

με εκθετική μορφή και στη συνέχεια με κυκλικά και σπειροειδή στρεφόμενα διανύσματα.

ΛΥΣΗ

Οι εκθετικές μορφές και τα αντίστοιχα κυκλικά και σπειροειδή στρεφόμενα διανύσματα, των δοθέντων σημάτων είναι:

$$x_1(t) = 40 \cos(12t + \pi/16) = \operatorname{Re}\{40e^{j(12t + \pi/16)}\} = 40 \angle 12t + \pi/16$$

$$x_2(t) = 40 \sin(12t + \pi/16) = \operatorname{Im}\{40e^{j(12t + \pi/16)}\} = 40 \angle 12t + \pi/16$$

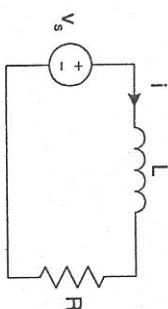
$$x_3(t) = \cos(12t + \pi/4) = \operatorname{Re}\{100e^{-j(12t + \pi/4)}\} = 100e^{-j(12t + \pi/4)}$$

$$x_4(t) = 50e^{2t} \cos(12t + \pi/4) = \operatorname{Re}\{50e^{(2+j12t + j\pi/4)}\} = 50e^{2t} \angle 12t + \pi/4$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

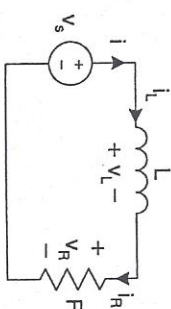
ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΜΕ ΗΜΙΤΟΝΟΕΙΔΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ

Πρόβλημα 5.7-1 Το κύκλωμα δύο ακροδεκτών του Σχ.5.7-1 διεγείρεται από ημιτονοειδή πηγή τάσης με κυματομορφή $v_s(t) = V_m \eta \mu \omega t$ V. Να γραφεί η εξίσωση του βρόχου του κυκλώματος και στη συνέχεια να διαμορφωθεί η διαφορική εξίσωση που περιγράφει τη λειτουργία του. Τέλος να προσδιοριστεί το πείσμα που διαρρέει τους κλάδους του κυκλώματος στην ημιτονοειδή μέγιστη κατάσταση ισορροπίας με τη μέθοδο των προσδιοριστέων συνεκθετών. Αριθμητική εφαρμογή: $V_m = 14,14$ V, $\omega = 314$ rad/s, $R = 2 \Omega$ και $L = 0,005$ H.



Σχήμα 5.7-1

ΛΥΣΗ



Σχήμα 5.7-1(a)

Οι νόμοι του Kirchhoff στο κύκλωμα του Σχ.5.7-1(a) απαιτούν την ικανοποίηση των εξισώσεων

$$i_L(t) + i_R(t) = i(t) \quad (1)$$

και

$$v_L(t) + v_R(t) = v_s(t) \quad (2)$$

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις v-i των στοιχείων του κυκλώματος η Εξ.(2) γίνεται

$$L \frac{di}{dt} + Ri(t) = v_s(t) \quad (3)$$

ή

$$L \frac{di}{dt} + Ri(t) = V_m \eta \mu \omega t \quad (4)$$

Θεωρώντας ότι η κύκλωμα βρίσκεται σε μόνιμη ημιοποειδή κατάσταση ισορροπίας δεχόμε-
στε ότι το ρεύμα που το διαρρέει έχει τη γενική μορφή

$$i(t) = i_{ss}(t) = I_m \eta \mu(\omega t + \varphi) \quad (5)$$

Αντικαθιστώντας την Εξ.(5) στην Εξ.(4) έχουμε

$$\omega L I_m [\sin(\omega t + \varphi) + \frac{R}{\omega L} \eta \mu(\omega t + \varphi)] = V_m \eta \mu \omega t \quad (6)$$

Θέτουμε

$$\varepsilon \varphi z = \frac{R}{L \omega} \quad (7)$$

οπότε

$$\omega L I_m [\sin(\omega t + \varphi) + \frac{\eta \mu z}{\sin z} \eta \mu(\omega t + \varphi)] = V_m \eta \mu \omega t \quad (8)$$

ή

$$\frac{\omega L I_m}{\sin z} [\sin(\omega t + \varphi) \sin z + \eta \mu z \eta \mu(\omega t + \varphi)] = V_m \eta \mu \omega t \quad (9)$$

