

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ~  
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ - ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 9  
ΑΘΗΝΑ 157 80  
Τηλ: 210 772-3023, Fax: 210 772-3025

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY  
DEPARTMENT OF PHYSICS  
ZOGRAFOU CAMPUS  
157 80 ATHENS - GREECE  
Phone: +30 2107723023, Fax: +30 2107723025  
html://www.physics.ntua.gr

## Ηλεκτρονικά και Εργαστήριο I, ΣΕΜΦΕ 8<sup>ο</sup> Εξάμηνο 2017-2018

Επαναληπτική Εξέταση, Τρίτη 18/09/2018 12:00, Διάρκεια 2 ώρες

Διδάσκων: Θ. Αλεξόπουλος, Συνεργάτες: Δ. Ματακιάς, Π. Τζανής

### **Θέμα 1**

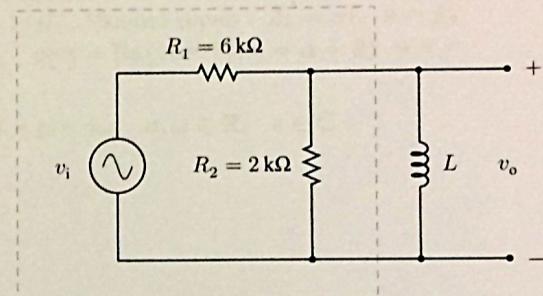
Δίνεται το κύκλωμα φίλτρου του σχήματος. Η τάση εισόδου είναι

$$v_i = \hat{v}_i \cos(\omega t)$$

- (a) Να μετασχηματίσετε το κύκλωμα με χρήση του θεωρήματος Thévenin, ώστε να προκύψει ισοδύναμο κύκλωμα με πηγή εναλλασσόμενης τάσης, ωμική αντίσταση και αυτεπαγώγη σε σειρά. Να βρεθεί η σχέση του κέρδους (μιγαδικό μέγεθος),  $A = V_L/V_i$  και του μέτρου του  $|A|$ , ως συνάρτηση της κυκλικής συχνότητας  $\omega$ . Τι είδους φίλτρο είναι αυτό;

- (b) Να βρείτε την κυκλική συχνότητα καμπής,  $\omega_b$ , ως συνάρτηση του  $L$  με βάση τη σχέση

$$\frac{V_L(\omega_b)}{V_L(\infty)} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$



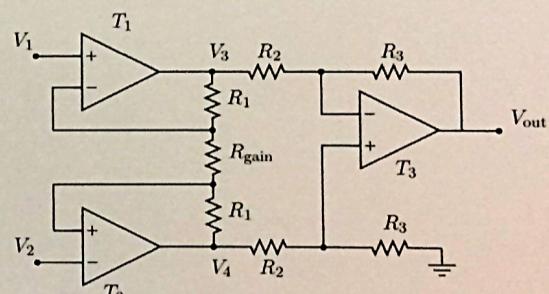
### **Θέμα 2**

Στο κύκλωμα του σχήματος δίνεται ο διαφορικός ενισχυτής οργάνων (instrumentation amplifier). Να θεωρηθεί ότι οι τελεστικοί ενισχυτές  $T_1$ ,  $T_2$  και  $T_3$  είναι ιδανικοί. Να υπολογιστούν τα ακόλουθα:

- (a) Το ρεύμα  $I_{gain}$  της αντίστασης  $R_{gain}$  ως συνάρτηση των  $V_1$ ,  $V_2$  και των αντιστάσεων.

- (b) Οι τάσεις  $V_3$  και  $V_4$  στις εξόδους των τελεστικών ενισχυτών  $T_1$  και  $T_2$  ως συνάρτηση των  $V_1$ ,  $V_2$  και των αντιστάσεων.

- (γ) Η συνάρτηση μεταφοράς του κυκλώματος,  $H = V_{out}/(V_1 - V_2)$  ως συνάρτηση των αντιστάσεων.

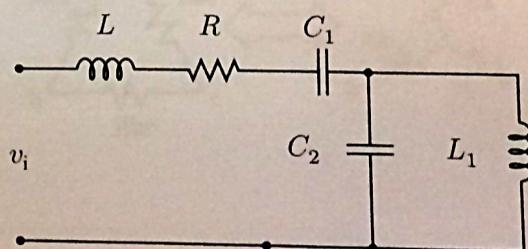


### **Θέμα 3**

Θεωρήστε το κύκλωμα του σχήματος.

- (a) Να βρείτε τη σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος.

