



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών
Τομέας Μηχανολογικών Κατασκευών και Αυτομάτου Ελέγχου

2.3.27.3 Ηλεκτρικά Κυκλώματα και Συστήματα

Εξέταση Εαρινού Εξαμήνου (28^η Ιουνίου 2012)

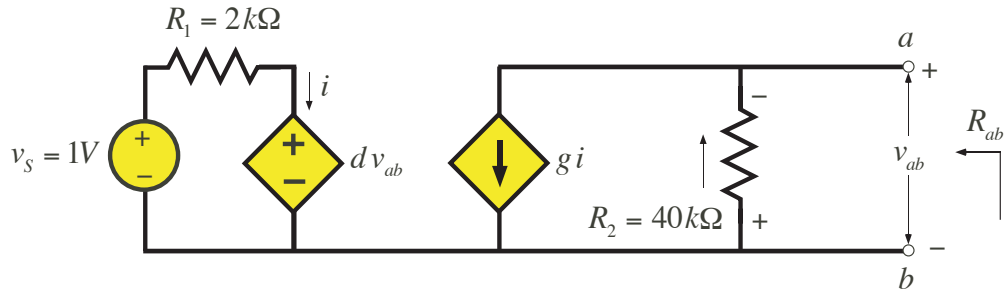
Παρατηρήσεις

- Μην ανοίξετε το παρόν πριν σας υποδειχθεί.
- Κλειστά βιβλία, μπορείτε να έχετε μαζί σας μία (1) σελίδα Α4 (διπλής όψης).
- Μπορείτε να γράψετε με μπλε στυλό διαρκείας ή μαύρο μολύβι.
- Χρησιμοποιείστε για πρόχειρο τις αριστερές σελίδες. Καθαρογράψτε στα κενά.
- Οι αριθμοί σε παρενθέσεις αντιστοιχούν στην εκατοστιαία βαρύτητα ερωτημάτων.
- Έχετε τη σπουδαστική ταυτότητα στο θρανίο.
- Διάρκεια εξέτασης 3 ώρες.
- Μη ολοκληρωμένες λύσεις θα ληφθούν υπ' όψη.
- Το παρόν επιστρέφεται.
- **Απαγορεύονται η χρήση & ύπαρξη κινητού τηλεφώνου στο θρανίο καθώς και το κάπνισμα.**
- **Καλή επιτυχία!**

Όνοματεπώνυμο		
Αριθμός Μητρώου		
Πρόβλημα 1	15	
Πρόβλημα 2	20	
Πρόβλημα 3	30	
Πρόβλημα 4	15	
Πρόβλημα 5	20	
Σύνολο	100	

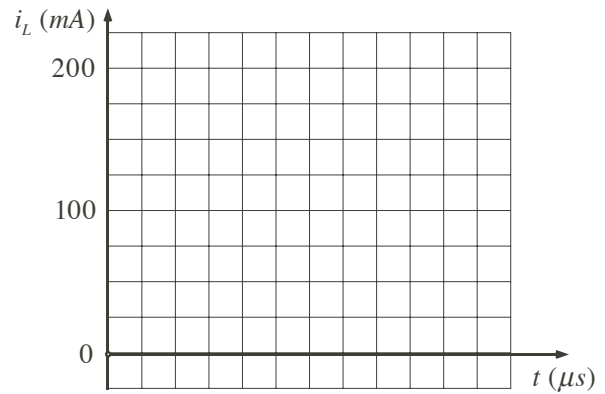
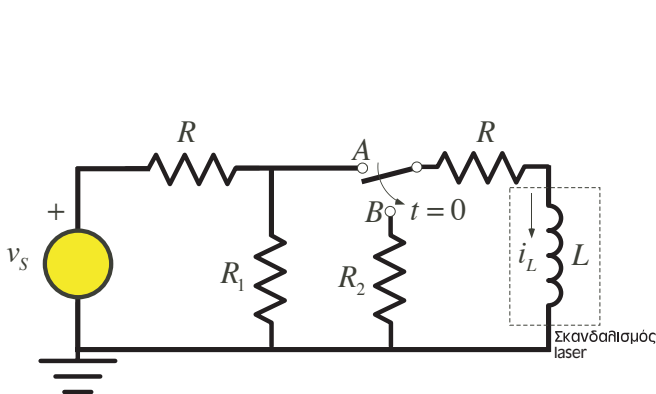
Πρόβλημα 1 (15)

