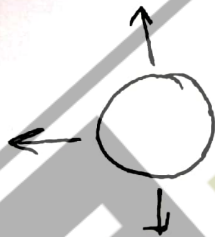


A. Pertanyaan

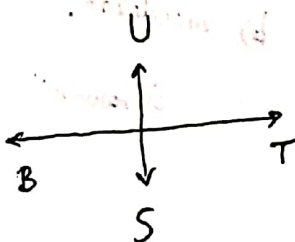
- ① a) ketika kumparan ditekan (luas mengecil) maka fluks awal yang menembus luas akan berkurang, sehingga akan timbul fluks induksi yang arahnya melawan perubahan (berkurang). jadi, sesuai kaidah tangan kanan, maka arah arus induksi searah jarum jam.
- b) ketika kumparan ditekan ke bentuk aslinya (luas membesar) maka fluks awal yang menembus luas akan bertambah, maka akan timbul fluks induksi yang arahnya melawan perubahan (bertambah), atau fluks induksi keluar bidang, sehingga arah arus induksi berlawanan jarum jam.

②



- ekspansi termal menyebabkan luas membesar,
- arus induksi searah jarum jam, maka fluks induksi masuk bidang gambar.
- Sehingga arah medan magnet awal (penyebab) adalah $B_0 = \text{keluar bidang gambar.}$

③



- a) sesuai kaidah tangan kanan, muatan bergerak dengan kecepatan V ke timur dan \vec{B} ke utara, maka muatan positif akan bergerak (karena gaya) ke atas dari bawah.

Jawab : (iii)

③ b) untuk kasus (a), karena sudah sesuai kaidah tangan kanan maka jawaban: (IV) tidak ada satu dari ketiganya.

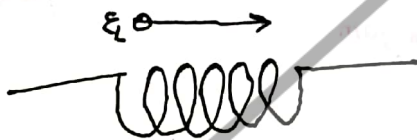
c) arah ggl \rightarrow F harus nol

$$F = q \vec{v} \times \vec{B}$$

0 = v dan B searah (segaris)

jadi, \vec{v} ke arah utara atau selatan

④



• arah ggl induksi adalah melawan perubahan arus

$$\mathcal{E}_L = -L \frac{di}{dt}$$

Jadi, jawabannya

(d) berkurang ke kanan dan

(e) bertambah ke kiri

⑤ a) menaikkan kapasitansi (rangkaiannya bersifat kapasitif, - dengan bertambah C maka X_C berkurang maka akan dekat terhadap resonansi

b) mendekati,

$$\omega_{\text{resonansi}} \approx \omega_{\text{awal}}$$

$$X_L = X_C$$

P_{avg} = akan maksimum

$$P_{\text{avg}} = I_{\text{rms}}^2 R = \mathcal{E}_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cos \phi$$

B. SOAL

① kita misalkan L panjang sisi dari sirkuit persegi. maka fluks magnet yang melalui rangkaian (sirkuit) adalah :

$$\Phi_B = BA$$

$$\Phi_B = B \left(\frac{L^2}{2} \right)$$

maka ggl induksinya :

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d}{dt} \left(\frac{L^2}{2} B \right)$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{L^2}{2} \frac{dB}{dt}$$

kita ketahui $B = 0,042 - 0,870t$ dan $\frac{dB}{dt} = -0,870 \text{ T/s}$ maka

$$\mathcal{E}_i = \frac{(2)^2}{2} (0,870 \text{ T/s}) = 1,74 \text{ V}$$

medan magnet berarah keluar bidang kertas dan berkurang. sehingga ggl induksi berarah berlawanan jarum jam pada rangkaian, dan berarah sama dengan baterai.

a) ggl total adalah :

$$\mathcal{E}_{\text{tot}} = \mathcal{E} + \mathcal{E}_i$$

$$= 20 \text{ V} + 1,74 \text{ V}$$

$$\mathcal{E}_{\text{tot}} = 21,7 \text{ V}$$

① b) Arah arus yang mengalir pada rangkaian dalam arti ggl total yakni berlawanan jarum jam.

