



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

2.3.27.3 Ηλεκτρικά Κυκλώματα και Συστήματα

Εξέταση Εαρινού Εξαμήνου (7^η Ιουλίου '08)

Παρατηρήσεις

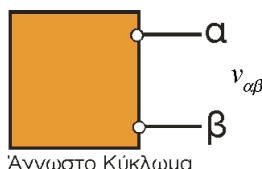
- Μην ανοίξετε το παρόν πριν σας υποδειχθεί.
- Κλειστά βιβλία, μπορείτε να έχετε μαζί σας μία (1) σελίδα Α4 (διπλής όψης).
- Μπορείτε να γράψετε με μπλε στυλό διαρκείας ή μαύρο μολύβι.
- Χρησιμοποιείτε για πρόχειρο τις αριστερές σελίδες. Καθαρογράψτε στα κενά.
- Οι αριθμοί σε παρενθέσεις αντιστοιχούν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

Όνοματεπώνυμο		
Αριθμός Μητρώου		
Πρόβλημα 1	15	
Πρόβλημα 2	25	
Πρόβλημα 3	15	
Πρόβλημα 4	20	
Πρόβλημα 5	25	
Σύνολο	100	

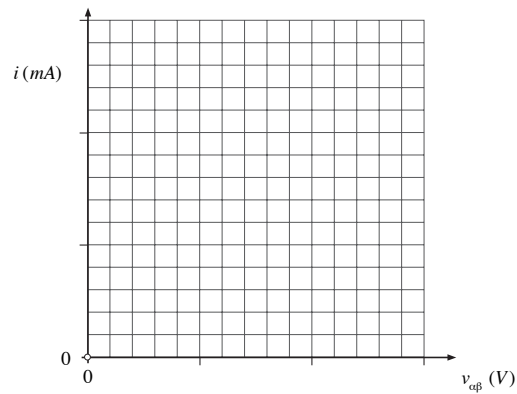
Πρόβλημα 1 (15)

Σε ένα μηχανικό δόθηκε ένα άγνωστο κύκλωμα με δύο ακροδέκτες. Αυτός επιθυμεί να διαπιστώσει εάν το κύκλωμα είναι γραμμικό και εάν είναι να υπολογίσει το ισοδύναμο κατά Thevenin. Ο μηχανικός διαθέτει μόνο ένα ιδανικό βολτόμετρο και δύο αντιστάσεις 10 kΩ και 100 kΩ που μπορούν να συνδεθούν στους ακροδέκτες α και β του κυκλώματος. Μετά από πειράματα, προέκυψαν τα ακόλουθα

Αντίσταση	Βολτόμετρο $v_{\alpha\beta}$
10 kΩ	0,5 V
100 kΩ	2,0 V
Ανοικτοκύκλωμα (αντίσταση απούσα)	3,0 V



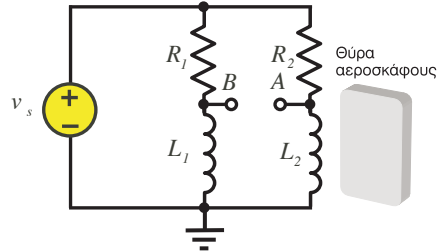
(α) (7) Σχεδιάστε το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα ως συνάρτηση της τάσης στους ακροδέκτες του. Είναι το κύκλωμα γραμμικό; Γιατί;



(β) (8) Υπολογίστε τα στοιχεία του ισοδύναμου κυκλώματος κατά Thevenin.

Πρόβλημα 2 (25 μονάδες)

Προκειμένου να γνωρίζει ο πιλότος ενός αεροπλάνου εάν οι θύρες επιβατών και αποσκευών είναι κλειστές, τοποθετούνται αισθητήρες προσέγγισης (proximity sensors). Αυτοί αποτελούνται από ένα επαγωγικό πηνίο, του οποίου η αυτεπαγωγή αλλάζει όταν βρεθεί κοντά σε μεταλλική επιφάνεια. Η αυτεπαγωγή του πηνίου του αισθητήρα συγκρίνεται με αυτή ενός πανομοιότυπου πηνίου (πηνίο αναφοράς L_1) που δεν επηρεάζεται από τη θύρα, με τη βοήθεια μίας γέφυρας, βλ. Σχ. 2. Η διαφορά τάσης $v_A - v_B = v_{AB}$ αποτελεί το σήμα που δείχνει εάν κάποια θύρα είναι ανοικτή, ή όχι.



(α) (7) Σχεδιάστε το γράφο του κυκλώματος, το κανονικό δένδρο και τους δεσμούς.

(β) (7) Γράψτε τις εξισώσεις των στοιχείων και τις ανεξάρτητες εξισώσεις τάσης (NTK) και ρεύματος (NPK).

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

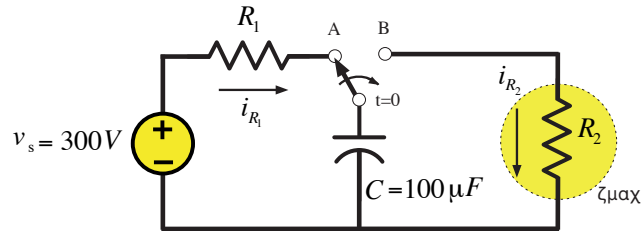
(γ) (3) Ποια είναι η τάξη του κυκλώματος και ποιες οι μεταβλητές κατάστασης του συστήματος;

(δ) (5) Δώστε την/τις εξίσωση/εξισώσεις κατάστασης του συστήματος στη μορφή $\dot{x} = Ax + Bu$.

