

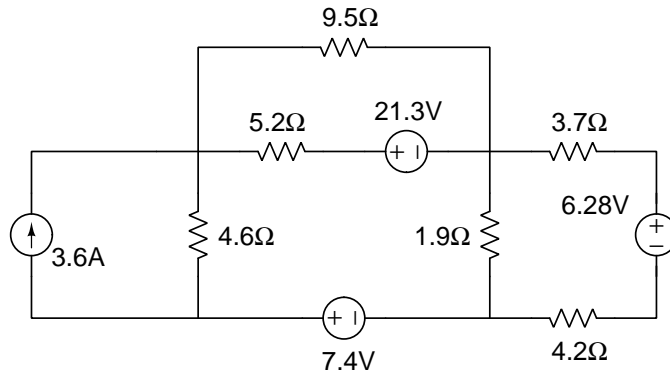
Ηλεκτρικά Κυκλώματα Ι - Λύσεις

Διδάσκων: Δροσόπουλος Αναστάσιος

2024-09-04

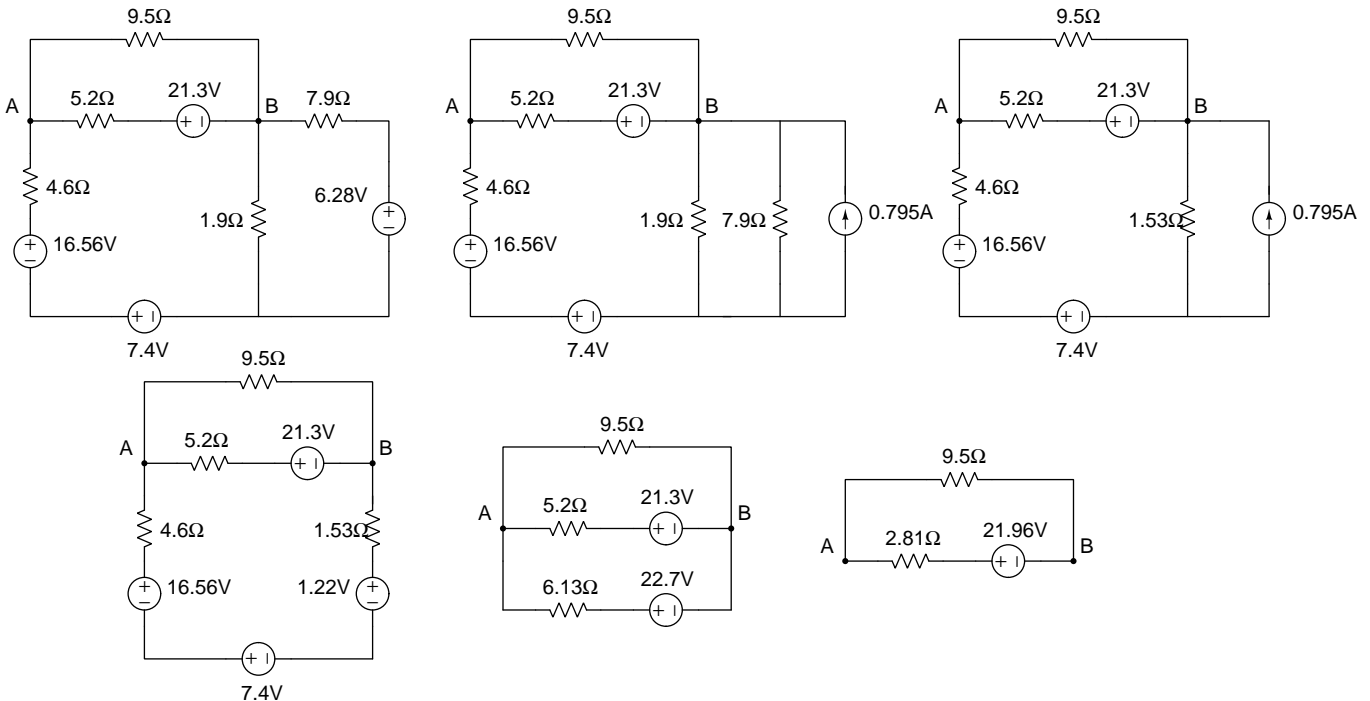
1 Θέμα (5 μον.)

Προσδιορίστε στο παρακάτω κύκλωμα την ισχύ που καταναλώνεται στην αντίσταση 9.5 Ω.



