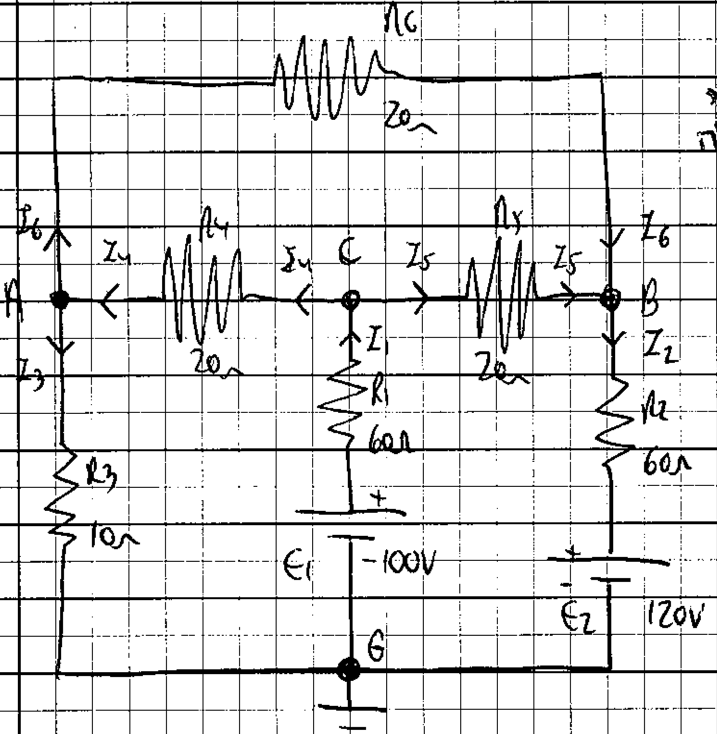
מבוא לאנרגיה חשמל

אריק חשמל - 711001

יאשי יוסי

שאלה 5



A) $I_4 = I_3 + I_6$ (א

$$\frac{U_C - U_A}{R_4} = \frac{U_A - U_B}{R_6} + \frac{U_A - U_G}{R_3}$$

$$\frac{U_C - U_A}{20} = \frac{U_A - U_B}{20} + \frac{U_A}{10} \quad \Big| \cdot 20$$

$$U_C - U_A = U_A - U_B + 2U_A$$

$$\boxed{-4U_A + U_B + U_C = 0}$$

B) $I_5 + I_6 = I_2$

$$\frac{U_C - U_B}{R_5} + \frac{U_A - U_B}{R_6} = \frac{U_B - U_G - E_2}{R_2}$$

$$\frac{U_C - U_B}{20} + \frac{U_A - U_B}{20} = \frac{U_B - 120}{60} \quad \Big| \cdot 60$$

$$3U_C - 3U_B + 3U_A - 3U_B = U_B - 120$$

$$\boxed{3U_A - 7U_B + 3U_C = -120}$$

c) $I_1 = I_4 + I_5$

$$\frac{\overset{0}{U_G} - U_C + \mathcal{E}_1}{R_1} = \frac{U_C - U_A}{R_4} + \frac{U_C - U_B}{R_5}$$

יוסף נאשי
מנהל המכללה

$$\frac{-U_C + 100}{60} = \frac{U_C - U_A}{20} + \frac{U_C - U_B}{20} \quad \Big| \cdot 60$$

$$-U_C + 100 = 3U_C - 3U_A + 3U_C - 3U_B$$

$$\boxed{-3U_A - 3U_B + 7U_C = 100}$$

$$\begin{cases} -4U_A + U_B + U_C = 0 \\ 3U_A - 7U_B + 3U_C = -120 \\ -3U_A - 3U_B + 7U_C = 100 \end{cases}$$

$$U_A = 22\,(V) \;;\; U_B = 45\,(V) \;;\; U_C = 43\,(V)$$

$$I_{R_1} = \frac{\overset{0}{U_G} - U_C + \mathcal{E}_1}{R_1} = \frac{-43 + 100}{60} = 0.95\,(A)$$

$$I_{R_2} = \frac{\overset{0}{U_G} - U_A + \mathcal{E}_2}{R_2} = \frac{-45 + 120}{60} = 1.25\,(A)$$

$$I_{R_3} = \frac{U_A - \overset{0}{U_G}}{R_3} = \frac{22}{10} = 2.2\,[A]$$

שאלה 6

$U(t) = 220\sqrt{2}\ \sin(314 t - 30^\circ)\ V$

$\bar{U}_T = \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \angle -30^\circ\ V$

$I(t) = 4.4\sqrt{2}\ \sin(314 t + 30^\circ)\ V$

$\bar{I}_T = \frac{4.4\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \angle 30^\circ\ A$

א)

$\Delta\phi = \phi_{U_T} - \phi_{Z_T} = -30^\circ - 30^\circ = -60^\circ$

ב) אופי המעגל קיבולי כי הזרם מקדים את המתח (בזווית העכבה שלילית).

