

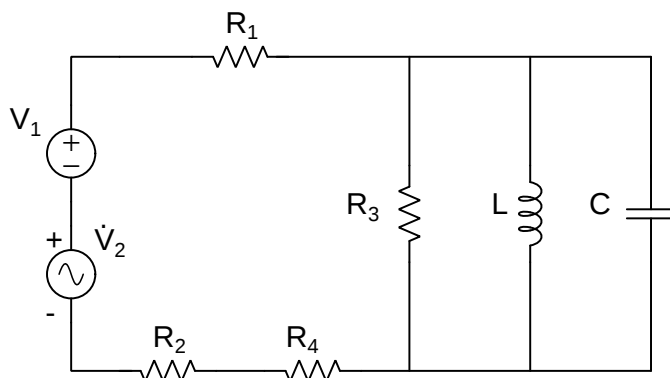
Ηλεκτρικά Κυκλώματα Ι - Λύσεις - Ομάδα Β

Διδάσκων: Δροσόπουλος Αναστάσιος

2025-02-03

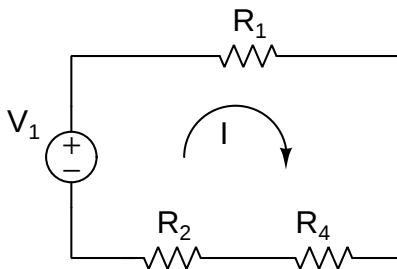
1 Θέμα (5 μον.)

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε: $f = 225.2 \text{ Hz}$, $V_1 = 264 \text{ V}$, $\dot{V}_2 = 150/\underline{32^\circ} \text{ V}$, $R_1 = 125 \Omega$, $R_2 = 63 \Omega$, $R_3 = 85 \Omega$, $R_4 = 190 \Omega$, $L = 78 \text{ mH}$, $C = 6.4034 \mu\text{F}$. Προσδιορίστε την ισχύ που καταναλώνεται στην αντίσταση R_4 .



Λύση

Χρησιμοποιούμε υπέρθεση. Με πηγή εναλλασσομένου off έχουμε κύκλωμα συνεχούς. Στο συνεχές το πηνίο είναι βραχυκύκλωμα και ο πυκνωτής διακόπτης. Που σημαίνει τα παράλληλα στοιχεία R_3 , L , C είναι εκτός και έχουμε το κύκλωμα:



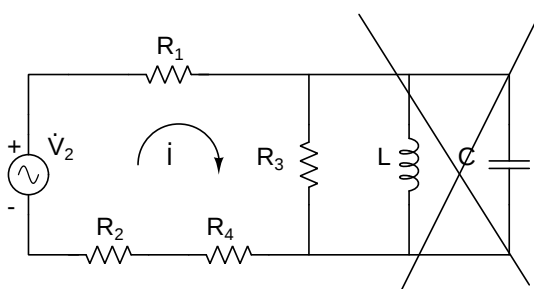
Με κανόνα τάσης Kirchhoff

$$I = \frac{V_1}{R_1 + R_2 + R_4} = 0.698 \text{ A}$$

Η ισχύς στην R_4 από αυτή την DC συνιστώσα είναι:

$$P_{dc} = I^2 R_4 = 92.7 \text{ W}$$

Για το εναλλασσόμενο έχουμε το κύκλωμα:



Οι σύνθετες αντιστάσεις πηνίου και πυκνωτή για την συγκεκριμένη συχνότητα είναι:

$$\begin{aligned} f &= 225.2 \text{ Hz} & \omega &= 1415 \text{ rad/s} \\ L &= 78 \text{ mH} & Z_L &= j110.37 \Omega \\ C &= 6.4034 \mu\text{F} & Z_C &= -j110.37 \Omega \end{aligned}$$

Z_L και Z_C είναι αντίθετες (συντονισμός) και βγαίνουν εκτός. Πάλι με κανόνα τάσης Kirchhoff

$$\dot{I} = \frac{\dot{V}_2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = 0.324 \angle 32^\circ \text{ A}$$

