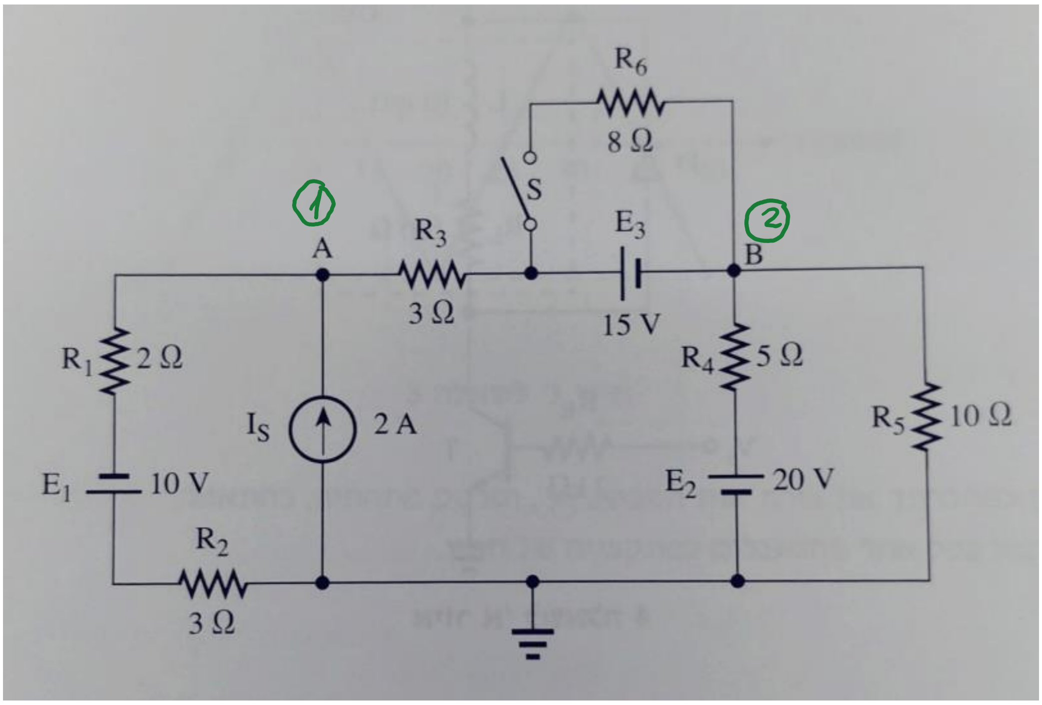
5



(ב)

$$\begin{pmatrix} +G_{11} & -G_{12} \\ -G_{21} & +G_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I_{sc_1} \\ I_{sc_2} \end{pmatrix} \Longrightarrow \begin{pmatrix} \frac{8}{15} & -\frac{1}{3} \\ -\frac{1}{3} & \frac{19}{30} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$G_{11} = \frac{1}{R_1+R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5} + \frac{1}{3} = \frac{8}{15}\,S$$

$$G_{22} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10} = \frac{19}{30}\,S$$