(ε) (3) Δώστε την εξίσωση εξόδου στη μορφή $y = Cx + Du$, εάν $y = v_{AB}$.

Πρόβλημα 3 (20 μονάδες)

Το σχήμα που ακολουθεί παριστά απλοποιημένο κύκλωμα φόρτισης και εκφόρτισης φλας που τροφοδοτείται από κύκλωμα παραγωγής υψηλής τάσης 300 V.

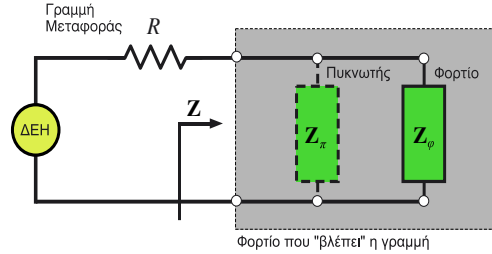


- (α) (4) Υπολογίστε την αντίσταση R_1 έτσι ώστε όταν ο διακόπτης μετακινείται στην αριστερή (θέση A) ο αφόρτιστος πυκνωτής να φορτίζεται σε 2 s.
- (β) (8) Σχεδιάστε με προσοχή το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση R_1 ως συνάρτηση του χρόνου κατά τη φόρτιση του πυκνωτή. Ποια είναι η μέγιστη ισχύς που καταναλώνεται στην αντίσταση;
- (γ) (2) Υπολογίστε την αντίσταση R_2 έτσι ώστε όταν ο διακόπτης μετακινηθεί δεξιά (θέση B), ο πυκνωτής να εκφορτισθεί 10 φορές ταχύτερα από ότι φορτίζεται.
- (δ) (4) Σχεδιάστε την απόκριση του ρεύματος που διαρρέει τη λυχνία του φλας.
- (ε) (2) Τι ονομαστική ισχύ πρέπει να έχει η λυχνία αυτή ώστε να μην καταστραφεί;

Πρόβλημα 4 (15)

Συμμετέχετε σε επιτροπή της ΔΕΗ με θέμα τη μείωση των απωλειών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Για το σκοπό αυτό, ένας συνάδελφός σας προτείνει αύξηση του $\cos\phi$ με χρήση πυκνωτών παράλληλα με το φορτίο. Αναλαμβάνετε να διερευνήσετε εάν αυτό είναι καλή ιδέα.

Θεωρείτε 3Φ φορτίο με φασική τάση $1385\angle 0^\circ$ V και πραγματική ισχύ 100 kW ανά φάση. Το ισοδύναμο κύκλωμα δίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Η ΔΕΗ διατηρεί την τάση στα άκρα του φορτίου σταθερή.



- (α) (5) Εάν το φορτίο Z_ϕ έχει $\cos\phi=0,7$ επαγωγικό, υπολογίστε το ρεύμα γραμμής I_1 (μέτρο, γωνία) καθώς και την άεργο ισχύ Q_1 .
- (β) (5) Εάν το $\cos\phi$ του φορτίου που «βλέπει» η γραμμή γίνει $\cos\phi=0,85$ επαγωγικό, (με προσθήκη πυκνωτή με Z_π) υπολογίστε το ρεύμα γραμμής I_2 (μέτρο, γωνία) και την άεργο ισχύ Q_2 .
- (γ) (5) Υπολογίστε την % αύξηση ή μείωση των απωλειών που οφείλονται στη γραμμή μεταφοράς όταν αυξηθεί το $\cos\phi$. Είχε δίκιο ο συνάδελφός σας;

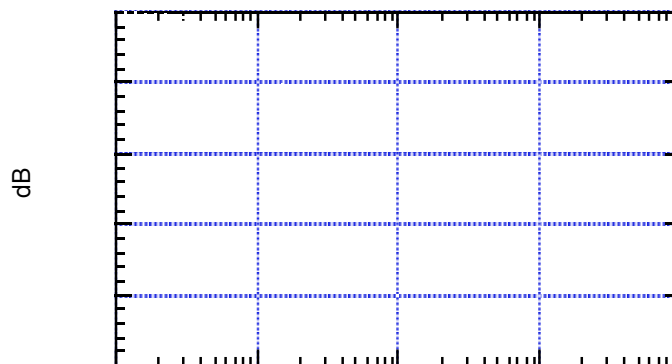
Πρόβλημα 5 (25)

Ένα κύκλωμα παράγει σήμα $v(t) = a \cos(0,01t) + b \cos(100t)$ που αποτελείται από την επαλληλία ενός σήματος χαμηλής ($\omega_1 = 0,01 \text{ rad/s}$) και ενός σήματος υψηλής συχνότητας ($\omega_2 = 100 \text{ rad/s}$). Από αυτό θέλετε να κρατήσετε μόνο το σήμα με συχνότητα ω_2 . Στο εργαστήριο διατίθεται ένα φίλτρο από την πινακίδα του οποίου προκύπτει ότι η συνάρτηση μεταφοράς είναι

$$H(s) = \frac{10s}{s^2 + 11s + 10} = \frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)}$$

(α) (7) Αναλύστε τη συνάρτηση μεταφοράς σε στοιχειώδεις όρους και υπολογίστε τις συχνότητες θλάσης του φίλτρου.

(β) (10) Σχεδιάστε το διάγραμμα μέτρου Bode που αντιστοιχεί στο φίλτρο αυτό.



(γ) (8) Τι είδους φίλτρο είναι; Είναι κατάλληλο για τη συγκεκριμένη ανάγκη; Εάν όχι, τι θα αλλάζατε στη συνάρτηση μεταφοράς για να επιτευχθεί ο στόχος;