Το παρακάτω σχήμα παριστάνει ένα απλοποιημένο μοντέλο ενός ενισχυτή με τρανζίστορ που περιλαμβάνει δύο εξαρτημένες πηγές, μία τάσης και μία ρεύματος. Θέλουμε η αντίσταση εξόδου R_{ab} του ενισχυτή να είναι μεγάλη, ιδανικά ίση με $50\text{ k}\Omega$. Υπολογίστε τη σταθερά του τρανζίστορ g όταν η σταθερά $d = 4 \times 10^{-4}$.
Υποδείξεις: Χρησιμοποιείτε τη γενική μορφή του θεωρήματος Thevenin. Προσοχή στο πρόσημο της v_{ab} .



Πρόβλημα 2 (20 μονάδες)

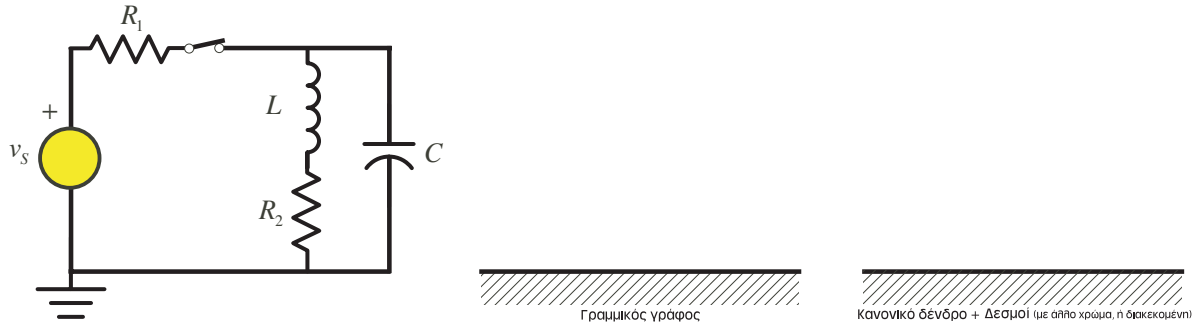
Το επόμενο σχήμα απεικονίζει το κύκλωμα σκανδαλισμού ενός laser. Για να είναι επιτυχημένος ο σκανδαλισμός, κατά την προδιαγραφή πρέπει η τιμή του ρεύματος i_L να κυμαίνεται μεταξύ 200 mA και 74 mA για χρόνο μεταξύ 0 και 200 μ s. Είναι γνωστό ότι $R = 40\Omega$, $L = 10\text{mH}$ ενώ $v_s = 20\text{V}$.



- (α) (5) Ο διακόπτης είναι στην θέση A για πολύ χρόνο. Σε χρόνο $t = 0$, ο διακόπτης μετακινείται προς τη θέση B και μένει εκεί για πολύ χρόνο. Εξηγήστε ποιοτικά το πως θα μεταβληθεί το ρεύμα i_L για χρόνο από $t = 0^-$ (λίγο πριν τη μετακίνηση του διακόπτη) έως την ηρεμία του.
- (β) (5) Τη τιμή πρέπει να έχει η αντίσταση R_1 , ώστε να ικανοποιείται η προδιαγραφή για το ρεύμα όταν ο διακόπτης είναι στη θέση A;
- (γ) (5) Σε χρόνο $t = 0$ ο διακόπτης μετακινείται στη θέση B και μένει εκεί για πολύ χρόνο. Τι τιμή πρέπει να έχει η αντίσταση R_2 , ώστε σε χρόνο 200 μ s το ρεύμα να συνεχίζει να βρίσκεται μέσα στα προδιαγεγραμμένα όρια;
- (δ) (5) Σχεδιάστε προσεκτικά την απόκριση του ρεύματος από χρόνο $t = 0^-$ έως την ηρεμία.

