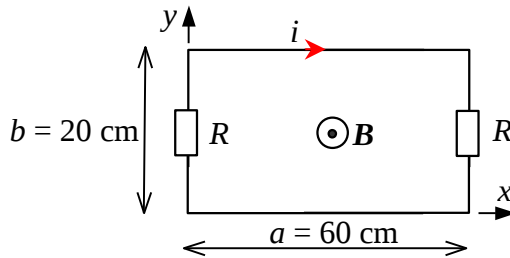


Tehtävä 1.

Alla olevan kuvan mukainen piiri on sinimuotoisesti värähtelevässä ja epähomogeenisessa magneettikentässä $\mathbf{B} = B_0 \sin(\omega t - px) \mathbf{e}_z$, missä vakiot ovat $\omega = 2\pi f$ ja taajuus $f = 1 \text{ MHz}$, $p = \frac{2\pi}{10 \text{ m}}$ 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 1.

Tehtävä 2.

Virtataso ($\mathbf{K} = \frac{4\sqrt{5}}{\mu_0} \left(\frac{2\mathbf{e}_x + \mathbf{e}_y}{\sqrt{5}} \right) \frac{\text{A}}{\text{m}}$ tasolla $z = 0$) erottaa alueen 1 ($z < 0$ ja $\mu_{r1} = 1$) alueesta 2 ($z > 0$ ja $\mu_{r2} = 4$). Olkoon $\mathbf{H}_1 = \frac{10\sqrt{3}}{\mu_0} \left(\frac{\mathbf{e}_x + \mathbf{e}_y + \mathbf{e}_z}{\sqrt{3}} \right) \frac{\text{A}}{\text{m}}$. Määritä $\mathbf{H}_2$.

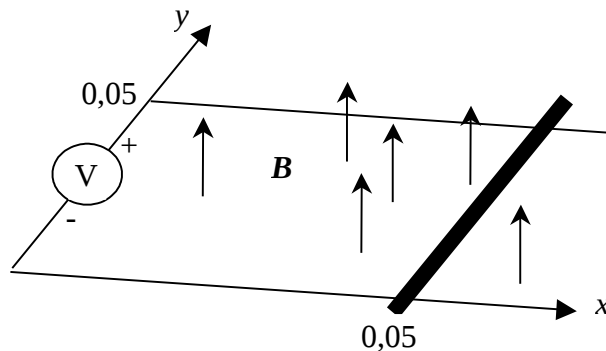
Tehtävä 3

Levykondensaattorin johdelevyjen välinen etäisyys on 0,4 mm ja levyjen välissä olevan eristeen $\epsilon_r = 15,3$. Ko. kondensaattori on kytketty jännitteeseen, jonka tehollisarvo on 20 V ja taajuus 10 MHz. Määritä siirrosvirran tiheyden tehollisarvo. (Hajavuota ei huomioida).

Tehtävä 4.

Alla esitetyn kuvan mukaisesti y -akselin suuntainen sauvajohdin yhdistää x -akselin suuntaiset johteet ($y = 0$ ja $y = 0,05 \text{ m}$).

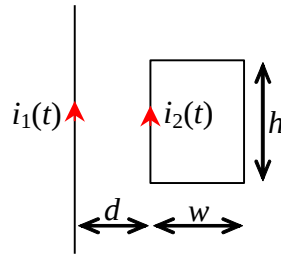
- Määritä indusoitunut jännite, kun sauva on kohdassa $x = 0,05 \text{ m}$ ja $\mathbf{B} = 0,30 \cos 10^3 t \mathbf{e}_z \text{ (T)}$.
- Määritä indusoitunut jännite, kun sauva liikkuu nopeudella $\mathbf{v} = 250(-\mathbf{e}_x) \text{ (m/s)}$.



Kuva 2. Kuva tehtävään 4.

Tehtävä 5.

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

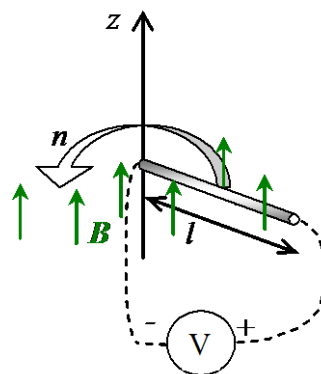


Kuva 3. Periaatekuva tehtävään 5.

- 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 $T \gg \frac{L}{R}$.

Tehtävä 6

Alla olevan kuvan mukaisesti sauvaa ($l = 10$ cm) pyöritetään toisen päänsä ympäri homogeenisen magneettikentän ($\mathbf{B} = 0,01\mathbf{e}_z$ T) normaalitasossa pyörimisnopeudella $n = 2000$ kierrosta minuutissa. Kuinka suuri lähdejännite indusoituu sauvaan eli mitä arvoa volttimittari näyttää?



Kuva 4. Kuva tehtävään 6.

Trig.kaavoja tehtävään 1:

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

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

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

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