כמובן שיש להמיר את I_{s2} ו- R_1 למקור מתח של 36V ונגד R_1'
שבטור אליו שערכו 18Ω.

(ב)

$$\begin{pmatrix} +R_{11} & -R_{12} & -R_{13} \\ -R_{21} & +R_{22} & -R_{23} \\ -R_{31} & -R_{32} & +R_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \\ I_3' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1' \\ E_2' \\ E_3' \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 45 & -2 & -10 \\ -2 & 27 & -10 \\ -10 & -10 & 40 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \\ I_3' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 36 \\ 2 \\ 10 \end{pmatrix}$$

$R_{11} = 18+15+2+10 = 45\Omega$ $\quad R_{12} = R_{21} = 2\Omega$ $\quad E_1' = 36V$

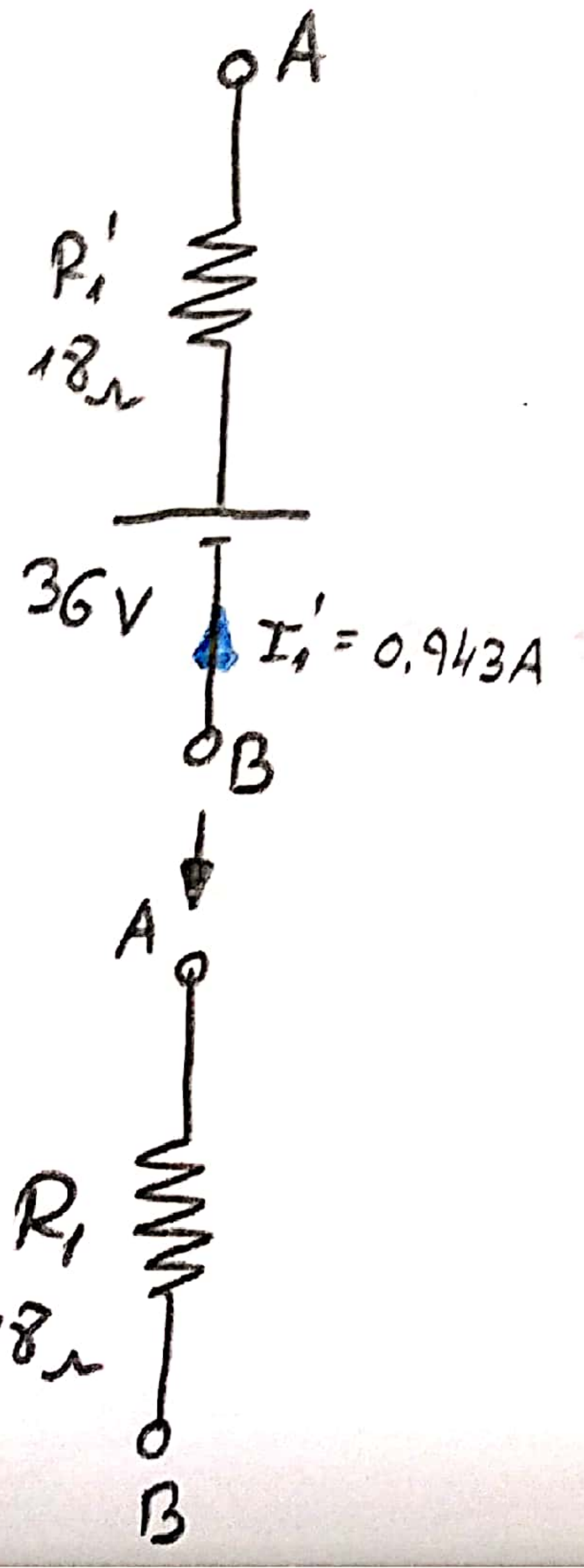
$R_{22} = 2+15+10 = 27\Omega$ $\quad R_{13} = R_{31} = 10\Omega$ $\quad E_2' = 2V$