Η ισχύς στην R_4 από αυτή την AC συνιστώσα είναι:

$$P_{ac} = |\dot{I}|^2 R_4 = 19.9 \text{ W}$$

άρα η συνολική ισχύς είναι

$$P = P_{dc} + P_{ac} = 112.6 \text{ W}$$

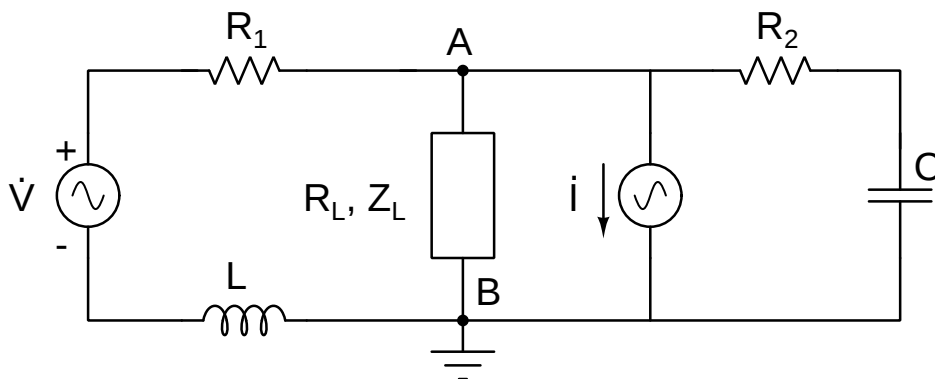
Είναι λάθος να υπολογίσουμε την ισχύ προσθέτοντας dc ρεύμα και φάσορα ρεύματος ac γιατί έτσι μετατρέπουμε την dc συνιστώσα σε φάσορα που δεν είναι. Άρα το παρακάτω

$$\dot{I}_{o\lambda} = I + \dot{I} = 0.988 \angle 10^\circ \text{ A} \quad P = |\dot{I}_{o\lambda}|^2 \cdot R_4 = 185.54 \text{ W}$$

είναι λάθος.

2 Θέμα (5 μον.)

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε: $\dot{V} = 284 \angle 22^\circ \text{ V}$, $\dot{I} = 2.1 \angle -46^\circ \text{ A}$, $R_1 = 110 \Omega$, $R_2 = 173 \Omega$, $C = 4.6 \mu\text{F}$, $L = 67 \text{ mH}$, $f = 270 \text{ Hz}$. Υπολογίστε τα φορτία R_L ή Z_L για τα οποία έχουμε μέγιστη μεταφορά πραγματικής ισχύος καθώς και την αντίστοιχη ισχύ. Στην περίπτωση της σύνθετης αντίστασης Z_L με ποια πραγματικά στοιχεία μπορούμε να την υλοποιήσουμε;



Λύση

Έχουμε για σύνθετη αντίσταση πηνίου και πυκνωτή

$$z_L = j113.7 \Omega \quad z_C = -j128.1 \Omega$$

Με κομβική ανάλυση όπου $\dot{V}_{AB} = \dot{V}_{TH}$

$$\frac{\dot{V}_{TH} - \dot{V}}{R_1 + z_L} + \frac{\dot{V}_{TH}}{R_2 + z_C} + \dot{I} = 0 \Rightarrow \dot{V}_{TH} = 96.5 \angle 89.2^\circ \text{ V}$$

και σβήσιμο πηγών για αντίσταση που φαίνεται στα ανοικτά A, B

$$Z_{TH} = (R_1 + z_L) \parallel (R_2 + z_C) = 117.4 + j25.7 = 120.2 \angle 12.3^\circ \Omega$$

Οπότε για πραγματικό φορτίο

$$R_L = |Z_{TH}| = 120.2 \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{2\Re\{Z_{TH}\} + 2|Z_{TH}|} = 19.6 \text{ W}$$

και για σύνθετο φορτίο

$$Z_L = Z_{TH}^* = 117.4 - j25.7 = 120.2 \angle -12.3^\circ \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{4\Re\{Z_{TH}\}} = 19.8 \text{ W}$$

Για υλοποίηση σύνθετου φορτίου Z_L

$$R = 117.4 \Omega \quad \text{και} \quad C = -\frac{1}{\omega \Im\{Z_{TH}\}} = 22.9 \text{ pF}$$