Επειδή

$$\sin z = \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon \varphi^2 z}} = \frac{\omega L}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \quad (10)$$

προκύπτει

$$I_m \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} \sin(\omega t + \varphi - z) = V_m \eta \mu \omega t = V_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \quad (11)$$

Από την Εξ.(11) συμπεραίνουμε ότι

$$I_m = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \quad (12)$$

και

$$\varphi - z = \frac{\pi}{2} = \varepsilon \varphi^{-1} \frac{R}{L \omega} - \frac{\pi}{2} \quad (13)$$

Τελικά, το ρεύμα που διαρρέει τους κλάδους του κυκλώματος προκύπτει

$$i(t) = i_{ss}(t) = I_m \eta \mu(\omega t + \varepsilon \varphi^{-1} \frac{R}{L \omega} - \frac{\pi}{2}) \quad (14)$$

Εφαρμογή:

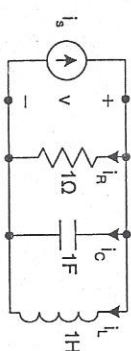
$$I_m = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{14,14}{\sqrt{(2)^2 + (314)^2 (0,005)^2}} = \frac{14,14}{\sqrt{28,65}} = 2,64 \text{ A}$$

$$\varphi = \varepsilon \varphi^{-1} \frac{R}{L \omega} = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} = \varepsilon \varphi^{-1} \frac{R}{L \omega} = \frac{2}{1,57} - \frac{\pi}{2} = 51,86 - 90 = -38,13^\circ$$

και

$$i(t) = i_{ss}(t) = 2,64 \eta \mu(\omega t - 38,13^\circ), \text{ A}$$

Πρόβλημα 5.7-2 Το κύκλωμα δύο ακροδεκτών του Σχ.5.7-2 διεγείρεται από πηγή ημιοποει-
δούς ρεύματος με κυματομορφή $i_s(t) = I_m \sin \omega t$ A. Να γραφεί η εξίσωση του κόμβου του κυκλώ-
ματος και στη συνέχεια να διαμορφωθεί η ολοκληρωδιαφορική εξίσωση που περιγράφει τη λει-
τουργία του. Κατόπιν, να υπολογιστεί η τάση ακροδεκτών και τα ρεύματα των τριών κλάδων του
κυκλώματος στην ημιοποειδή μόνιμη κατάσταση ισορροπίας με τη μέθοδο των προδιοριστών
συντελεστών. Διεγερτική εφαρμογή: $I_m = 14,14 \text{ A}$, $\omega = 314 \text{ rad/s}$, $R = 2 \Omega$, $L = 0,5 \text{ H}$ και $C = 0,1 \text{ F}$.



Σχήμα 5.7-2

ΛΥΣΗ

Οι νόμοι του Kirchhoff στο κύκλωμα του Σχ.5.7-2(α) απαιτούν την ικανοποίηση των εξισώ-
σεων

$$v(t) = v_R(t) = v_C(t) = v_L(t) \quad (1)$$

και

$$i_R(t) + i_C(t) + i_L(t) = i_s(t) \quad (2)$$

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις v-i των στοιχείων του κυκλώματος η Εξ.(2) γίνεται

$$C \frac{dv_C}{dt} + \frac{v_R(t)}{R} + \frac{1}{L} \int v_L(t) dt = i_s(t) \quad (3)$$

Θεωρώντας ότι η κύκλωμα βρίσκεται σε μόνιμη ημιοποειδή κατάσταση ισορροπίας δεχόμε-
στε ότι το ρεύμα που το διαρρέει έχει τη γενική μορφή

$$v(t) = v_{ss}(t) = V_m \sin(\omega t + \varphi) \quad (4)$$

Αντικαθιστώντας την Εξ.(4) στην Εξ.(3) έχουμε

$$-C \omega V_m \eta \mu(\omega t + \varphi) + \frac{1}{R} V_m \sin(\omega t + \varphi) + \frac{1}{\omega L} V_m \eta \mu(\omega t + \varphi) = I_m \sin \omega t \quad (5)$$

ή

$$\frac{V_m}{R} \left[V_m \sin(\omega t + \varphi) + R \left(\frac{1}{\omega L} - C \omega \right) \eta \mu(\omega t + \varphi) \right] = I_m \sin \omega t \quad (6)$$