$R_{33} = 10+10+20 = 40\Omega$ $\quad R_{23} = R_{32} = 10\Omega$ $\quad E_3' = 12-2 = 10$

$$\boxed{I_1' = 0.943A \quad I_2' = 0.357A \quad I_3' = 0.575A}$$

(ג) $P_{E_2} = I_3' \cdot E_2 = 0.575 \cdot 12$ $\quad \boxed{P_{E_2} = 6.9W \text{ (ספק)}}$

(ד) יש לזכור שהמתח על R_1' לא זהה למתח על R_1!
חובה לחזור לציור המקורי!
שים לב ש- R_1 מחובר בין שתי הנקודות של מקור המתח ו-R_1', ולכן:



$U_{BA} = U_{R_1} = -36 + 18I_1' = -36 + 18 \cdot 0.943 =$
$= -36 + 16.974$

$$\boxed{U_{R_1} = -19.026V}$$

6 (א) להו מסנן HPF מסוג K קבוע בתצורת T, על פי המתואר בנוסחאון.

$2C = 5\mu F$ ← שימו לב!

$$L = 15mH \qquad C = 2.5\mu F$$

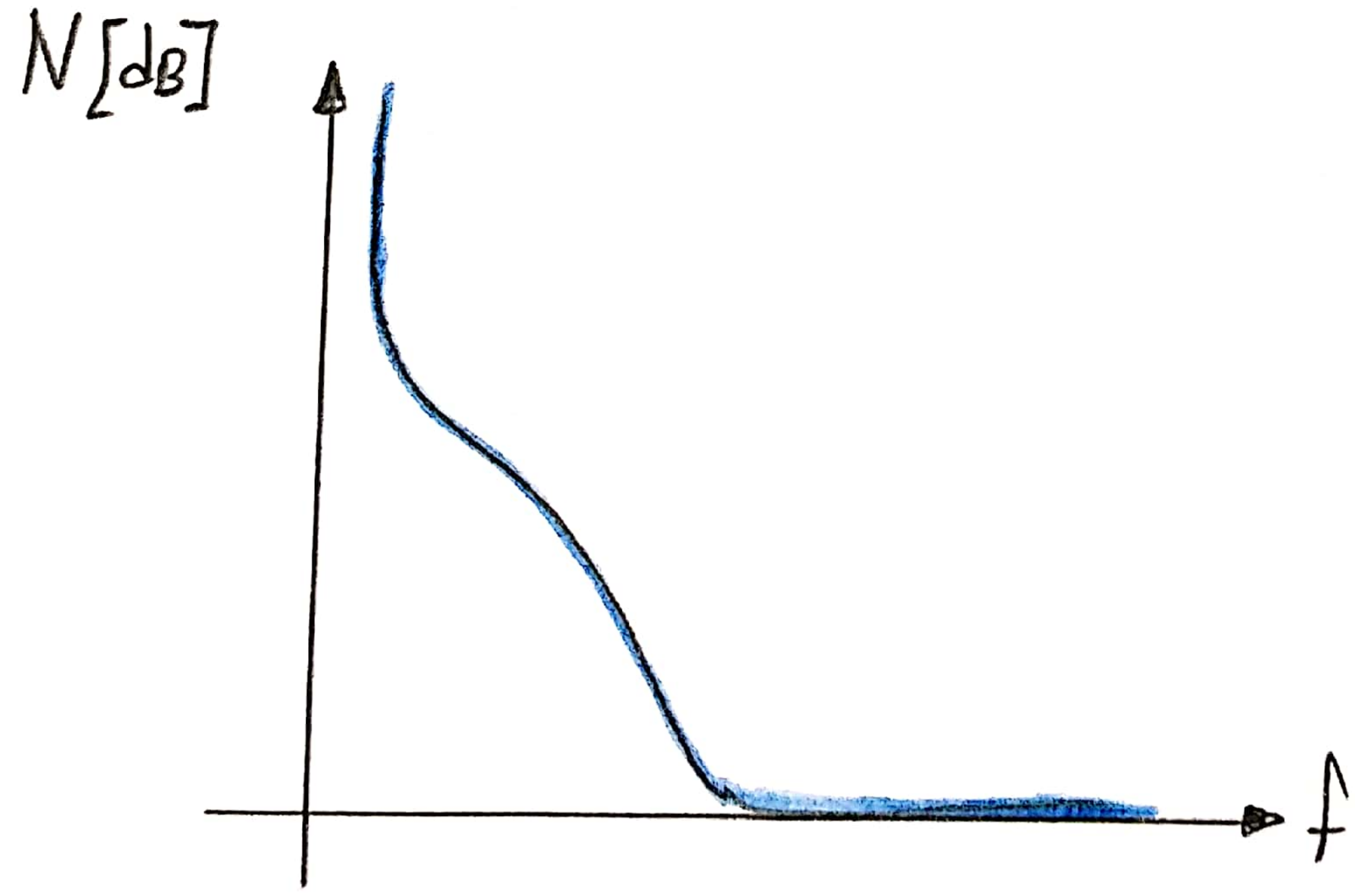
⇓

(ב) $$f_c = \frac{1}{4\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{4\pi\sqrt{15\cdot10^{-3}\cdot2.5\cdot10^{-6}}} \qquad f_c \approx 411\,Hz$$

$$R_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{15\cdot10^{-3}}{2.5\cdot10^{-6}}} = \sqrt{6000} \qquad R_0 = 77.46\,\Omega$$