② a) Besar dari ggl Induksi rata-rata adalah :

$$\mathcal{E}_{avg} = \left| -\frac{d\phi_B}{dt} \right|$$

$$= \left| \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t} \right|$$

$$= \frac{BA_i}{t}$$

$$= \frac{(2 \text{ T})(0,20 \text{ m})^2}{0,20 \text{ s}}$$

$$\mathcal{E}_{avg} = 0,40 \text{ V}$$

b) Arus Induksi rata-rata,

$$i_{avg} = \frac{\mathcal{E}_{avg}}{R}$$

$$i_{avg} = \frac{0,40 \text{ V}}{20 \times 10^{-3} \Omega} = 20 \text{ A}$$

③ a) Besar ggl Induksi pada batang adalah :

$$\mathcal{E} = BLV = (1,2 \text{ T})(0,10 \text{ m})(5 \text{ m/s})$$

$$\mathcal{E} = 0,60 \text{ V}$$

③ b) dengan menggunakan Hukum Lenz, ggl induksi berarah searah jarum jam.

pada batang, berarti ggl berarah ke atas halaman.

c) dengan hukum Ohm,

$$\text{Arus terinduksi } i = \frac{0,60V}{0,40\Omega} = 1,5A$$

d) Arahnya searah jarum jam

$$e) P = i^2 R$$

$$= (1,5)^2 (0,40)$$

$$P = 0,90 W$$

f) Gaya pada batang berarah ke kanan dan memiliki besar

$$F = iLB$$

$$= (1,5A)(0,10m)(1,2T)$$

$$F = 0,18 N$$

Untuk menjaga batang bergerak dengan kecepatan konstan, maka gaya yang berarah ke kiri (akibat eksternal) dengan besar sama harus hadir.

$$g) P = Fv$$

$$= (0,18 N)(5 m/s)$$

$$P = 0,90 W$$

④ a) rapat energi magnetik

$$\begin{aligned}
 U_B &= \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{1}{2\mu_0} \left(\frac{\mu_0 i}{2R} \right)^2 \\
 &= \frac{\mu_0 i^2}{8R^2} \\
 &= \frac{4\pi \times 10^{-7} (10)^2}{8 (2,5 \times 10^{-3})^2} \\
 &= 1 \text{ J/m}^3
 \end{aligned}$$

b) rapat energi listrik

$$\begin{aligned}
 U_E &= \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \\
 &= \frac{\epsilon_0}{2} (\rho J)^2 \\
 &= \frac{\epsilon_0}{2} \left(\frac{iR}{\ell} \right)^2 \\
 &= \frac{1}{2} (8,85 \times 10^{-12}) \left[10 (3,3 \times 10^3 \text{ m}) \right]^2 \\
 U_E &= 4,8 \times 10^{-15} \text{ J/m}^3
 \end{aligned}$$

$J = \frac{i}{A}$, $R = \rho \frac{L}{A}$
 $\rho = \frac{RA}{L}$
 $\rho J = \frac{RA}{L} \times \frac{i}{A}$
 $\rho J = \frac{iR}{\ell}$

⑤ a) fluks pada kumparan 1

$$\Phi_1 = \frac{L_1 i_1}{N_1} = \frac{(25 \text{ mH}) (6 \text{ mA})}{100} = 1,5 \mu \text{ Wb}$$

b) Besar ggl induksi diri pada kumparan 1 :

$$\mathcal{E}_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} = (25 \text{ mH}) (4 \text{ A/s}) = 1 \times 10^{-2} \text{ mV}$$

5) c) Pada kumparan 2,

kita dapatkan :

$$\phi_{21} = M \frac{i_1}{N_2} = \frac{(3 \text{ mH}) (6 \text{ mA})}{200} = 90 \text{ nWb}$$

d) besar ggl induksi bersama,

$$\mathcal{E}_{21} = M \frac{di_1}{dt} = (3 \text{ mH}) (4 \text{ A/s}) = 12 \text{ mV}$$

