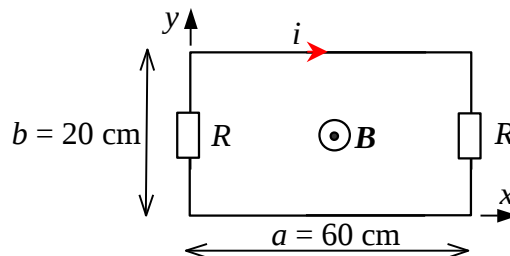
Tehtävä 2.

Levykondensaattorin johdelevyjen välinen etäisyys on 0,6 mm ja levyjen välissä olevan eristeen $\varepsilon_r = 15,3$. Ko. kondensaattori on kytketty jännitteeseen, jonka tehollisarvo on 25 V ja taajuus 15 MHz. Määritä siirrosvirran tiheyden tehollisarvo. (Hajavuota ei huomioida).

Tehtävä 3.

Alla olevan kuvan mukainen piiri on sinimuotoisesti värähtelevässä ja epähomogeenisessa magneettikentässä $\mathbf{B} = B_0 \cos(\omega t - px) \mathbf{e}_z$, missä vakiot ovat $\omega = 2\pi f$ ja taajuus $f = 2 \text{ MHz}$, $p = \frac{2\pi}{10 \text{ m}}$ sekä

$B_0 = 3 \mu\text{T}$. Jos piirissä olevat vastukset ovat suuruudeltaan $R = 20 \Omega$ kumpikin, määrää piirissä kulkeva virtafunktio. Millä hetkellä virta on nolla, millä hetkellä maksimissaan?



Kuva 1. Piirikaavio tehtävään 3.

Trig.kaavoja:

$$\sin x + \sin y = 2 \sin(0,5 \cdot (x + y)) \cdot \cos(0,5 \cdot (x - y))$$

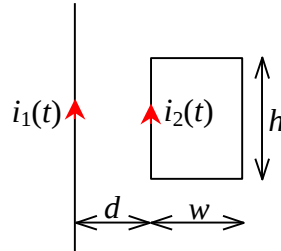
$$\sin x - \sin y = 2 \cos(0,5 \cdot (x + y)) \cdot \sin(0,5 \cdot (x - y))$$

$$\cos x + \cos y = 2 \cos(0,5 \cdot (x + y)) \cdot \cos(0,5 \cdot (x - y))$$

$$\cos x - \cos y = -2 \sin(0,5 \cdot (x + y)) \cdot \sin(0,5 \cdot (x - y))$$

Tehtävä 4.

Alla olevassa kuvassa esitetyssä pitkässä virtalangassa kulkee virta $i_1(t)$ ja sen vieressä on kuvan mukainen suorakulmainen silmukka.



Kuva 2. Periaatekuva tehtävään 4.

- Määrittää silmukan kautta kulkeva magneettivuo Φ ja sen avulla langan ja silmukan välinen keskinäisinduktanssi L_{12} .
- Jos virta $i_1(t)$ on ajan mukana muuttuva virta, määrittää silmukkaan indusoitunut sähkömotorinen voima.
- Jos silmukan resistanssi on R ja induktanssi L , määrittää silmukkaan syntyvän virran $i_2(t)$ differentiaaliyhtälö. Käytä piiriteorian kaavaa $u(t) = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt}$, missä U on vastuksen ja induktanssin yli oleva jännite ja $i(t)$ vastaava virta.
- Jos virtafunktio $i_1(t)$ on askelfunktio: $i_1(t) = 0$, kun $t < 0$, ja $i_1(t) = I_1$ (vakio), kun $t > 0$, määrittää virran $i_2(t)$ differentiaaliyhtälön ratkaisu.
- Hahmottele ratkaisufunktio $i_2(t)$, kun $\frac{L}{R}$ on suuri ja pieni sekä kun $\frac{L_{12}}{L}$ on suuri ja pieni.
- Jos askelfunktion sijaan kyseessä on pulssi $i_1(t) = 0$, kun $t < 0$ ja $t > T$, ja $i_1(t) = I_1$ (vakio), kun $0 < t < T$, määrittää virran $i_2(t)$ differentiaaliyhtälön ratkaisu, kun $T \gg \frac{L}{R}$.