$$Z_{0T} = R_0\sqrt{1-\left(\frac{f_c}{f_c}\right)^2} = R_0\sqrt{1-1} = R_0\cdot 0 \qquad Z_{0T} = 0\,\Omega$$ עבור $f = f_c$

(ג)



7

(b) $\underline{Z}_T = \left[(\underline{Z}_2 \parallel \underline{Z}_3) + \underline{Z}_4\right] \parallel \underline{Z}_1 =$

$= \left[\left(\frac{1}{8+j8} + \frac{1}{4-j4}\right)^{-1} + 1.6\angle 90°\right] \parallel (-j3.6) =$

$= \left[4.8 - j\cancel{1.6} + j\cancel{1.6}\right] \parallel (-j3.6) = 4.8 \parallel (-j3.6) =$

$= (\underbrace{1.728}_{R_T} - j\underbrace{2.304}_{X_T})\,\Omega = 2.88\angle -53.1°\,\Omega$ //

(a) $\underline{U} = \underline{I}_1 \cdot \underline{Z}_1 = 10\angle 90 \cdot (-j3.6) = 36\angle 0°\ V$

$\Downarrow$

$\underline{I}_T = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_T} = \frac{36\angle 0}{2.88\angle -53.1} = 12.5\angle 53.1°\ A$ //