Πρόβλημα 3 (30)

Το κύκλωμα που ακολουθεί μοντελοποιεί προσεγγιστικά μέρος του νευρικού συστήματος ενός εντόμου (σύναψη). Η είσοδος προκαλεί παλμούς στην έξοδο v_C όταν ο διακόπτης ανοιγοκλείνει ρυθμικά.



- (α) (7) Σχεδιάστε το γράφο του κυκλώματος, το κανονικό δένδρο και τους δεσμούς (διακόπτης κλειστός).
 (β) (7) Γράψτε τις εξισώσεις όλων των στοιχείων και τις ανεξάρτητες εξισώσεις NTK και NPK.

Εξισώσεις στοιχείων	Εξισώσεις τάσης (NTK)	Εξισώσεις ρεύματος (NPK)

- (γ) (3) Ποια είναι η τάξη του κυκλώματος και ποιες οι μεταβλητές κατάστασης του συστήματος;
 (δ) (5) Δώστε τις εξισώσεις κατάστασης του συστήματος στη μητρική μορφή $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu}$.

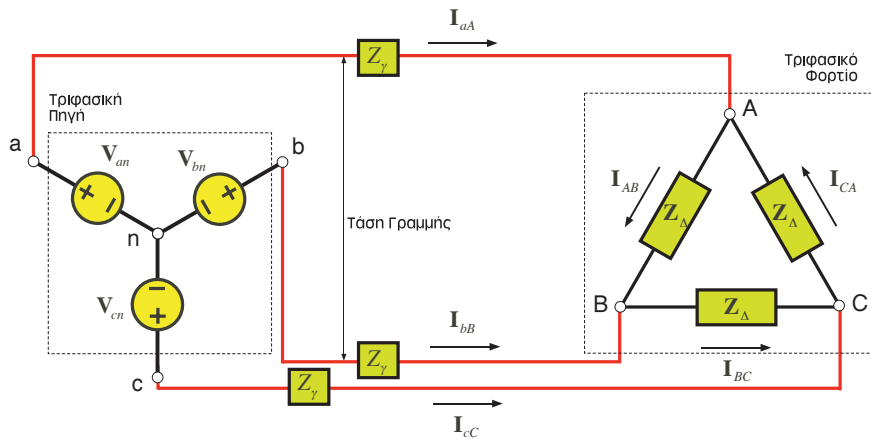
(ε) (2) Δώστε την εξίσωση εξόδου στη μητρική μορφή $\mathbf{y} = \mathbf{Cx} + \mathbf{Du}$, εάν $\mathbf{y} = v_C$.

(στ) (4) Βρείτε τον τελεστή μεταφοράς $H\{\}$ που συνδέει την έξοδο v_C με την είσοδο v_s .

(ε) (2) Γράψτε τη διαφορική εξίσωση που συνδέει την έξοδο v_C με την είσοδο v_s .

Πρόβλημα 4 (15)

Μία 3-φασική συμμετρική πηγή (ευθύ σύστημα) τροφοδοτεί ένα 3-φασικό φορτίο σε διάταξη τριγώνου. Η τάση V_{an} είναι η τάση αναφοράς ($V_{an} = V_{an} \angle 0 = 230V \angle 0$). Μετρήσεις έδειξαν ότι η σύνθετη αντίσταση του 1Φ φορτίου είναι $Z_{\Delta} = (90 + j60)\Omega$ ενώ της γραμμής είναι $Z_{\gamma} = (10 + j5)\Omega$.