Θέτουμε

$$\varepsilon \varphi z = R \left(\frac{1}{\omega L} - C \omega \right) \quad (7)$$

οπότε

$$\frac{V_m}{R \sin z} [\sin(\omega t + \varphi) \sin z + \eta \mu(\omega t + \varphi) \eta \mu z] = I_m \sin \omega t \quad (8)$$

ή

Επείδη

$$\frac{V_m}{R \sin \varphi} \sin(\omega t + \varphi - \varphi) = I_m \sin \omega t \quad (9)$$

πρόκύπτει

$$\sin \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon \varphi^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + R^2 \left(\frac{1}{\omega L} - C\omega\right)^2}} \quad (10)$$

$$V_m \sqrt{\frac{1}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - C\omega\right)^2}} \sin(\omega t + \varphi - \varphi) = I_m \sin \omega t \quad (11)$$

Από την Εξ.(11) συμπεραίνουμε ότι

$$V_m = \frac{I_m}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - C\omega\right)^2}} \quad (12)$$

και

$$\varphi = \varphi^{-1} R \left(\frac{1}{\omega L} - C\omega \right) \quad (13)$$

Τελικά, η τάση ακροδεκτών του κυκλώματος προκύπτει

$$v(t) = V_{ss}(t) = V_m \sin(\omega t + \varphi^{-1} R \left(\frac{1}{\omega L} - C\omega \right)) \quad (14)$$

Εφαρμογή:

$$V_m = \frac{I_m}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - C\omega\right)^2}} = \frac{14,14}{\sqrt{4 + \left(\frac{1}{157} - 31,4\right)^2}} = 0,45 \text{ A}$$

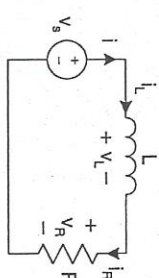
$$\varphi = \varepsilon \varphi^{-1} R \left(\frac{1}{\omega L} - C\omega \right) = \varepsilon \varphi^{-1} 2 \left(\frac{1}{157} - 31,4 \right) = \varepsilon \varphi^{-1} 2 \left(\frac{1}{157} - 31,4 \right) = -89,08^\circ$$

και

$$v(t) = V_{ss}(t) = 0,45 \sin(\omega t - 89,08^\circ) \text{ A}$$

Πρόβλημα 5.7-3 Τα προβλήματα 5.7-1 και 5.7-2 να λυθούν με τη μέθοδο των στρεφόμενων διανυσμάτων στο πεδίο του χρόνου.

ΛΥΣΗ



Σχήμα 5.7-3(α)

(α) Οι νόμοι του Kirchhoff στο κύκλωμα του Σχ.5.7-3(α) απαιτούν την ικανοποίηση των εξισώσεων

$$i_L(t) + i_R(t) = i(t) \quad (1)$$

και

$$v_L(t) + v_R(t) = v_s(t) \quad (2)$$

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις v-i των στοιχείων του κυκλώματος η Εξ.(2) γίνεται

$$L \frac{di}{dt} + Ri(t) = v_s(t) \quad (3)$$

Θεωρώντας ότι το κύκλωμα βρίσκεται σε μόνιμη ημιτονοειδή κατάσταση ισορροπίας δεχόμαστε ότι

$$v_s(t) = V_m \eta \mu(\omega t + \varphi) = \operatorname{Im}\{I_m e^{j\omega t}\} \quad (4)$$

και

$$i(t) = i_{ss}(t) = I_m \eta \mu(\omega t + \varphi) = \operatorname{Im}\{I_m e^{j(\omega t + \varphi)}\} \quad (5)$$

Αντικαθιστώντας τις Εξ.(4) και (5) στην Εξ.(3) προκύπτει η σχέση

$$\operatorname{Im}\{(j\omega L + R)I_m e^{j(\omega t + \varphi)}\} = \operatorname{Im}\{V_m e^{j\omega t}\} \quad (6)$$

από την οποία διαπιστώνουμε ότι ισχύει η σχέση

$$(j\omega L + R)I_m e^{j\varphi} = V_m \quad (10)$$

Από την Εξ.(10) προκύπτει

$$I_m e^{j\varphi} = \frac{V_m}{R + j\omega L} = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}} e^{-j\theta} \quad (11)$$

