



Είσοδος και Έξοδος κυκλώματος

Γενικά, στα ηλεκτρικά κυκλώματα υπάρχει μία **πηγή** η οποία παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια για την λειτουργία τους. Οι ακροδέκτες στους οποίους συνδέεται η πηγή αποτελεί την **είσοδο του κυκλώματος**.



Επίσης υπάρχει και η **έξοδος του κυκλώματος** στην οποία συνδέεται το **φορτίο** (π.χ. ηλεκτρικός κινητήρας, λαμπτήρας πυρακτώσεως, ηχείο κτλ.)

Παρατήρηση!

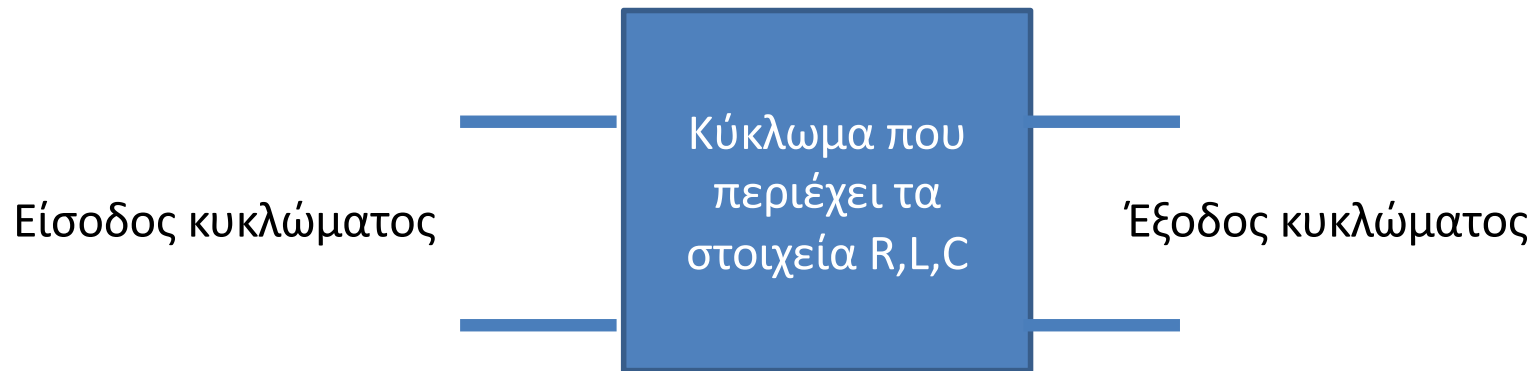
Η έξοδος μπορεί να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του κυκλώματος.

Η είσοδος μπορεί να αποτελεί ένα εξ ολοκλήρου ξεχωριστό κύκλωμα.



Σύνθετη αντίσταση εισόδου και σύνθετη αντίσταση εξόδου στο πεδίο της συχνότητας

Έστω τώρα ένα κύκλωμα που αποτελείται στοιχεία R, L, C, με μία είσοδο και μία έξοδο:



Η **σύνθετη αντίσταση εισόδου** $Z_{in}(j\omega)$ ενός τέτοιου κυκλώματος ισοδυναμεί με την αντίσταση που βλέπει κάποιος από την είσοδο του κυκλώματος αφού πρώτα απομακρύνει την πηγή εισόδου.

Η **σύνθετη αντίσταση εξόδου** $Z_{out}(j\omega)$ ισοδυναμεί με την αντίσταση που βλέπει κάποιος από την έξοδο του κυκλώματος αφού πρώτα απομακρύνει το φορτίο και **νεκρώσει*** τις πηγές τροφοδοσίας του κυκλώματος.

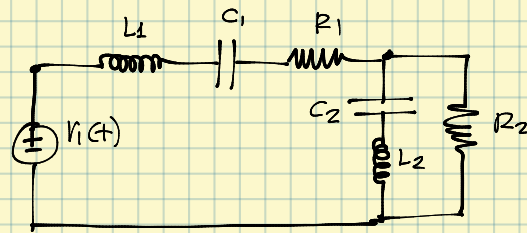
*** Δηλαδή, αντικαταστήσει τις πηγές τάσης με βραχυκύκλωμα ενώ τις πηγές ρεύματος με ανοιχτό κύκλωμα**

Άσκηση Θεωρίας

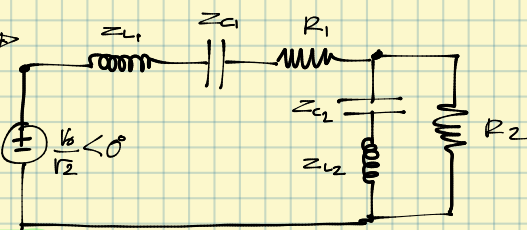
Έστω το κύκλωμα:

Να βρεθεί η σύνθετη αντίσταση εισόδου

όταν $v_i(t) = V_0 \cos \omega t$



Λύση: Μεταβλ. το κύκλωμα στο πεδίο
της συχνότητας:



Σύνθετη αντίσταση εισόδου έχει νόημα μόνο
στο πεδίο της συχνότητας. Άρα μετασχηματίζω
το κύκλωμα και υπολογίζω ότι:

$$Z_{in}(j\omega) = (Z_{L1} + Z_{C1} + R1) + R2 // (Z_{C2} + Z_{L2})$$

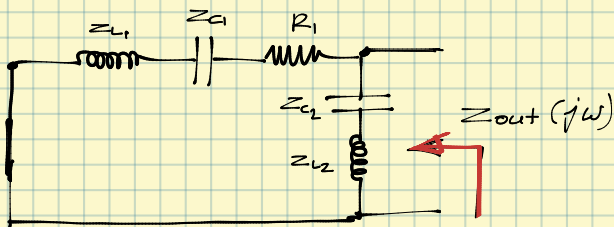
$$Z_{L1} = jL1\omega, Z_{C1} = \frac{1}{jC1\omega}, Z_{C2} = \frac{1}{jC2\omega},$$

$$Z_{L2} = jL2\omega$$

= ηπαίζω.

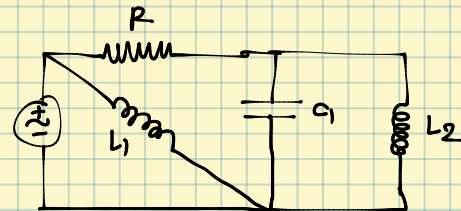
⊗ Αν R2 είναι το φορτίο να βρεθεί η Zout(jω)

Το κύκλωμα γίνεται:



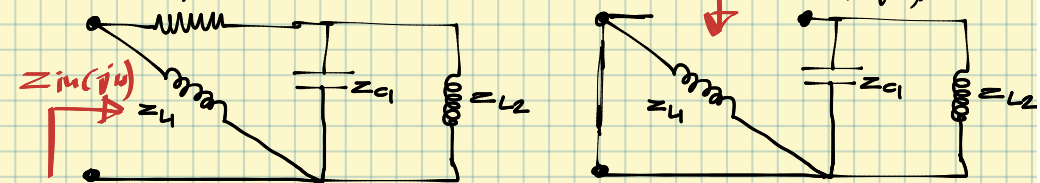
$$Z_{out}(j\omega) = (Z_{L1} + Z_{C1} + R1) // (Z_{C2} + Z_{L2}) = \dots = \eta\pi\alpha\iota\zeta\omega.$$

Έστω το κύκλωμα. L1, C1, R, ω δρωσά



Ζητώ την Zin(jω).

Μετασχηματίζω το παραπάνω κύκλωμα στο πεδίο της συχνότητας (Π.Σ.)



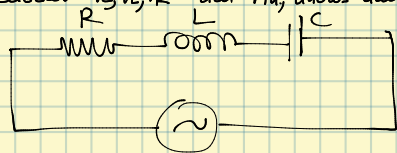
$$Z_{L1} = jL1\omega, Z_{C1} = \frac{1}{jC1\omega}, Z_{L2} = jL2\omega$$

$$\text{Τέλως } Z_{in}(j\omega) = [(Z_{C1} // Z_{L2}) + R] // Z_{L1} = \dots = \eta\pi\alpha\iota\zeta\omega.$$

⊗ Αν η R είναι το φορτίο, να βρεθεί η Zout.

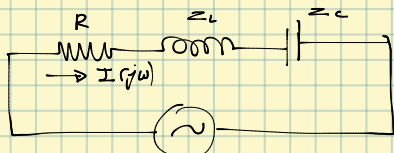
$$Z_{out}(j\omega) = Z_{C1} // Z_{L2}$$

Να υπολογιστεί η συνθετη αντίσταση στο κύκλωμα και να βρεθεί το ρεύμα που δίνει η πηγή τάσης $V(t) = V_0 \cos \omega t$ στο κύκλωμα. Επίσης, να σχεδιαστούν τα εφέρετα διανύσματα των τάσεων V_R, V_L και V_C , καθώς και αυτό του ρεύματος I .