$\Downarrow$

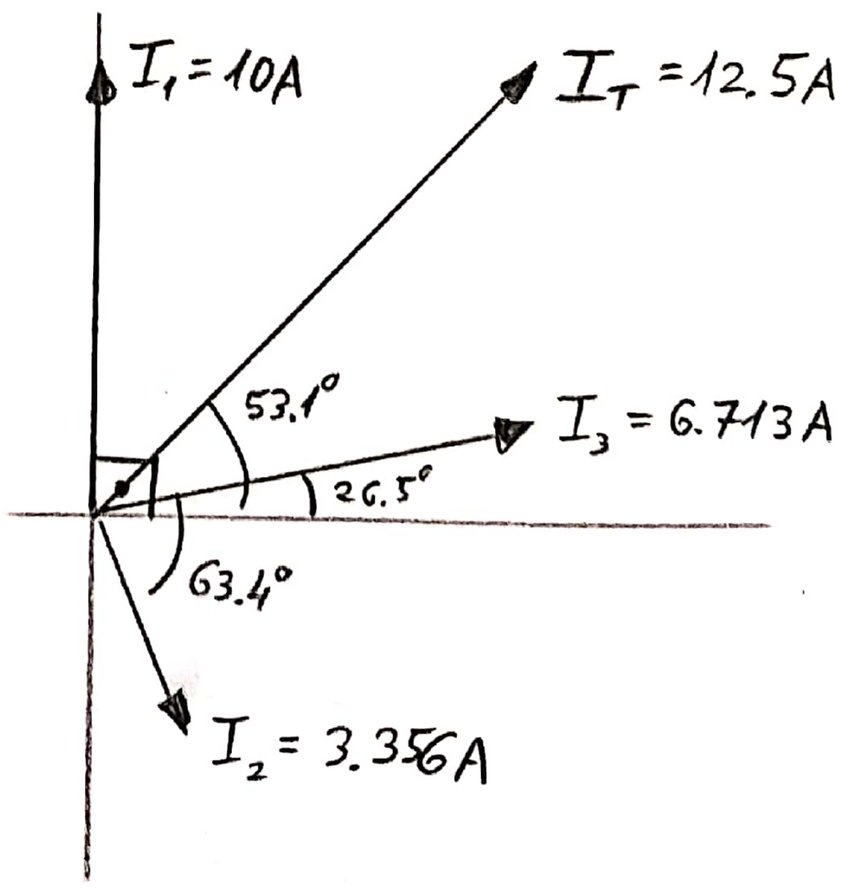
$\underline{I}_{2,3} = \underline{I}_T - \underline{I}_1 = 12.5\angle 53.1° - 10\angle 90° \approx 7.505\angle 0°\ A$

$\Downarrow$

$\underline{I}_2 = \underline{I}_{2,3} \cdot \frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = 7.505\angle 0 \cdot \frac{4-j4}{4-j4+8+j8} = 3.356\angle -63.4°\ A$ //

$\underline{I}_3 = \underline{I}_{2,3} - \underline{I}_2 = 7.505\angle 0 - 3.356\angle -63.4 = 6.713\angle 26.53°\ A$ //

(c)



8

(א) $\omega = 10^5 \frac{rad}{sec} \Rightarrow X_{C_1} = \frac{1}{\omega C_1}$ $\quad X_{C_2} = \frac{1}{\omega C_2}$

$\Downarrow$

$X_L = \omega L$

$30 = \frac{1}{10^5 C_1}$ $\quad 40 = \frac{1}{10^5 C_2}$

$24.4 = 10^5 L$

$\boxed{C_1 = 333.333nF}$ $\quad \boxed{C_2 = 250nF}$

$\boxed{L = 244\mu H}$

(ב) $\underline{Z}_T = \left[(\underline{X}_{C_2} \| R_2) + R_1 + \underline{X}_L\right] \| \underline{X}_{C_1} = \left[\left(\frac{1}{-j40} + \frac{1}{30}\right)^{-1} + 10.8 + j24.4\right] \| (-j30) =$

$= \left[19.2 - j14.4 + 10.8 + j24.4\right] \| (-j30) = \left[30 + j10\right] \| (-j30) =$

$= (20.77 - j16.153)\Omega = 26.311\angle{-37.87^\circ}\ \Omega$

$\Downarrow$

$\boxed{\text{אופי קיבולי}} \Leftarrow \varphi = -37.87^\circ < 0^\circ$

(ג) $\underline{U}_{s'} = 30\angle{0^\circ}\ V \Rightarrow \underline{S}_T = \frac{U_s^2}{\underline{Z}_T^*} = \frac{30^2}{26.311\angle{+37.87}} =$

$= (27 - j21)\ VA = 34.205\angle{-37.87^\circ}\ VA$

$\boxed{P_T = 27W}$

(3) ניתן למצוא את $\underline{I}_1$ באמצעות שימוש פשוט בחוק אוהם על כל "גוש" העכבות שמחובר במקביל ל- $\underline{X}_{C_1}$, ולכן:

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_s}{\underline{Z}} = \frac{30\angle 0}{30 + j10} = 0.948\angle{-18.4^\circ}\ A$$

$$\boxed{\underline{I}_1 = 0.948\angle{-18.4^\circ}\ A}$$