όπου

$$\theta = \varepsilon \varphi^{-1} \frac{L\omega}{R} \quad (12)$$

Από την Εξ.(11) συμπεραίνουμε ότι

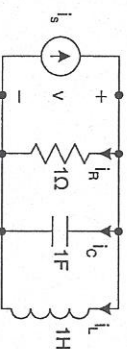
$$I_m = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}} \quad (13)$$

και

$$\varphi = -\varepsilon\varphi^{-1} \frac{L\omega}{R} \quad (14)$$

Τελικά, το πείσμα που διαρρέει τους κλάδους του κυκλώματος προκύπτει

$$i(t) = i_{ss}(t) = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}} \eta\mu(\omega t - \varepsilon\varphi^{-1} \frac{L\omega}{R}) \quad (15)$$



Σχήμα 5.7-3(β)

(β) Οι νόμοι του Kirchhoff στο κύκλωμα του ΣΧ.5.7-3(α) απαιτούν την ικανοποίηση των εξισώσεων

$$v(t) = v_R(t) = v_C(t) = v_L(t) \quad (1)$$

και

$$i_R(t) + i_C(t) + i_L(t) = i_s(t) \quad (2)$$

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις v-i των στοιχείων του κυκλώματος η Εξ.(2) γίνεται

$$C \frac{dv_C}{dt} + \frac{v_R(t)}{R} + \frac{1}{L} \int v_L(t) dt = i_s(t) \quad (3)$$

Θεωρώντας ότι το κύκλωμα βρίσκεται σε μόνιμη ημιομοειδή κατάσταση ισορροπίας δεχόμενα ότι

$$i_s(t) = I_m \sin \omega t = \operatorname{Re}\{I_m e^{j\omega t}\} \quad (4)$$

και

$$v(t) = V_m \sin(\omega t + \varphi) = \operatorname{Re}\{V_m e^{j(\omega t + \varphi)}\} \quad (5)$$

Αντικαθιστώντας τις Εξ.(4) και (5) στην Εξ.(3) έχουμε

$$\operatorname{Re}\left\{\left[\frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{L\omega}\right)\right] V_m e^{j(\omega t + \varphi)}\right\} = \operatorname{Re}\{I_m e^{j\omega t}\} \quad (6)$$

από την οποία διαπιστώνουμε ότι ισχύει η σχέση

$$\left[\frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{L\omega}\right)\right] V_m e^{j\varphi} = I_m \quad (7)$$

Από την Εξ.(7) συμπεραίνουμε ότι

$$V_m e^{j\varphi} = \frac{I_m}{\frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{L\omega}\right)} = \frac{I_m}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(C\omega - \frac{1}{L\omega}\right)^2}} e^{-j\theta} \quad (8)$$

όπου

$$\theta = \varepsilon\varphi^{-1} R \left(C\omega - \frac{1}{L\omega}\right) \quad (9)$$

Από τις παραπάνω εξισώσεις προκύπτει

$$V_m = \frac{I_m}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(C\omega - \frac{1}{L\omega}\right)^2}} \quad (10)$$

και

$$\varphi = -\varepsilon\varphi^{-1} R \left(C\omega - \frac{1}{L\omega}\right) \quad (11)$$

Τελικά, η τάση ακροδεκτών του κυκλώματος προκύπτει

$$v(t) = v_{ss}(t) = \frac{I_m}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(C\omega - \frac{1}{L\omega}\right)^2}} \sin(\omega t - \varepsilon\varphi^{-1} R (C\omega - \frac{1}{L\omega})) \quad (12)$$

Πρόβλημα 5.7-4 Να εκφραστούν τα παρακάτω ημιομοειδή σήματα με στρεφόμενα διανύσματα στο πεδίο του χρόνου και στη συνέχεια να μετασχηματιστούν στο πεδίο της συχνότητας

$$x_1(t) = 10 \sin t, \quad x_2(t) = 10 \eta\mu t, \quad x_3(t) = 10 \sin(t + 135^\circ), \quad x_4(t) = -5 \sin(314t - 45^\circ)$$

ΛΥΣΗ

$$X_1 = T_\omega \{x_1(t)\} = T_\omega \{10 \sin t\} \rightarrow T_\omega \{10 e^{j0}\} = 10 e^{j0} = 10 \angle 0^\circ$$