Λύση

Με διαδοχικούς μετασχηματισμούς (πηγών, αντιστάσεων) και Millman έχουμε:



Οπότε με διαιρέτη τάσης

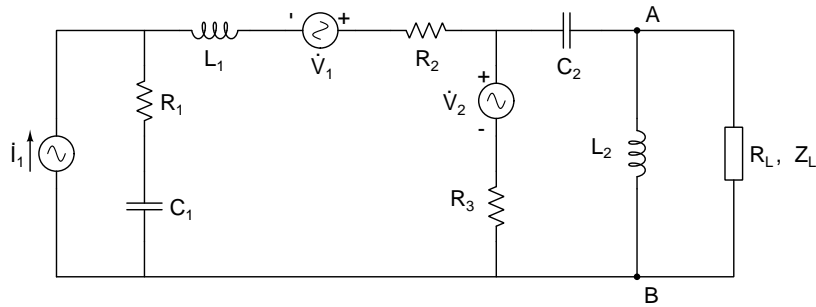
$$V_{AB} = \frac{9.5}{9.5 + 2.814} 21.962 = 16.94 \text{ V} \quad P_{AB} = \frac{V_{AB}^2}{9.5} = 30.2 \text{ W}$$

Εναλλακτικά, το ρεύμα στο βρόχο και η ισχύς

$$I_{AB} = \frac{21.962}{2.814 + 9.5} = 1.783 \text{ A} \quad P_{AB} = I_{AB}^2 \cdot 9.5 = 30.2 \text{ W}$$

2 Θέμα (5 μον.)

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε: $f = 645 \text{ Hz}$, $\dot{I}_1 = 3.1/27^\circ \text{ A}$, $\dot{V}_1 = 43/32^\circ \text{ V}$, $\dot{V}_2 = 72/-16^\circ \text{ V}$, $R_1 = 264 \ \Omega$, $R_2 = 558 \ \Omega$, $R_3 = 432 \ \Omega$, $L_1 = 54.6 \text{ mH}$, $L_2 = 18.4 \text{ mH}$, $C_1 = 4.68 \ \mu\text{F}$, $C_2 = 9.14 \ \mu\text{F}$. Να υπολογιστούν τα φορτία R_L και Z_L για τα οποία έχουμε μέγιστη μεταφορά πραγματικής ισχύος και η αντίστοιχη ισχύς.

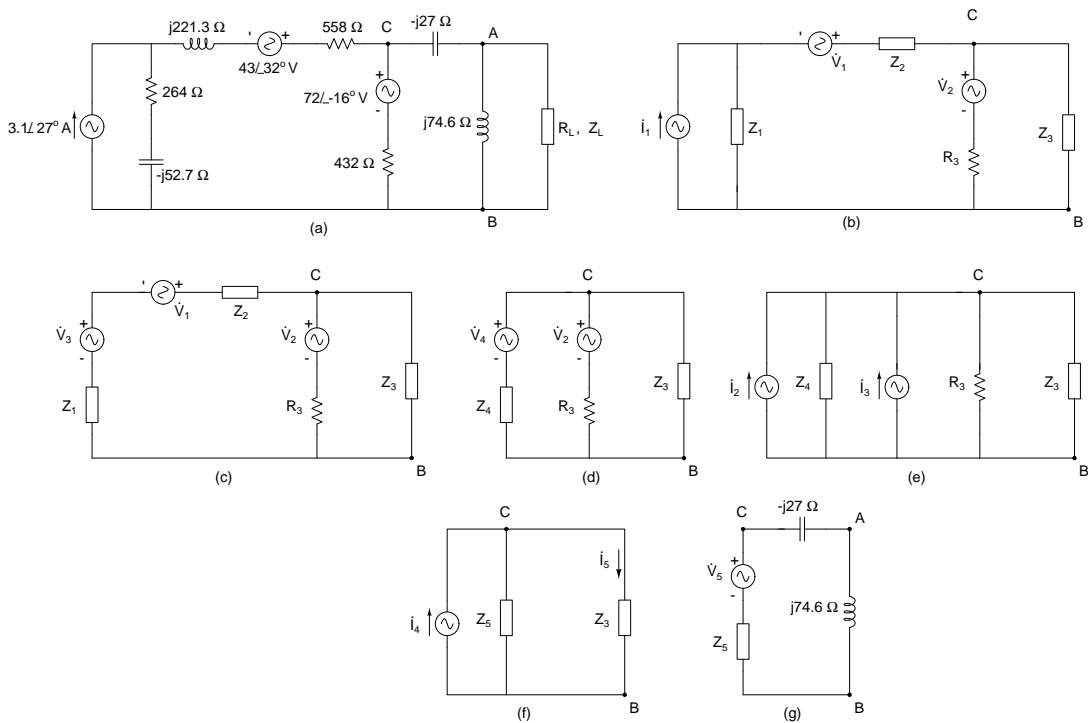


Λύση

Οι σύνθετες αντιστάσεις πηνίων/πυκνωτών για την συγκεκριμένη συχνότητα είναι:

$$\begin{aligned}
 f &= 645 \text{ Hz} & \omega &= 4052.7 \text{ rad/s} \\
 L_1 &= 54.6 \text{ mH} & Z_{L_1} &= j221.28 \ \Omega \\
 L_2 &= 18.4 \text{ mH} & Z_{L_2} &= j74.57 \ \Omega \\
 C_1 &= 4.68 \ \mu\text{F} & Z_{C_1} &= -j52.72 \ \Omega \\
 C_2 &= 9.14 \ \mu\text{F} & Z_{C_2} &= -j27.0 \ \Omega
 \end{aligned}$$

Ωμικές αντιστάσεις και πηγές, απλή αντικατάσταση. Και έχουμε το (a)



Με διαδοχικούς μετασχηματισμούς για το ισοδύναμο Thevenin (ανοικτοί ακροδέκτες A,B) καταλήγουμε στο (f) όπου

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= R_1 + Z_{C_1} = 264 - j52.7 = 269.2/-11.3^\circ \ \Omega \\
 Z_2 &= R_2 + Z_{L_1} = 558 + j221.3 = 600.3/21.6^\circ \ \Omega \\
 Z_3 &= Z_{L_2} + Z_{C_2} = j47.6 = 47.6/90^\circ \ \Omega \\
 \dot{V}_3 &= Z_1 \dot{I}_1 = 803.4 + j225.9 = 834.6/15.7^\circ \text{ V} \\
 \dot{V}_4 &= \dot{V}_3 + \dot{V}_1 = 839.9 + j248.7 = 875.9/16.5^\circ \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$Z_4 = Z_1 + Z_2 = 822 + j168.5 = 839.1/\underline{11.6^\circ} \Omega$$

$$\dot{I}_2 = \dot{V}_4/Z_4 = 1.04 + j0.0893 = 1.04/\underline{4.91^\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_3 = \dot{V}_2/R_3 = 0.160 - j0.0459 = 0.167/\underline{-16^\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_4 = \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 1.20 + j0.0433 = 1.20/\underline{2.07^\circ} \text{ A}$$

$$Z_5 = Z_4 \parallel R_3 = 285.8 + j19.6 = 286.5/\underline{3.93^\circ} \Omega$$

και με διαρέτη ρεύματος στο (f)

$$\dot{I}_5 = \frac{Z_5}{Z_5 + Z_3} \dot{I}_4 = 1.16 - j0.147 = 1.17/\underline{-7.23^\circ} \text{ A}$$

έχουμε την τάση Thevenin

$$\dot{V}_{TH} = \dot{V}_{AB} = \dot{I}_5 Z_{L_2} = 11 + j86.7 = 87.4/\underline{82.8^\circ} \text{ V}$$

Μπορεί κανείς να προχωρήσει και στο (g)

$$\dot{V}_5 = \dot{I}_4 Z_5 = 342.2 + j36.0 = 344/\underline{6^\circ} \text{ V}$$

όπου με διαρέτη τάσης έχουμε πάλι

$$\dot{V}_{TH} = \dot{V}_{AB} = \frac{Z_{L_2}}{Z_{L_2} + Z_5 + Z_{C_2}} \dot{V}_5 = 11 + j86.7 = 87.4/\underline{82.8^\circ} \text{ V}$$

Η αντίσταση Thevenin από τα κυκλώματα (a) και (b)

$$\begin{aligned} Z_{TH} &= \left\{ \left[(Z_1 + Z_2) \parallel R_3 \right] + Z_{C_2} \right\} \parallel Z_{L_2} = \left\{ \left[839.1/\underline{11.6^\circ} \parallel 432 \right] + (-j27) \right\} \parallel (j74.6) = \\ &= 18.4 + j70.2 = 72.6/\underline{75.3^\circ} \Omega \end{aligned}$$

και μέγιστη ισχύ για πραγματικό φορτίο

$$R_L = |Z_{TH}| = 72.6 \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{4\Re\{Z_{TH}\}} = 103.6 \text{ W}$$

και για σύνθετο φορτίο

$$Z_L = Z_{TH}^* = 18.4 - j70.2 = 72.6/\underline{-75.3^\circ} \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{2\Re\{Z_{TH}\} + 2|Z_{TH}|} = 41.9 \text{ W}$$