

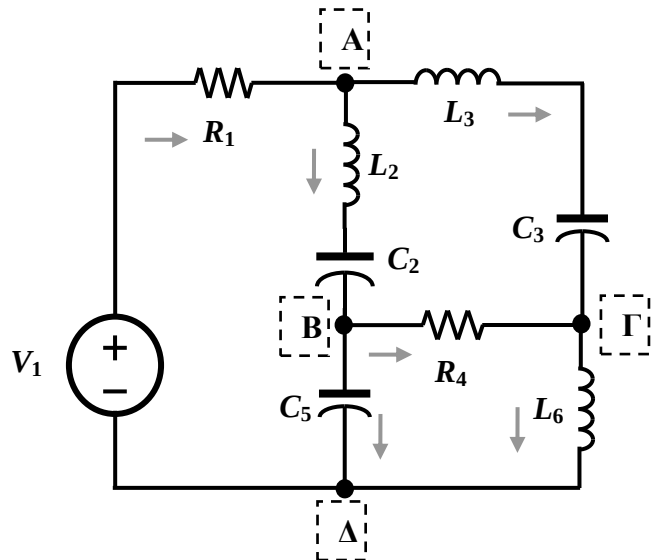
ΘΕΜΑ 1.

Θέλουμε να αναλύσουμε με τη μέθοδο γράφων το πιο κάτω κύκλωμα που βρίσκεται στη μόνιμη ημιτονοειδή κατάσταση:

A. Προσδιορίστε τα απαραίτητα στοιχεία για επίλυση με τη **μέθοδο κομβικών τάσεων** (δηλ. τον πίνακα πρόσπτωσης, τον πίνακα δεκτικότητας και τα διανύσματα πηγών). Χρησιμοποιήστε τις ονομασίες και φορές που δίνονται στο σχήμα.

ΜΗΝ ΕΠΙΛΥΣΕΤΕ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ
ΓΡΑΨΤΕ ΜΟΝΟ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

B. Επαναλάβετε το A για την περίπτωση που οι επαγωγοί (στους κλάδους 2 και 3) είναι αμοιβαία συζευγμένοι (βάλτε «τελείες» αυθαίρετα)



ΘΕΜΑ 2.

Βρείτε τους πόλους και τα μηδενικά της σύνθετης αντίστασης Z , όπως απεικονίζεται στο κύκλωμα δεξιά.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Μετασχηματισμός στο πεδίο συχνότητας και

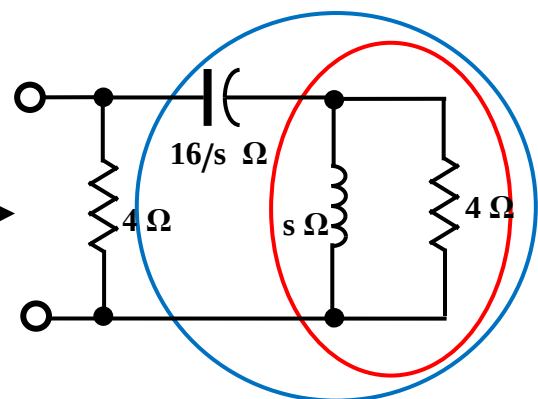
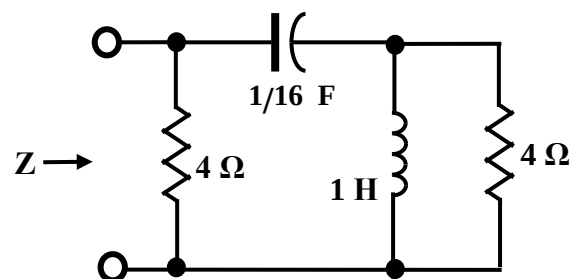
$$Z_A = \frac{4s}{4+s}$$

$$Z_B = \frac{16}{s} + \frac{4s}{4+s} = \frac{4(s^2 + 4s + 16)}{s(4+s)}$$

$$Z = 4 \parallel Z_B = \frac{4 \times \frac{4(s^2 + 4s + 16)}{s(4+s)}}{4 + \frac{4(s^2 + 4s + 16)}{s(4+s)}} = \frac{16(s^2 + 4s + 16)}{8s^2 + 32s + 64}$$

ΜΗΔΕΝΙΚΑ: Ρίζες του αριθμητή = $\{-2 \pm j3,46\}$ rad/s

ΠΟΛΟΙ: Ρίζες του παρονομαστή = $\{-2 \pm j2\}$ rad/s



ΘΕΜΑ 3.