6) a) Arus rms adalah :

$$i_{\text{rms}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{rms}}}{Z} = \frac{\mathcal{E}_{\text{rms}}}{\sqrt{R^2 + (2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC})^2}}$$

$$i_{\text{rms}} = \frac{75 \text{ V}}{\sqrt{(15)^2 + \{2\pi(550)(25 \text{ mH}) - \frac{1}{2\pi(550)(47,4 \text{ F})}\}^2}}$$

$$i_{\text{rms}} = 2,59 \text{ A}$$

b) Tegangan rms yang melalui R

$$V_{ab} = i_{\text{rms}} R = (2,59 \text{ A})(15 \Omega) = 38,8 \text{ V}$$

c) Tegangan rms yang melalui C

$$V_{bc} = i_{\text{rms}} X_C = \frac{i_{\text{rms}}}{2\pi fC} = \frac{2,59 \text{ A}}{2(3,14)(550)(47,4 \text{ F})} = 159 \text{ V}$$

② d) Tegangan rms yang melalui L

$$\begin{aligned}
 V_{Ld} &= i_{rms} X_L \\
 &= i_{rms} (2\pi f L) \\
 &= (0,19 A) (2\pi (60) (22 \times 10^{-3})) \\
 V_{Ld} &= 22 \text{ V}
 \end{aligned}$$

e) Tegangan rms yang melalui C dan L bersama adalah :

$$\begin{aligned}
 V_{Ld} &= |V_{Ld} - V_{Cd}| \\
 &= |196,8 \text{ V} - 213,7 \text{ V}| \\
 V_{Ld} &= 64,2 \text{ V}
 \end{aligned}$$

f) Tegangan rms yang melalui R, C dan L bersama adalah :

$$\begin{aligned}
 V_{Ld} &= \sqrt{V_{Ld}^2 + V_{Cd}^2} \\
 &= \sqrt{(196,8)^2 + (64,2)^2} \\
 V_{Ld} &= 207 \text{ V}
 \end{aligned}$$

g) Daya energi disipasi rata-rata oleh R

$$P_R = \frac{V_{Ld}^2}{R} = \frac{(207 \text{ V})^2}{51 \Omega} = 840 \text{ W}$$

- ⑥ h) tidak ada energi disipasi pada C
i) tidak ada energi disipasi pada L

⑦ a) Impedansi

$$Z = \frac{80V}{1,25A} = 64 \Omega$$

b) $\cos \phi = \frac{R}{Z}$

$$R = Z \cos \phi$$

$$= (64 \Omega) \cos(0,650 \text{ rad})$$

$$R = 50,9 \Omega$$

c) karena arus mendahului ϵ , maka rangkaian bersifat kapasitif

⑧ a) $\tan \phi = \frac{V_L - V_C}{R}$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{V_L - V_C}{V_R} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{V_L - (V_L/1,50)}{(V_L/2)} \right)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{2}{3} \right)$$

$$\phi = 33,7^\circ \text{ atau } 0,588 \text{ rad}$$

b) karena $\phi > 0$ maka rangkaian bersifat induktif ($X_L > X_C$)

c) $V_R = IR$, $V_L = 2V_R = 20V$ dan $V_C = \frac{V_L}{1,5} = 13,3V$

⑧ c) maka amplitudo tegangan sumber,

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_m &= \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} \\ &= \sqrt{(9,98)^2 + (20 - 13,3)^2} \end{aligned}$$

$$\mathcal{E}_m = 12V$$

⑨ Arus dalam rangkaian $i(t) = I \sin(\omega_d t - \phi) \rightarrow X_L > X_C$

$$I = \frac{\mathcal{E}_m}{Z} = \frac{\mathcal{E}_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega_d L - \frac{1}{\omega_d C}\right)^2}}$$

$$I = \frac{45V}{\sqrt{(16)^2 + \left\{ (3000)(9,2 \times 10^{-3}) - 1 / \left[(3000)(31,2 \times 10^{-6}) \right] \right\}^2}}$$

$$I = 1,93A$$

$$\text{dan } \tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L - X_C}{R} \right)$$

