

Ηλεκτρικά Κυκλώματα Ι - Λύσεις

Β εξεταστική Σεπτέμβριος 2022

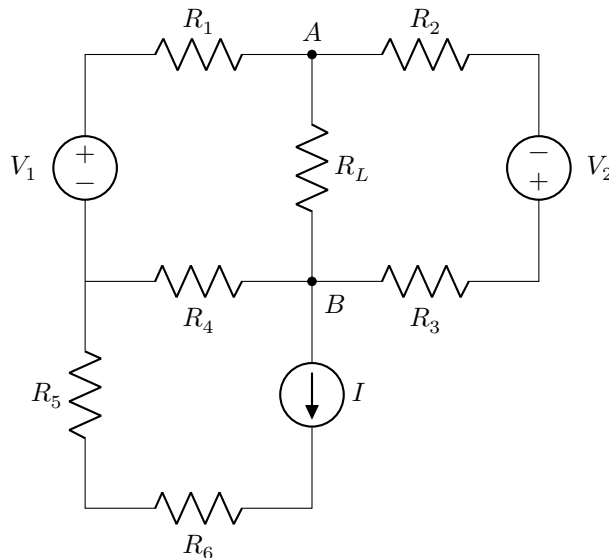
Διδάσκων: Δροσόπουλος Αναστάσιος

07-09-2022

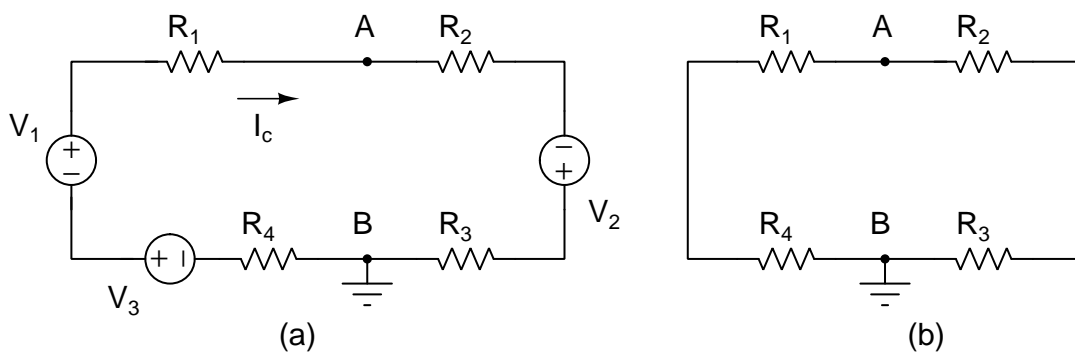
1 Θέμα (5 μον.)

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε: $V_1 = 167 \text{ V}$, $V_2 = 95 \text{ V}$, $I = 56.3 \text{ mA}$, $R_1 = 72.4 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 25.1 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 24 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 81 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 64 \text{ k}\Omega$, $R_6 = 42 \text{ k}\Omega$.

1. Να υπολογιστεί η R_L υπό συνθήκες μέγιστης ισχύος καθώς και η μέγιστη ισχύς.
2. Η R_L αποτελείται από σύρμα με ειδική αντίσταση $\rho = 52.6 \text{ }\Omega \cdot \text{mm}$, μήκος ℓ και διάμετρο $d = 2.1 \text{ mm}$. Πόσο είναι το μήκος του σύρματος εάν $R_L = R_{TH}$;



Λύση



Στον κλάδο με τη πηγή ρεύματος οι R_5 , R_6 βγαίνουν εκτός και η πηγή ρεύματος I με την παράλληλη αντίσταση R_4 μετασχηματίζεται σε πηγή τάσης $V_3 = IR_4 = 4560.3 \text{ V}$ σε σειρά με την R_4 (Σχ.(a)).

Με κανόνα τάσης Kirchhoff το ρεύμα βρόχου I_c είναι:

$$I_c = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = 23.8 \text{ mA}$$

Άρα η τάση Thevenin είναι:

$$V_{TH} = I_c(R_2 + R_3) - V_2 = 1074.26 \text{ V}$$

Σβίνοντας τις πηγές (Σχ. (b)), η αντίσταση Thevenin είναι:

$$R_{TH} = (R_1 + R_4) \parallel (R_2 + R_3) = 37.2 \text{ k}\Omega$$

Σε συνθήκες μέγιστης ισχύος, $R_L = R_{TH}$ και η μέγιστη ισχύς:

$$P_{\max} = \frac{V_{TH}^2}{4R_{TH}} = 7.76 \text{ W}$$

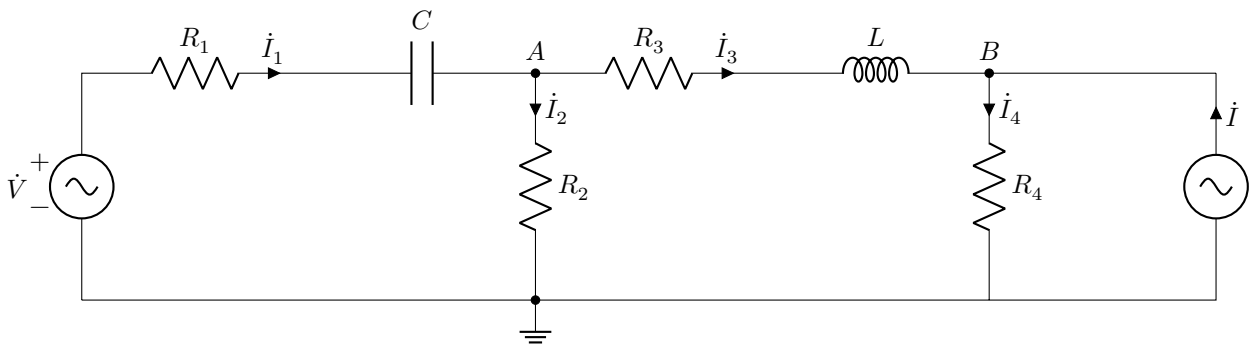
Το μήκος του σύρματος είναι:

$$R_L = \rho \frac{\ell}{S} = \rho \frac{4\ell}{\pi d^2} \Rightarrow \ell = \frac{R_L \pi d^2}{4\rho} = 2.45 \text{ m}$$

2 Θέμα (5 μον.)