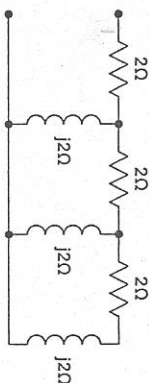
$$X_2 = T_\omega \{x_2(t)\} = T_\omega \{10 \eta\mu t\} \rightarrow T_\omega \{10 e^{j0}\} = 10 e^{j0} = 10 \angle 0^\circ$$

$$X_3 = T_\omega \{x_3(t)\} = T_\omega \{10 \sin(t + 135^\circ)\} \rightarrow T_\omega \{10 e^{j(t+135^\circ)}\} = 10 e^{j135^\circ} = 10 \angle 135^\circ$$

$$X_4 = T_\omega \{x_4(t)\} = T_\omega \{-5 \sin(314t - 45^\circ)\} \rightarrow T_\omega \{-5 e^{j(314t-45^\circ)}\} =$$

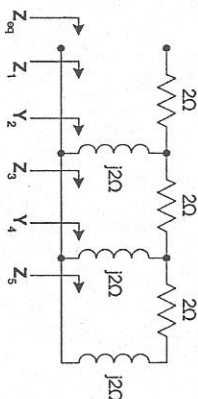
$$= T_\omega \{5 e^{-j180^\circ} e^{j(314t-45^\circ)}\} = T_\omega \{5 e^{j(314t-225^\circ)}\} = 5 e^{-j225^\circ} = 5 \angle -225^\circ$$

Πρόβλημα 6.4-14 Να βρεθεί η σύνθετη αντίσταση εισόδου του κλημακωτού κυκλώματος του ΣΧ.6.4-14.



Σχήμα 6.4-14

ΑΥΣΗ



Σχήμα 6.4-14(α)

Η σύνθετη αντίσταση εισόδου του κλημακωτού κυκλώματος του ΣΧ.6.4-14(α) δίνεται από τη σχέση

$$Z_{eq} = Z_1 + \frac{1}{Y_2 + \frac{1}{Z_3 + \frac{1}{Y_4 + \frac{1}{Z_5}}}}$$

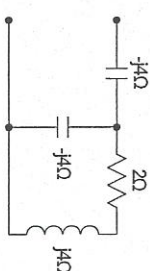
Αντικαθιστώντας τις τιμές των παραμέτρων στην Εξ.(1)

$$Z_5 = 2 + j2\Omega, \quad Y_4 = \frac{1}{j2} S, \quad Z_3 = 2\Omega, \quad Y_2 = \frac{1}{j2} S, \quad Z_1 = 2\Omega$$

έχουμε

$$Z_{eq} = 2 + \frac{1}{\frac{1}{j2} + \frac{1}{2 + \frac{1}{\frac{1}{j2} + \frac{1}{2 + \frac{1}{j2}}}}} = 2 + \frac{j12}{8 + j4} = \frac{208 + j96}{80} = 2.6 + j1.2 = 2.86 \angle 24.77^\circ \Omega$$

Πρόβλημα 6.4-15 Να βρεθεί η σύνθετη αντίσταση εισόδου του κλημακωτού κυκλώματος του ΣΧ.6.4-15.



Σχήμα 6.4-15

ΑΥΣΗ

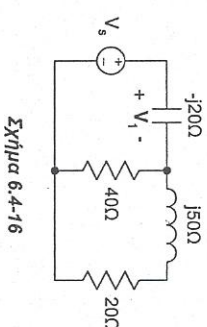
Η σύνθετη αντίσταση εισόδου του κλημακωτού κυκλώματος του ΣΧ.6.4-15 δίνεται από τη σχέση

$$Z_{eq} = Z_1 + \frac{1}{Y_2 + \frac{1}{Z_3 + \frac{1}{Y_4}}}$$

Αντικαθιστώντας τις τιμές των παραμέτρων έχουμε τελικά

$$Z_{eq} = -j4 + \frac{1}{\frac{1}{-j4} + \frac{1}{-j4}} = 8 - j8 = 11.31 \angle -45^\circ \Omega$$

Πρόβλημα 6.4-16 Στο κύκλωμα του ΣΧ.6.4-16 να βρεθεί η τάση V_1 και στη συνέχεια η συνάρτηση μεταφοράς τάσης $H_{V_1}(j\omega)$. Δίνεται $V_s = 240 \angle 30^\circ V$.