ג)

$\bar{Z}_T = \frac{\bar{U}_T}{\bar{Z}_T} = \frac{220\angle -30}{4.4\angle 30} = 50\angle -60^\circ\ \Omega = (25 - j43.301)\ \Omega$

$|\bar{S}_T| = |\bar{Z}_T| \cdot |\bar{U}_T| = 4.4 \cdot 220 = 968\ VA$

$\bar{S}_T = 968 \angle -60^\circ\ VA = (484 - j838.312)\ VA$

$\uparrow |\bar{S}_T|$, $\uparrow \phi_{Z_T}$, $\uparrow P_T$, $\uparrow Q_T$

$P_T = 484\ (W)$

ד, ה)

$\bar{Z}_T = \bar{Z}_1 + \bar{Z}_2$

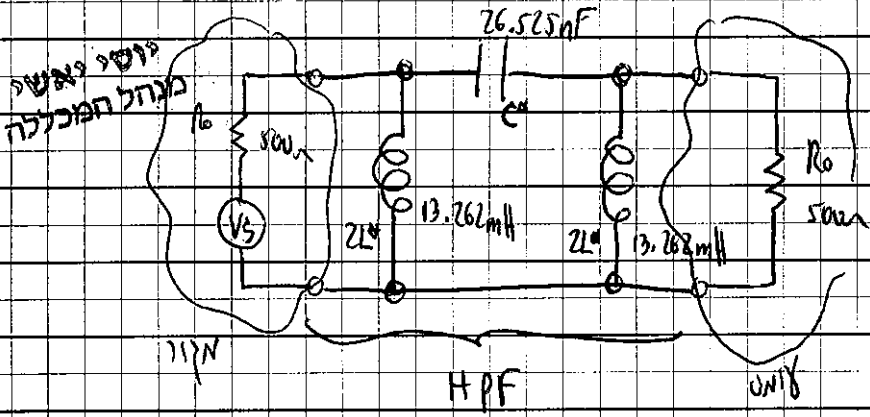
$25 - j43.301 = 20 + j30 + \overbrace{R_2 - jX_2}^{\bar{Z}_2}$

$\bar{Z}_2 = (5 - j73.301)\ \Omega$

$\uparrow R_2$, $\uparrow X_2$

HPF (π) - מסנן גבוה עוברים

$R_0 = 500\Omega$; $f_c = 6kHz$



(K 2,2)

$$L^* = \frac{R_0}{4\pi f_c} = \frac{500}{4\pi \cdot 6000} = 6.631\ mHy$$

$$C^* = \frac{1}{4\pi f_c R_0} = \frac{1}{4\pi \cdot 6000 \cdot 500} = 26.525\ nF$$

(P

$$Z_{0\pi}(f) = \frac{R_0}{\sqrt{1-\left(\frac{f_c}{f}\right)^2}}$$

$$Z_{0\pi}(10kHz) = \frac{500}{\sqrt{1-\left(\frac{6}{10}\right)^2}} = 625\ (\Omega)$$

(P

$$\alpha(f) = 2\cosh^{-1}\left(\frac{f_c}{f}\right)$$

$$\alpha(3kHz) = 2\cdot\cosh^{-1}\left(\frac{6}{3}\right) = 2.633\ Neper$$

$$N = e^{\alpha} = e^{2.633} = 13.915$$

$$N(dB) = 20\lg(N) = 20\lg(13.915) = 22.869\ (dB)$$

$$N_T(dB) = 80dB \Rightarrow \alpha_T = \frac{N_T(dB)}{8.69}$$ (3

$$\alpha_T = \frac{80}{8.69} = 9.2059 \text{ neper}$$

יש למצוא את מספר החוליות המינימלי שיש לחבר בשרשרת, כך
שלמסנן יהיה מקדם ניחות של 9.2059 נפר של 3KHz.

$$\alpha_T = n \cdot \alpha$$

$$n = \frac{\alpha_T}{\alpha} = \frac{9.2059}{2.633} = 3.496$$

על מנת לקבל מסנן HPF של לפחות 80dB, יש
לחבר בשרשרת מינימום 4 חוליות זהות!

הערה: במידה ונחבר בשרשרת 3 חוליות זהות נקבל
ניחות (קטן) מ- 80dB.

<u>שאלה 8</u>

$Q_0 = 10$ המעגל נמצא בתהודה :

$I(t) = 5\sqrt{2}\sin(\omega t)\ A$

$U_{R(eff)} = 220V$

$\bar{I}_R = \bar{I}_T \Leftarrow \bar{I}_{LC} = 0$ בתהודה

$\bar{I}_R = 5\angle 0^\circ A$

(10)

$$R = \frac{\bar{U}_R}{\bar{I}_R} = \frac{220}{5} = 44(\Omega)$$

(12)

$$Q_0 = \frac{R}{X_{L_0}}$$

$$X_{L_0} = \frac{R}{Q_0} = \frac{44}{10} = 4.4(\Omega)$$

$$X_{L_0} = \omega_0 L = 2\pi f_0 L$$

(11)

$$f_0 = \frac{X_{L_0}}{2\pi L} = \frac{4.4}{2\pi \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 700.281(Hz)$$

(13)

$$X_{L_0} = X_{C_0} = 4.4\Omega$$

$$X_{C_0} = \frac{1}{\omega_0 C}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_0 \cdot X_{C_0}} = \frac{1}{2\pi \cdot 700.281 \cdot 4.4} = 51.652(\mu F)$$

(11)

$$BW = \frac{f_0}{Q_0} = \frac{700.281}{10} = 70.0281 Hz$$

$$f_1 = f_0 - \frac{1}{2} BW = 665.966(Hz)$$

$$f_2 = f_0 + \frac{1}{2} BW = 735.995(Hz)$$