- (β) Ποιο είναι το μέγιστο κι ελάχιστο ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα, όταν μεταβάλλουμε τη συχνότητα εισόδου  $\omega$  μιας αρμονικής τάσης εισόδου; Για ποιο σημείο πρέπει να ένοιωσε το ελάχιστο ρεύμα;

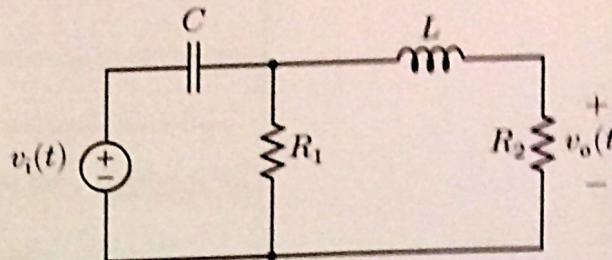


#### Θέμα 4

Με τη βοήθεια του μετασχηματισμού Laplace για το κύκλωμα του σχήματος, να βρεθεί η συνάρτηση μεταφοράς,  $H(s) = V_o(s)/V_i(s)$ , και η απόκριση σε κρουστική διέγερση,  $h(t)$ , (δηλαδή η κρουστική απόκριση του συστήματος που είναι ο αντίστροφος μετασχηματισμός Laplace της συνάρτησης μεταφοράς,  $H(s)$ ).

Δίνονται:  $R_1 = R_2 = 1 \Omega$ ,  $L = 1 \text{ H}$ ,  $C = 1 \text{ F}$ .

Υπόδειξη: Θεωρήστε τον αρνητικό πόλο της πηγής ως γειώση, δηλαδή το δυναμικό είναι μηδέν.



#### Τυπολόγιο:

**Νόμος ρευμάτων Kirchoff**: Το αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων σε έναν κόμβο είναι μηδενικό:  $\sum_{k=1}^n i_k = 0$

**Νόμος τάσεων Kirchoff**: Το αλγεβρικό άθροισμα των τάσεων σε έναν κλειστό βρόχο είναι μηδενικό:  $\sum_{k=1}^n v_k = 0$

**Ιδανικός τελεστικός ενισχυτής**: Ο ιδανικός τελεστικός ενισχυτής έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: Άπειρο κέρδος τάσης, Άπειρη αντίσταση εισόδου, Μηδενική αντίσταση εξόδου, Άπειρο εύρος ζώνης Επομένως ισχύει ότι:  $v_+ = v_-$  και  $i_+ = i_- = 0$ , όπου  $v_+$ ,  $v_-$  οι τάσεις εισόδου και  $i_+$ ,  $i_-$  τα ρεύματα εισόδου του τελεστικού ενισχυτή

**Σύνθετη αντίσταση**: Αντιστάτης:  $Z_R = R$ , Ιδανικός πυκνωτής:  $Z_C = 1/sC$ , Ιδανικό πηνίο:  $Z_L = sL$ ,  $s = j\omega$

**Φάσορες**:  $x(t) = A_m \cos(\omega t + \phi)$ ,  $A = A_m e^{j\phi}$ ,  $e^{j\phi} = \cos \phi + j \sin \phi$ ,  $x(t) = \operatorname{Re}\{A e^{j\omega t}\}$ ,  $z = \alpha + \beta j \rightarrow z = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} \angle \arctan(\beta/\alpha)$

**Μετασχηματισμοί Laplace**:  $\mathcal{L}[f(t)] \stackrel{\text{def}}{=} F(s) = \int_{0^-}^{+\infty} f(t) e^{-st} dt$ ,  $s = \sigma + j\omega$ ,  $\sigma, \omega \in \mathbb{R}$ ,  $s \in \mathbb{C}$

$f(t)$	$F(s)$
1	$1/s$
$t^n$	$n! / s^{n+1}$
$e^{kt}$	$1/(s - k)$
$\cos(kt)$	$s / (s^2 + k^2)$
$\sin(kt)$	$k / (s^2 + k^2)$

#### Μετασχηματισμοί Δ-Υ και Υ-Δ:

$$R_a = R_{ab}R_{ac}/(R_{ab} + R_{ac} + R_{bc})$$

$$R_b = R_{ab}R_{bc}/(R_{ab} + R_{ac} + R_{bc})$$

$$R_c = R_{ac}R_{bc}/(R_{ab} + R_{ac} + R_{bc})$$

$$\frac{1}{R_a} = \frac{1}{R_{ab}} + \frac{1}{R_{ac}} + \frac{1}{R_{bc}}$$