Σχήμα 6.4-16

ΑΥΣΗ

Το κύκλωμα αποκτά τη μορφή του ΣΧ.6.4-16(α), όπου

$$Z_1 = -j20\Omega$$

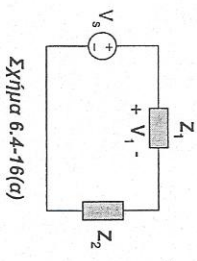
και

Τελικά, έχουμε

$$Z_2 = (20 + j50) \parallel 40 = \frac{80 + j200}{6 + j5} = 24.26 + j13.11$$

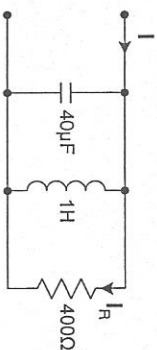
$$V_1 = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} V_s = \frac{-j20}{24.26 - j6.89} 240 \angle 30^\circ = 190.32 \angle -44.14^\circ$$

$$H_{V_1}(j\omega) = \frac{V_1}{V_s} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} = \frac{-j20}{24.26 - j6.89} = 0.216 - j0.726 = 0.793 \angle -74.14^\circ$$



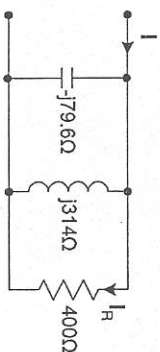
Σχήμα 6.4-16(a)

Πρόβλημα 6.4-17 Το κύκλωμα του Σχ. 6.4-17 διεγείρεται με ημιτονοειδές σήμα γωνιακής συχνότητας $\omega = 314 \text{ rad/s}$. Αν είναι $I_R = 0.01 \angle 20^\circ \text{ A}$, να βρεθεί το πεύμα I . Επίσης, αν είναι $I = 2 \angle -30^\circ$, να βρεθεί το πεύμα I_R .



Σχήμα 6.4-17

ΛΥΣΗ



Σχήμα 6.4-17(a)

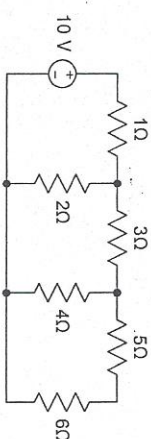
Από την εξίσωση του διακείμενου πεύματος προκύπτει

$$I = \frac{Y_C + Y_L + Y_R}{Y_R} I_R = \frac{j - \frac{j}{79.6} + \frac{1}{400}}{\frac{1}{400}} 0.01 \angle 20^\circ = 15.53 \angle 95^\circ \text{ A}$$

και

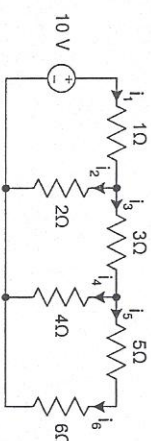
$$I_R = \frac{Y_R}{Y_C + Y_L + Y_R} I = \frac{1}{j - \frac{j}{79.6} + \frac{1}{400}} 2 \angle -30^\circ = 0.013 \angle -105^\circ \text{ A}$$

Πρόβλημα 6.4-18 Να βρεθούν τα πεύματα και οι τάσεις κάθεων του κυκλώματος του Σχ. 6.4-18 με τη μέθοδο ανάληψης των κλαμακτών κυκλωμάτων.



Σχήμα 6.4-18

ΛΥΣΗ



Σχήμα 6.4-18(a)

Υποθέτουμε ότι το πεύμα I_6 είναι γνωστό και ίσο με 1 A. Μετά από αυτό έχουμε

$$I_5 = I_6 = 1 \text{ A}, \quad V_6 = R_6 I_6 = 6 \text{ V}, \quad V_5 = R_5 I_5 = 5 \text{ V}, \quad V_4 = V_5 + V_6 = 11 \text{ V}$$

$$I_4 = \frac{V_4}{R_4} = \frac{11}{4} = 2.75 \text{ A}, \quad I_3 = I_4 + I_5 = 1 + 2.75 = 3.75 \text{ A}, \quad V_3 = R_3 I_3 = 3 \cdot 3.75 = 11.25 \text{ V}$$

$$V_2 = V_3 + V_4 = 11 + 11.25 = 22.25 \text{ V}, \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{22.25}{2} = 11.125 \text{ A}$$

$$I_1 = I_2 + I_3 = 11.125 + 3.75 = 14.875 \text{ A}, \quad V_1 = R_1 I_1 = 14.875 \text{ V}$$