$$G_{12} = G_{21} = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{3}\,S$$

$$I_{sc_1} = -\frac{E_1}{R_1+R_2} + I_s + \frac{E_3}{R_3} = -2+2+5 = 5A$$

$$I_{sc_2} = -\frac{E_3}{R_3} + \frac{E_2}{R_4} = -5+4 = -1A$$

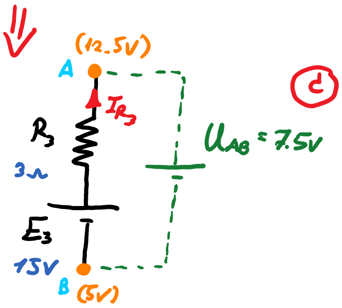
$$\Downarrow$$

$$V_1 = V_A = 12.5V$$

$$V_2 = V_B = 5V$$

$$\Downarrow$$

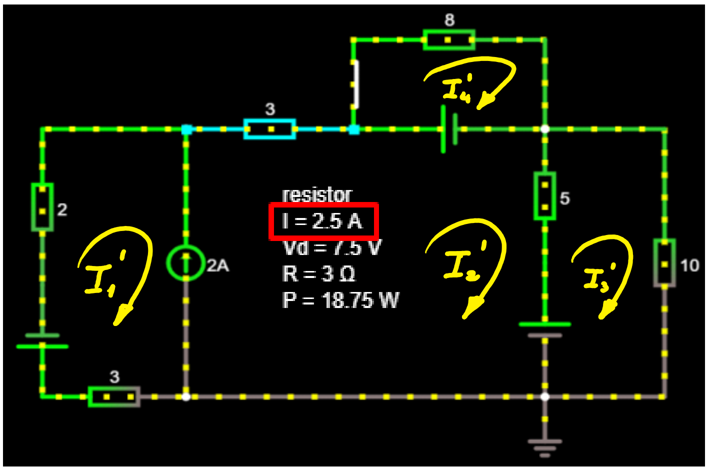
(ג)

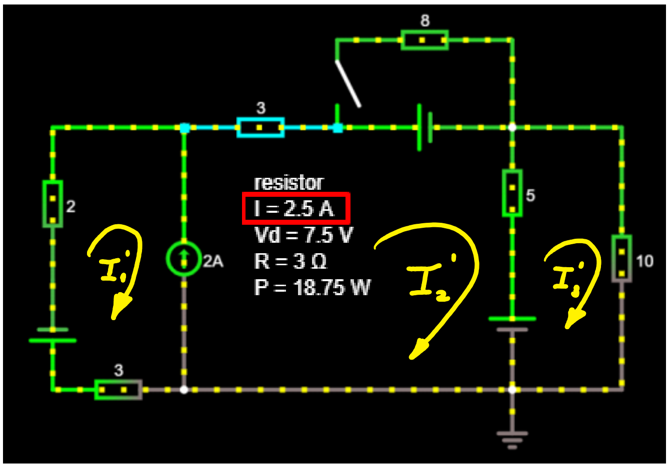


$$I_{R_3} = \frac{E_3 - U_{AB}}{R_3} = \frac{15-7.5}{3}$$

$$I_{R_3} = 2.5A \; (B \rightarrow A)$$

(3) כאשר המפסק S סגור, הזרם דרך R_3 ישאר ללא שינוי!
קשה לראות זאת במשוואות ניתוח המעגל במתח צמתים,
אך אם נפתור את המעגל בשני מצבי המפסק באמצעות
שיטת לבראי תוגין, נראה זאת בקלות:

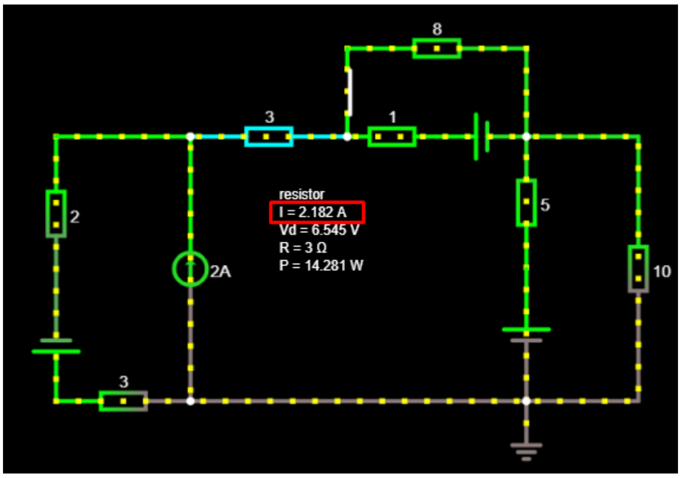


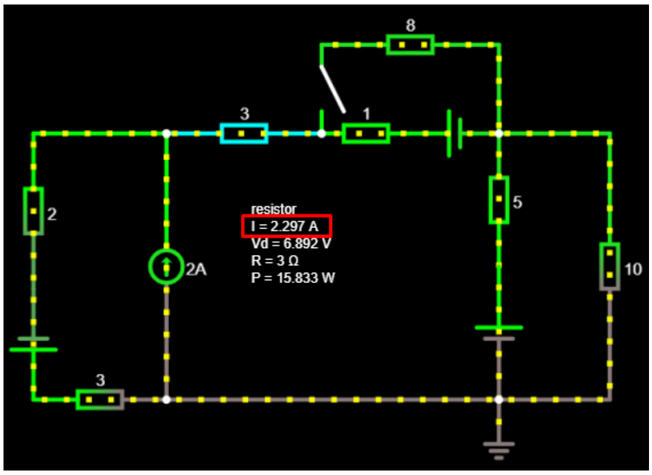


https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html?ctz=CQAgjCAMB0l3BWEDYCYDMqDsrUE4AOLSAgsJddELZSZAUwFowwAoAJxABYCQA2Lt15gsfKCFSsAbkPCjZqBGLp0udMCvEwEHBUvBdBi5SHSsAlgaP6wh-oLqTOtwQIn63dMzPQFX1sU9xNXAkTW1dXwd3EzoCVgBnGPFjey0QADMAQwAbBPpWAHdTP3EotMhI0rdysD5NHR9S1Nr69JDUcKhoHU4uNzd+gPENIpL-bgGHMfLUoeTK4pdk2f1F2Tdlz1YAc3GV5tItViA

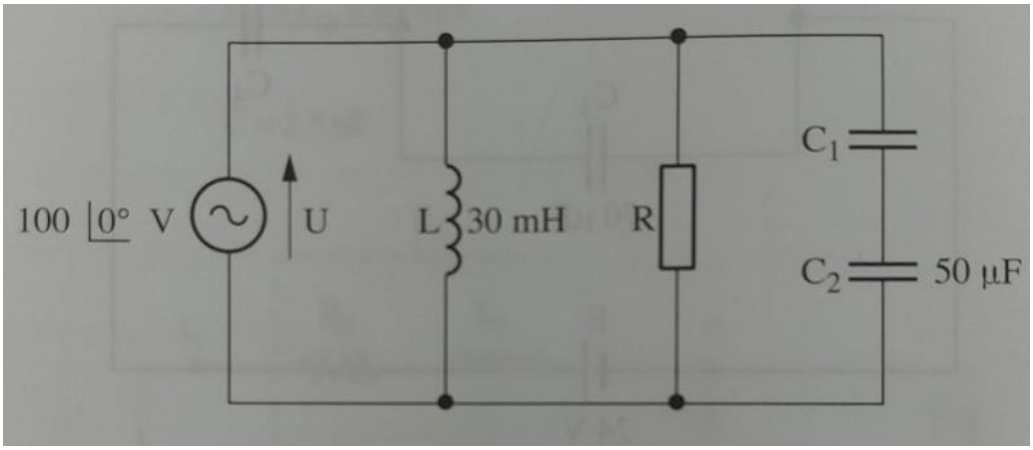
אם נתבונן על שני המעגלים נראה משוואות המתחים של החוג השני לא משתנה עקב סגירת המפסק, וזאת מכיוון שמקור המתח E_3 הוא מקור מתח אידיאלי.

אם היה בטור ל-E_3 נגד כלשהו, כלומר, מדובר במקור מתח ממשי, הזרם בו היה משתנה עקב מפל המתח הנוסף שנוצר על הנגד עקב I_4':





6



ב) $BW = \frac{f_0}{Q_0}$

$50 = \frac{212.2}{Q_0}$

$Q_0 = 4.244$ ⇒

ג) $Q_0 = \frac{R}{\omega_0 L}$

$4.244 = \frac{R}{2\pi \cdot 212.2 \cdot 30 \cdot 10^{-3}}$

$R = 169.754\,\Omega$

ד) $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_T}}$

$212.2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{30 \cdot 10^{-3} C_T}}$