Στο κύκλωμα στα δεξιά βρείτε τους πόλους και τα μηδενικά της συνάρτησης μεταφοράς $H(s)$ μεταξύ της εξόδου που είναι το ρεύμα i_0 και της εισόδου που είναι η τάση V_0 . Στη συνέχεια υπολογίστε την $h(t)$.

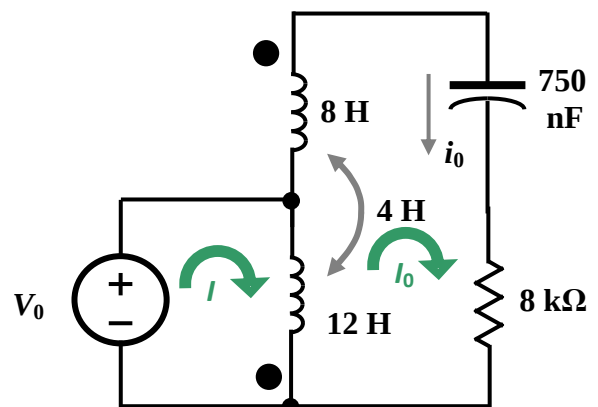
ΜΕΡΙΚΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Μετασχηματίζουμε στο πεδίο συχνότητας.

Εφαρμόζουμε τη μέθοδο βροχικών εντάσεων:

$$\text{ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΒΡΟΧΟΣ: } -V_0 + 12s(I - I_0) + 4sI_0 = 0$$

$$\text{ΔΕΞΙΟΣ ΒΡΟΧΟΣ: } 8sI_0 - 4s(I_0 - I) + 8000I_0 + \frac{1}{750 \times 10^{-9}s} I_0 + 12s(I_0 - I) - 4sI_0 = 0$$



ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Δίπλα σε κάθε όρο που αφορά επαγωγό, βρίσκεται σημειωμένη με κόκκινο η επίδραση του συζευγμένου επαγωγού. Παρατηρήστε την αλλαγή της αμοιβαίας επαγωγής από θετική

σε αρνητική όταν εξετάζουμε τον δεξιό βρόχο. Αυτό οφείλεται στο ότι το βροχικό ρεύμα I_0 είναι τώρα «κυρίαρχο» οπότε το ρεύμα που διαρρέει τον κάτω επαγωγό είναι $I_0 - I$ και μπαίνει από την τελεία.

Επιλύουμε για το I_0 και σχηματίζουμε τη συνάρτηση μεταφοράς $I_0(s)/V_0(s)$

$$\text{Τελικά } h(t) = -0,025e^{-200t} + 0,125e^{-1000t}$$

ΘΕΜΑ 4.

Χρησιμοποιήστε το ολοκλήρωμα τής συνέλιξης για να υπολογίσετε την έξοδο $v_{out}(t)$ του κυκλώματος στα δεξιά. Θεωρήστε ότι $v_s(t) = 75 u(t)$ V.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Μετατρέπουμε σε αναπαράσταση στο πεδίο συχνότητας.