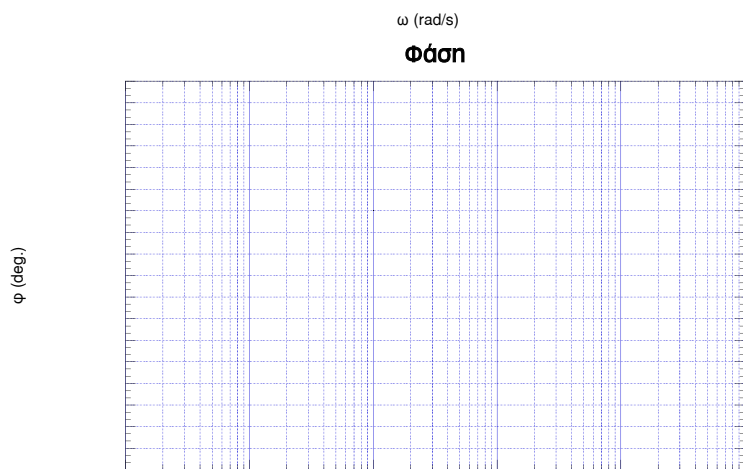
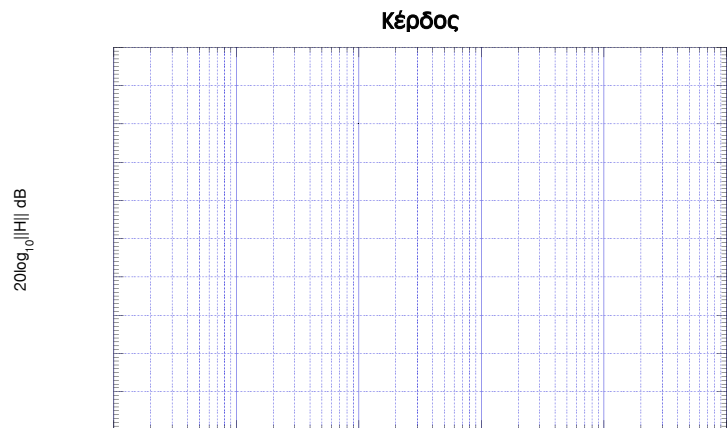
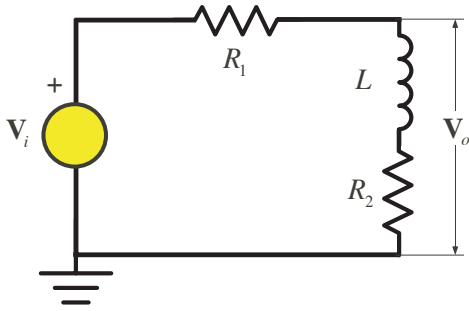
(α) (5) Βρείτε τα ρεύματα γραμμής.

(β) (5) Βρείτε τα ρεύματα και τις τάσεις φάσης του φορτίου.

(γ) (5) Υπολογίστε την πραγματική, την άεργη και τη φαινομενική ισχύ που παρέχει η 3Φ πηγή.

Πρόβλημα 5 (20)

Συμμετέχετε στην ομάδα σχεδιασμού ενός συστήματος ελέγχου και σας ανατίθεται να μελετήσετε έναν αντισταθμιστή που αποτελείται από ένα πηνίο με $L = 1H$ και δύο αντιστάσεις με $R_1 = 9\Omega$ και $R_2 = 1\Omega$.



(α) (6) Βρείτε με όποιο τρόπο θέλετε την $\mathbf{H}(j\omega) = \mathbf{V}_o(j\omega) / \mathbf{V}_i(j\omega)$ όπου $\mathbf{V}_o(j\omega)$ ο φασιδείκτης της τάσης εξόδου, $\mathbf{V}_i(j\omega)$ ο φασιδείκτης της τάσης εισόδου και ω η κυκλική συχνότητα της εισόδου. Υπόδειξη: Χρησιμοποιείστε μεθόδους της ΗΜΚ.

(β) (8) Χαράξτε τα ασυμπτωτικά διαγράμματα Bode μέτρου και γωνίας της $\mathbf{H}(j\omega)$.

(γ) (3) Για ποιες συχνότητες το πλάτος της εξόδου ισούται με αυτό της εισόδου; Για ποιες συχνότητες έχουμε εξασθένιση;

(δ) (3) Εάν η έξοδος υπολείπεται της εισόδου για κάποιες ω , ο αντισταθμιστής λέγεται *υπολειπόμενης* φάσης. Σε αντίθετη περίπτωση λέγεται *προπορευόμενης* φάσης. Τι είδους αντισταθμιστής είναι αυτός;