$C_T = 18.751\,\mu F$ ⇒

$C_T = C_1 \to C_2$

$18.751 = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{50}\right)^{-1}$

$C_1 = 30\,\mu F$

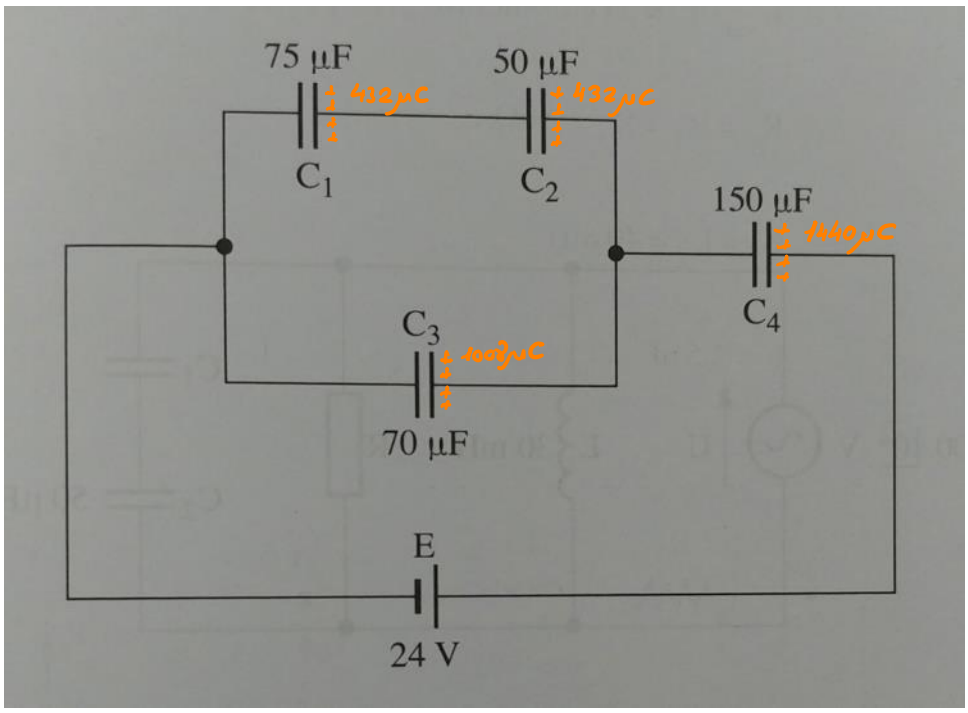
ג) $\underline{X}_L = j\omega_0 L = j 2\pi \cdot 212.2 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = j40\,\Omega$ ⇒ $\underline{X}_C = -j40\,\Omega$

$\underline{I}_R = \underline{I}_T = \frac{\underline{U}}{R} = \frac{100\angle 0}{169.754} = 0.589\angle 0°\ A$

$\underline{I}_L = \frac{\underline{U}}{\underline{X}_L} = \frac{100\angle 0}{j40} = 2.5\angle -90°\ A$

$\underline{I}_C = \frac{\underline{U}}{\underline{X}_C} = \frac{100\angle 0}{-j40} = 2.5\angle 90°\ A$

7



ⓑ $C_T = [(C_1 \to C_2) \parallel C_3] \to C_4 =$

$= [(\frac{1}{75} + \frac{1}{50})^{-1} + 70] \to 150 =$

$= [30 + 70] \to 150 = (\frac{1}{100} + \frac{1}{150})^{-1} = \boxed{60\mu F}$

⇓

ⓒ $Q_T = C_T \cdot E = 60 \cdot 10^{-6} \cdot 24 = 1440\mu C$

⇓

$\boxed{Q_3} = Q_T \cdot \frac{C_3}{C_3 + C_{1,2}} = 1440 \cdot \frac{70}{70+30} = \boxed{1008\mu C}$