$$V_{in} = V_0 \cos \omega t$$

Λύση: Μετασχηματίζω το κύκλωμα στο πεδίο της συχνότητας



$$V_{in} = V_0 < 0^\circ \Rightarrow \text{η τάση είναι το διάνυσμα σταθερό αφού έχει φάση } 0^\circ$$

$$V_0 = \frac{V_0}{1 \angle 0^\circ}, Z_L = jL\omega, Z_C = \frac{1}{jC\omega}$$

συνθετη αντίσταση του κυκλώματος είναι:

$$Z_{in} = R + Z_L + Z_C = R + jL\omega + \frac{1}{jC\omega} = D$$

$$Z_{in} = R + j \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)$$

$$Z_{in} = |Z_{in}| < \varphi_{in}$$

$$|Z_{in}| = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2}$$

$$\varphi_{in} = \tan^{-1} \left(\frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \right)$$

$$Z_{in} = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2} < \tan^{-1} \left(\frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \right)$$

Το ρεύμα στο πεδίο της συχνότητας είναι:

$$I(j\omega) = \frac{V_0 < 0^\circ}{|Z_{in}| < \varphi_{in}} = \frac{V_0}{|Z_{in}|} < -\varphi_{in}$$

Ανάλογα με τις τιμές των ω, L, C, R το φ_{in} μπορεί να είναι θετικό ή αρνητικό.

α) Αν $\varphi_{in} > 0$ τότε το ρεύμα καθυστερεί της τάσης, η οποία έχει φάση 0° και το κύκλωμα έχει **επαγωγική συμπεριφορά**.

β) Αν $\varphi_{in} < 0$ τότε το ρεύμα προηγείται της τάσης και το κύκλωμα έχει **χωρητική συμπεριφορά**.

Άρα βλέπω ότι η φάση φ_{in} που επηρεάζει τα τριπλά

στο κύκλωμα έχει επαγωγική ή χωρητική συμπεριφορά αφού μου περιγράφει

τιν σχετική θέση της τάσης που εφαρμόζεται στο κύκλωμα σε σχέση με το συνικό ρεύμα.

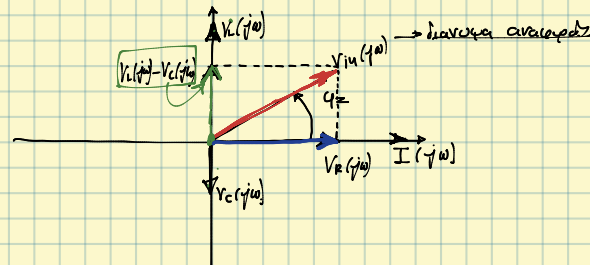
Για να σχεδιάσω τα εφέρετα διανύσματα οπλοποιώ τα $V_R(j\omega), V_L(j\omega), V_C(j\omega)$:

$$V_R(j\omega) = I(j\omega) \cdot R = \frac{V_0}{|Z_{in}|} \cdot R < -\varphi_{in}$$

$$V_C(j\omega) = I(j\omega) \cdot Z_C = \left(\frac{V_0}{|Z_{in}|} < -\varphi_{in} \right) \cdot \left(\frac{1}{jC\omega} < -\frac{\pi}{2} \right) = \left(\frac{V_0}{|Z_{in}|} \cdot \frac{1}{C\omega} < -\varphi_{in} - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$V_L(j\omega) = I(j\omega) \cdot Z_L = \left(\frac{V_0}{|Z_{in}|} < -\varphi_{in} \right) \cdot jL\omega = \left(\frac{V_0}{|Z_{in}|} < -\varphi_{in} \right) \left(L\omega < \frac{\pi}{2} \right) = \left(\frac{V_0}{|Z_{in}|} \cdot L\omega < -\varphi_{in} + \frac{\pi}{2} \right)$$

β) Έστω $\varphi_{in} > 0$ τότε το διάγραμμα των εφέρετων διανυσμάτων είναι:
(Το διάνυσμα αναφοράς είναι η τάση)



Σύνοψη: Έστω $V_{in} = V_0 \cos \omega t$, $i(t) = I_0 \cos(\omega t - \varphi_{in})$

Αν $\varphi_{in} > 0$ τότε το ρεύμα καθυστερεί της τάσης $\Rightarrow$ Επαγωγική συμπεριφορά

Αν $\varphi_{in} < 0$ $\Rightarrow$ φ_{in} προηγείται της τάσης $\Rightarrow$ Χωρητική συμπεριφορά

Γενικά: α) Το ρεύμα που διαρρέει ένα ημίο καθυστερεί κατά $-\frac{\pi}{2}$ σε σχέση με την τάση που επιβάλλεται στα άκρα του

β) Το ρεύμα που διαρρέει έναν πυκνωτή προηγείται κατά $+\frac{\pi}{2}$ σε σχέση με την τάση στα άκρα του.