$$= \tan^{-1} \left(\frac{\omega_d L - 1/\omega_d C}{R} \right)$$

$$= \tan^{-1} \left(\frac{3000 (9,2 \times 10^{-3})}{16} - \frac{1}{(3000)(16)(31,2 \times 10^{-6})} \right)$$

$$\phi = 46,5^\circ$$

9) a) Laju energi sesaat pada Induktansi yang di keluarkan sumber,

$$P_s = i(t) \mathcal{E}(t)$$

$$= I \sin(\omega_d t - \phi) \mathcal{E}_m \sin \omega_d t$$

$$= 1,93 \text{ A } (45 \text{ V}) \sin(3000)(0,442 \times 10^{-3}) \sin((3000)(0,442 \times 10^{-3}) - 46,5^\circ)$$

$$P_s = 41,4 \text{ W}$$

$$b) V_c(t) = V_c \sin(\omega_d t - \phi - \pi/2) = -V_c \cos(\omega_d t - \phi)$$

$$\text{dimana } V_c = \frac{I}{X_c} = \frac{I}{\omega_d C}$$

Sehingga, laju energi sesaat pada kapasitor P_c

$$P_c = \frac{d}{dt} \left(\frac{q^2}{2C} \right) = i \frac{q}{C} = i V_c$$

$$P_c = -I \sin(\omega_d t - \phi) \left(\frac{I}{\omega_d C} \right) \cos(\omega_d t - \phi)$$

$$P_c = -\frac{I^2}{2\omega_d C} \sin[2(\omega_d t - \phi)]$$

$$= -\frac{(1,93 \text{ A})^2}{2(3000 \text{ rad/s})(31,2 \times 10^{-6} \text{ F})} \sin(2(3000)(0,442 \text{ ms} - 2(46,5^\circ))$$

$$P_c = -17 \text{ W}$$

9) c) Laju energi sesaat pada induktor P_L

$$P_L = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} L i^2 \right)$$

$$= L i \frac{di}{dt}$$

$$= L I \sin(\omega_d t - \phi) \frac{d}{dt} [I \sin(\omega_d t - \phi)]$$

$$= \frac{1}{2} \omega_d L I^2 \sin[2(\omega_d t - \phi)]$$

$$= \frac{1}{2} (3000) (1,93)^2 (9,20 \times 10^{-3}) \sin(2(3000)(0,442 \times 10^{-3}) - 2(46,5^\circ))$$

$$P_L = 44,1 \text{ W}$$

d) Laju energi sesaat pada resistor P_R

$$P_R = i^2 R = i^2 R \sin^2(\omega_d t - \phi)$$

$$= (1,93)^2 (16) \sin^2(3000(0,442 \times 10^{-3}) - 46,5^\circ)$$

$$= 14,4 \text{ W}$$

e) Penjumlahan P_C , P_L dan P_R sama dengan P_S .

$$P_L + P_R + P_C = 44,1 \text{ W} + 14,4 \text{ W} - 17 \text{ W} = 41,5 \text{ W}$$

$$= P_S$$

10) a) Ya, amplitudo tegangan yang melalui induktor dapat lebih besar dari pada amplitudo ggl generator (sumber)

(10)

b)

$$V_L = I X_L = I \omega_d L$$

pada saat resonansi, frekuensi sudut driving = frekuensi alami

$$\omega_d = \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$X_L = \omega L$$

$$X_L = \frac{1}{\sqrt{LC}} L$$

$$X_L = \frac{1 \text{ H}}{\sqrt{(1 \text{ H})(1 \times 10^{-6} \text{ F})}} = 1000 \Omega$$

• pada saat resonansi $X_L = X_C$, sehingga

$$Z = R$$

maka :

$$I = \frac{\epsilon_m}{Z} \Big|_{\text{resonansi}}$$

$$I = \frac{\epsilon_m}{R} = \frac{10 \text{ V}}{10 \Omega} = 1 \text{ A}$$

amplitudo tegangan yang melalui induktor adalah :

$$V_L = I X_L = (1 \text{ A})(1000 \Omega) = 1 \times 10^3 \text{ V}$$

yang mana jelas $V_L > V_{\text{sumber}}$