και

$$V_s = V_1 + V_2 = 14.875 + 22.25 = 37.125 \text{ V}$$

Διαγράφοντας την πραγματική με την υπολογισθείσα τιμή της πηγής, τότες προκύπτει ο συντελεστής κλίμακας

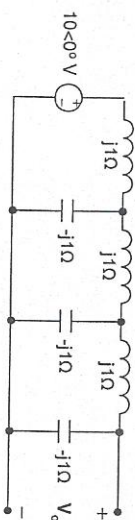
$$\lambda = \frac{10}{37,125} = 0,268$$

Πολλαπλασιάζοντας τις υπολογισθείσες τιμές των μεταβλητών του κυκλώματος επί τον παραπάνω συντελεστή κλίμακας προκύπτουν οι πραγματικές τιμές των μεταβλητών

Και $i_1 = 3,98 \text{ A}$, $i_2 = 2,98 \text{ A}$, $i_3 = 0,213 \text{ A}$, $i_4 = 0,737 \text{ A}$, $i_5 = 0,268 \text{ A}$, $i_6 = 0,268 \text{ A}$

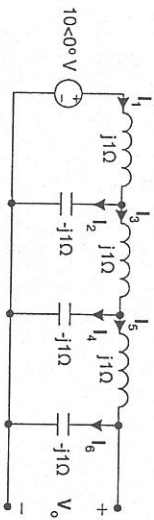
$v_1 = 3,98 \text{ V}$, $v_2 = 5,963 \text{ V}$, $v_3 = 3,015 \text{ V}$, $v_4 = 2,948 \text{ V}$, $v_5 = 1,34 \text{ V}$, $v_6 = 1,6 \text{ V}$

Πρόβλημα 6.4-19 Το ίδιο για το κύκλωμα του Σχ.6.4-18. Επιπλέον, να βρεθεί η συνάρτηση μεταφοράς τάσης H_{V_o} του κυκλώματος.



Σχήμα 6.4-18

ΛΥΣΗ



Σχήμα 6.4-19(a)

Υποθέτουμε ότι το ρεύμα i_6 είναι γνωστό και ίσο με $1\angle 0^\circ \text{ A}$. Μετά από αυτό έχουμε

$$i_5 = i_6 = 1\angle 0^\circ \text{ A}, \quad v_6 = -j1 \cdot i_6 = -j1 \text{ V}, \quad v_5 = j1 \cdot i_5 = j1 \text{ V}, \quad v_4 = v_5 + v_6 = j1 - j1 = 0 \text{ V}$$

$$i_4 = \frac{V_4}{-j1} = 0 \text{ A}, \quad i_3 = i_4 + i_5 = i_5 = 1\angle 0^\circ \text{ A}, \quad v_3 = j1 \cdot i_3 = j1 \text{ V}$$

$$v_2 = v_3 + v_4 = v_3 = j1 \text{ V}, \quad i_2 = \frac{V_2}{-j1} = -1 \text{ A}$$

$$i_1 = i_2 + i_3 = -1 + 1 = 0 \text{ A}, \quad v_1 = j1 \cdot i_1 = 0 \text{ V}$$

Και

$$V_s = V_1 + V_2 = j1 \text{ V}$$

Διαιρώντας την πραγματική με την υπολογισθείσα τιμή της πηγής τάσης προκύπτει ο συντελεστής κλίμακας

$$\lambda = \frac{10}{j1} = -j10$$

Πολλαπλασιάζοντας τις υπολογισθείσες τιμές των μεταβλητών του κυκλώματος επί τον παραπάνω συντελεστή κλίμακας προκύπτουν οι πραγματικές τιμές των μεταβλητών

$$i_1 = 0 \text{ A}, \quad i_2 = j10 \text{ A}, \quad i_3 = -j10 \text{ A}, \quad i_4 = 0 \text{ A}, \quad i_5 = -j10 \text{ A}, \quad i_6 = -j10 \text{ A}$$

και

$$v_1 = 0 \text{ V}, \quad v_2 = 10 \text{ V}, \quad v_3 = 10 \text{ V}, \quad v_4 = 0 \text{ V}, \quad v_5 = 10 \text{ V}, \quad v_6 = -10 \text{ V}$$

Τέλος, η συνάρτηση μεταφοράς τάσης προκύπτει

$$H_{V_o}(j\omega) = \frac{V_o}{V_s} = \frac{-10}{10} = -1\angle 0^\circ$$