Από τον διαιρέτη τάσης παίρνουμε τη συνάρτηση μεταφοράς

$$H(s) = \frac{V_{out}(s)}{V_s(s)} = \frac{8s}{50 + 10s} = 0,8 \frac{s}{5 + s}$$

Οπότε

$$h(t) = L^{-1} \left\{ 0,8 \frac{s}{5 + s} \right\} = L^{-1} \left\{ 0,8 \frac{s + 5 - 5}{5 + s} \right\} = L^{-1} \left\{ 0,8 - \frac{4}{5 + s} \right\} = 0,8\delta(t) - 4e^{-5t}$$

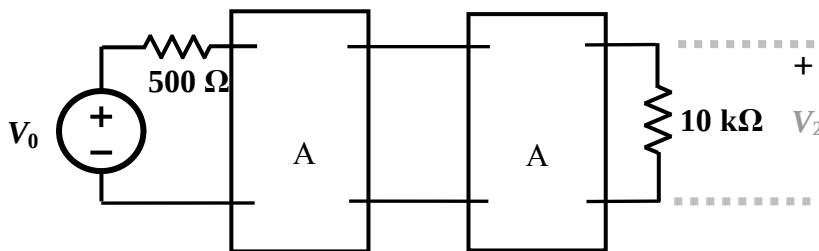
και από το ολοκλήρωμα τής συνέλιξης $\left(v_{out}(t) = \int_0^t v_{in}(t-\tau)h(\tau)d\tau = \int_0^t h(t-\tau)v_{in}(\tau)d\tau \right)$

$$\begin{aligned} v_{out}(t) &= \int_0^t 75(0,8\delta(\tau) - 4e^{-5\tau})d\tau = \int_0^t 60\delta(\tau)d\tau - \int_0^t 300e^{-5\tau}d\tau \\ &= 60 - \frac{300e^{-5\tau}}{-5} \Big|_0^t = 60 + 60(e^{-5t} - 1) = 60e^{-5t} \text{ V} \end{aligned}$$

(Φυσικά και θα φτάναμε στο ίδιο αποτέλεσμα χρησιμοποιώντας το θεώρημα της συνέλιξης αντί για το ολοκλήρωμα τής συνέλιξης. Ο σκοπός όμως τής άσκησης ήταν να ελέγξει τη γνώση αυτού τού τελευταίου πολύ σημαντικού θέματος).

ΘΕΜΑ 5.

Δυο πανομοιότυπα δίθυρα (ενισχυτές) A είναι συνδεδεμένα όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Οι παράμετροι h είναι $h_{11} = 1000 \Omega$, $h_{12} = 0,0015$, $h_{21} = 100$, $h_{22} = 100 \mu\text{S}$ (=μSiemens=μmho). Να βρεθεί το ολικό κέρδος τάσης V_2/V_0 .



ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Σύνδεση σε αλυσίδα—άρα η πιο ΒΟΛΙΚΗ περιγραφή με παραμέτρους μεταφοράς.

Με το δοθέν τυπολόγιο, από h σε T :

$$h_A = \begin{pmatrix} 1000 & 0,0015 \\ 100 & 100 \times 10^{-6} \end{pmatrix} \rightarrow T_A = \begin{pmatrix} 0,0005 & -10 \\ -10^{-6} & 10^{-2} \end{pmatrix}$$

Εξαιτίας της αλυσίδας, ο συνολικός T είναι το γινόμενο των επί μέρους, κι αφού είναι ίδιοι:

$$T_{ολικο} = T_A^2 = \begin{pmatrix} 0,0005 & -10 \\ -10^{-6} & 10^{-2} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0,0005 & -10 \\ -10^{-6} & 10^{-2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,1025 \times 10^{-4} & 0,105 \\ 0,105 \times 10^{-7} & 0,11 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας τη βασική σχέση του τετραπόλου $\begin{pmatrix} V_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{pmatrix}$ και τις σχέσεις που

ορίζονται από τις συνδέσεις των εξωτερικών στοιχείων (δηλ. δυο νόμους τάσης Kirchhoff: $V_1 = V_0 - I_1 Z_0$ και $V_2 = -I_2 Z_L$) και απαλείφοντας τα ρεύματα φτάνουμε στον τύπο

$$\frac{V_2}{V_0} = \frac{Z_L}{(A + CZ_0)Z_L + B + DZ_0} = \frac{10000}{(0,1025 \times 10^{-4} + 0,105 \times 10^{-7} \times 500)10000 + 0,105 + 0,11 \times 10^{-3} \times 500} = 31746$$

(Εναλλακτικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την προσέγγιση του Μάργαρη, Τόμος Α, σ. 424-7).