⇓

ⓓ $Q_1 = Q_2 = Q_T - Q_3 = 1440 - 1008 = 432\mu C$

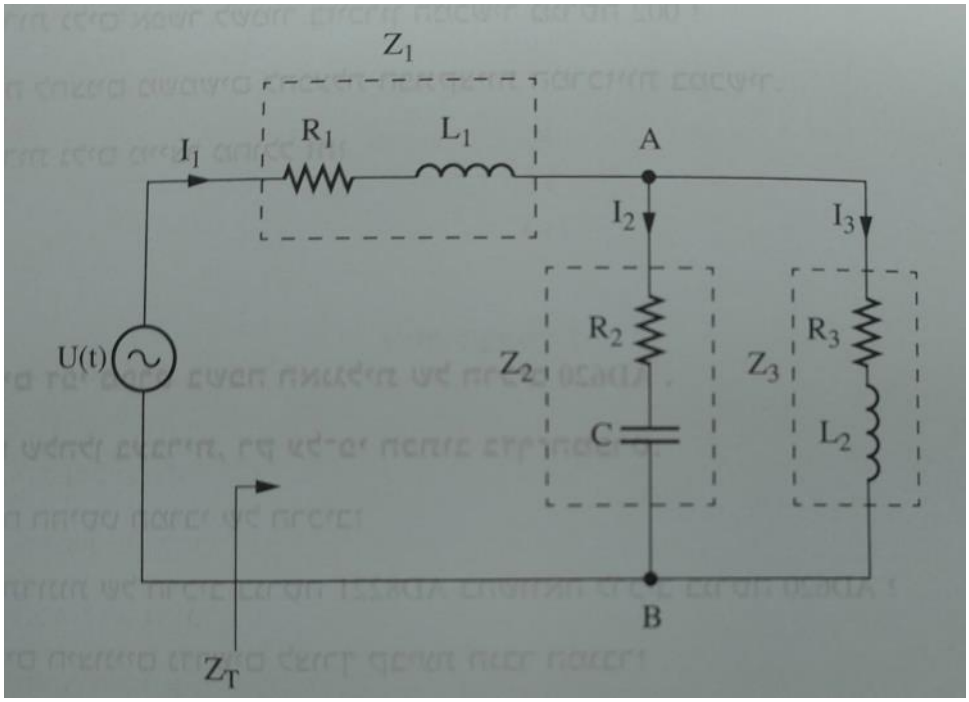
⇓

$\boxed{U_1} = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{432}{75} = \boxed{5.76V}$

ⓐ $Q_1 = Q_T = 1440\mu C$

$\boxed{W_1} = \frac{Q^2}{2C} = \frac{(1440 \cdot 10^{-6})^2}{2 \cdot 150 \cdot 10^{-6}} = \boxed{6.912mJ}$

8



$\underline{U}_{AB} = 24\angle 0^\circ\ V \qquad \omega = 10^5 \frac{rad}{sec} \Rightarrow$

$\underline{X}_{L_1} = \underline{X}_{L_2} = j\omega L_1 = j\,10^5 \cdot 40\cdot 10^{-3} = j4\,k\Omega$

$\underline{X}_C = -j\frac{1}{\omega C} = -j\frac{1}{10^5 \cdot 2.5\cdot 10^{-9}} = -j4\,k\Omega$

א) $\underline{Z}_1 = R_1 + \underline{X}_{L_1} = (2+j4)\,k\Omega = 4.472\angle 63.43^\circ\ k\Omega$

$\underline{Z}_2 = R_2 + \underline{X}_C = (2-j4)\,k\Omega = 4.472\angle -63.43^\circ\ k\Omega$

$\underline{Z}_3 = R_3 + \underline{X}_{L_2} = (2+j4)\,k\Omega = 4.472\angle 63.43^\circ\ k\Omega$

$\Downarrow$

ב) $\underline{Z}_T = (\underline{Z}_2 \parallel \underline{Z}_3) + \underline{Z}_1 = \left(\frac{1}{2-j4} + \frac{1}{2+j4}\right)^{-1} + 2 + j4 = 5 + 2 + j4 =$

$= (7+j4)\,k\Omega = 8.062\angle 29.74^\circ\ k\Omega$

ג) $\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_{AB}}{\underline{Z}_2} = \frac{24\angle 0}{2-j4} = 5.366\angle +63.43^\circ\ mA$

$\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_{AB}}{\underline{Z}_3} = \frac{24\angle 0}{2+j4} = 5.366\angle -63.43^\circ\ mA$

$\underline{I}_1 = \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 4.8\angle 0^\circ\ mA$

$\Downarrow$

ד) $\underline{U} = \underline{I}_1 \cdot \underline{Z}_T = 4.8\angle 0 \cdot (7+j4) \approx 38.7\angle 29.74^\circ\ V$

$\Downarrow$

$u(t) = 38.7\sqrt{2}\cdot \sin(10^5 t + 29.74^\circ) = 54.73\cdot \sin(10^5 t + 29.74^\circ)\ [V]$