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε: $\dot{V} = 320 \angle 26^\circ \text{ V}$, $\dot{I} = 4.6 \angle -48^\circ \text{ A}$, $R_1 = 56.9 \Omega$, $R_2 = 85.4 \Omega$, $R_3 = 48.7 \Omega$, $R_4 = 65.3 \Omega$, $C = 8.26 \mu\text{F}$, $L = 11.3 \text{ mH}$, $f = 750 \text{ Hz}$.

Υπολογίστε τις τάσεις \dot{V}_A , \dot{V}_B και τα ρεύματα \dot{I}_1 , \dot{I}_2 , \dot{I}_3 , \dot{I}_4 .



Λύση

Έχουμε $f = 750 \text{ Hz}$ και $\omega = 4712.4 \text{ rad/s}$.

$$Z_L = j\omega L = j53.25 \Omega \quad Z_C = -j/(\omega C) = -j25.7 \Omega$$

$Z_1 = R_1 + Z_C$, $Z_2 = R_3 + Z_L$ και με κομβική ανάλυση:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\dot{V}_A - \dot{V}}{Z_1} + \frac{\dot{V}_A}{R_2} + \frac{\dot{V}_A - \dot{V}_B}{Z_2} &= 0 \\ \frac{\dot{V}_B - \dot{V}_A}{Z_2} + \frac{\dot{V}_B}{R_4} - \dot{I} &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \dot{V}_A \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{Z_2} \right) - \frac{\dot{V}_B}{Z_2} &= \frac{\dot{V}}{Z_1} \\ -\frac{\dot{V}_A}{Z_2} + \dot{V}_B \left(\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{R_4} \right) &= \dot{I} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} \dot{V}_A &= 127.8 \angle 17.2^\circ \text{ V} \\ \dot{V}_B &= 236.4 \angle -20.6^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

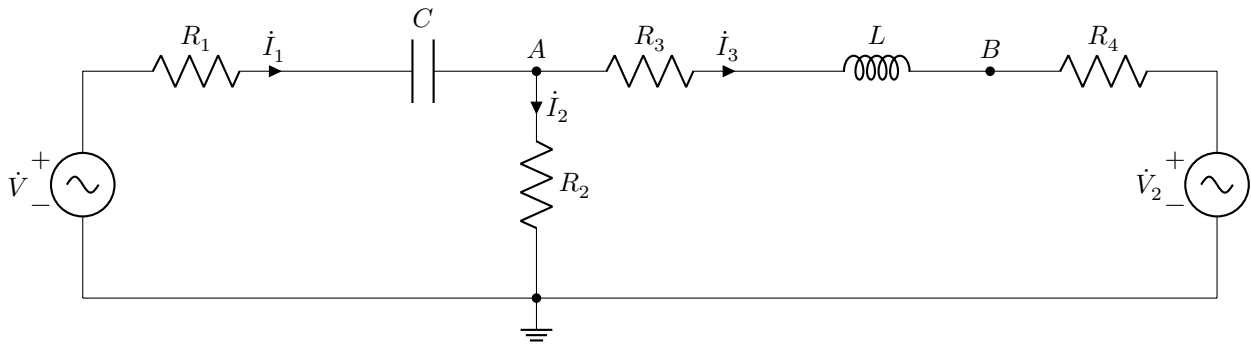
$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{V} - \dot{V}_A}{Z_1} = 3.12 \angle 56.1^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{V}_A}{R_2} = 1.50 \angle 17.2^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{V}_A - \dot{V}_B}{Z_2} = 2.17 \angle 81.8^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_4 = \frac{\dot{V}_B}{R_4} = 3.62 \angle -20.6^\circ \text{ A}$$

Εναλλακτικά, για να αποφύγουμε το σύστημα, μπορούμε να μετασχηματίσουμε την πηγή ρεύματος με την παράλληλη αντίσταση R_4 σε τάσης και έχουμε το παρακάτω κύκλωμα.



$$\dot{V}_2 = \dot{I}R_4 = 300.38 \angle -48^\circ \text{ V}$$

και η κομβική ανάλυση είναι τώρα μια εξίσωση:

$$\frac{\dot{V}_A - \dot{V}}{Z_1} + \frac{\dot{V}_A}{R_2} + \frac{\dot{V}_A - \dot{V}_2}{Z_2 + R_4} = 0 \Rightarrow \dot{V}_A \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{Z_2 + R_4} \right) = \frac{\dot{V}}{Z_1} + \frac{\dot{V}_2}{Z_2 + R_4} \Rightarrow \dot{V}_A = 127.8 \angle 17.2^\circ \text{ V}$$

και

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{V} - \dot{V}_A}{Z_1} = 3.12 \angle 56.1^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{V}_A}{R_2} = 1.50 \angle 17.2^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{V}_A - \dot{V}_2}{Z_2 + R_4} = 2.17 \angle 81.8^\circ \text{ A}$$

$$\dot{V}_B = \dot{I}_3 R_4 + \dot{V}_2 = 236.4 \angle -20.6^\circ \text{ V}$$

$$\dot{I}_4 = \frac{\dot{V}_B}{R_4} = 3.62 \angle -20.6^\circ \text{ A}$$

ίδιες τιμές όπως και πριν.