



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

2.3.27.3 Εισαγωγή στα Ηλεκτρικά Κυκλώματα και Συστήματα

Εξέταση Εαρ νού Εξαμήνου 2006 (04 Σεπτεμβρ ου 2006)

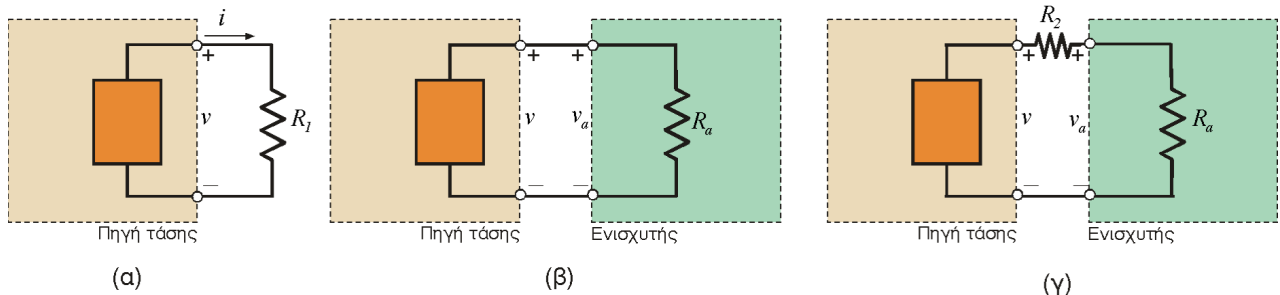
Παρατηρήσεις

- 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.
- Απαγορεύεται η χρήση & ύπαρξη κινητού τηλεφώνου στο θρανίο.
- Διάρκεια εξέτασης 3 ώρες.
- Μη ολοκληρωμένες λύσεις θα ληφθούν υπ' όψη.
- Το παρόν επιστρέφεται.
- **Καλή επιτυχία!**

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

Πρόβλημα 1 (15)

Θέλουμε να υπολογίσουμε την αντίσταση εισόδου ενός ενισχυτή (την αντίσταση όπως φαίνεται από τους ακροδέκτες εισόδου του). Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούμε ένα βολτόμετρο και μία πηγή τάσης. Μετράμε καταρχήν την πηγή με βολτόμετρο 3 ψηφίων (παρέχει 3 μόνο ψηφία μέτρησης, υποδιαστολή και πρόσημο, π.χ. -9.99 V) και μας δίνει τάση 0,20 V.



(α) (4) Συνδέουμε στα άκρα της πηγής αντίσταση $R_1 = 1,4\Omega$, βλ. Σχ. (α), και μετράμε την τάση στα άκρα της. Το βολτόμετρο δείχνει 0,14 V. Προτείνετε ένα μοντέλο $v(i)$ για την πηγή τάσης.

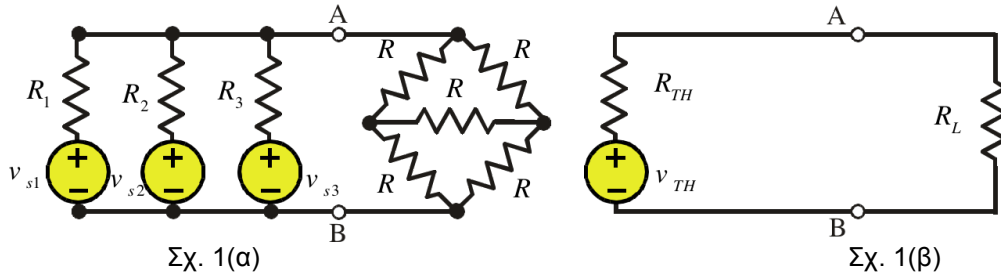
(β) (4) Η πηγή συνδέεται στη συνέχεια με τον ενισχυτή και η τάση v_a στα άκρα του είναι 0,20 V, βλ. Σχ. (β). Τι τιμή φαίνεται να έχει η αντίσταση εισόδου R_a του ενισχυτή;

(γ) (4) Μεταξύ της πηγής και του ενισχυτή παρεμβάλλεται αντίσταση $R_2 = 10k\Omega$ και επαναλαμβάνεται το προηγούμενο πείραμα, βλ. Σχ. (γ). Η τάση στα άκρα του ενισχυτή είναι τώρα $v_a = 0,12$ V. Τι τιμή φαίνεται να έχει η αντίσταση εισόδου R_a του ενισχυτή;

(δ) (3) Ποια τιμή R_a από αυτές που υπολογίσατε στα ερωτήματα (β) και (γ) είναι η σωστή; Γιατί;

Πρόβλημα 2 (20)

Τρεις πηγές συνεχούς με εσωτερικές αντιστάσεις, τροφοδοτούν ένα σύνθετο ομικό φορτίο, όπως απεικονίζεται στο σχήμα που ακολουθεί. Δίδεται: $v_{s1} = v_{s2} = 200V, v_{s3} = 150V, R_1 = R_2 = R_3 = 6\Omega, R = 15\Omega$.



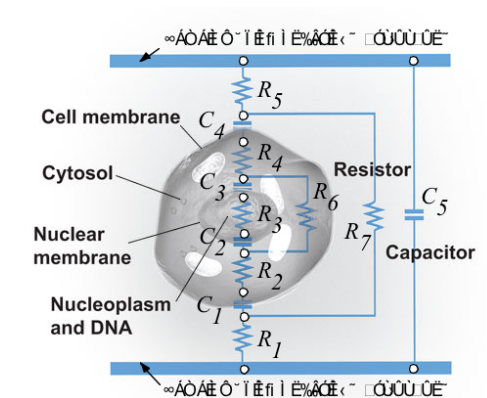
- (α) (10) Υπολογίστε το ισοδύναμο Thevenin του υποκυκλώματος αριστερά των ακροδεκτών A και B, βλ. Σχ. 1(α), έτσι ώστε να λάβετε το αριστερό υποκύκλωμα του Σχ. 1(β).

- (β) (5) Υπολογίστε το ισοδύναμο φορτίο R_L των αντιστάσεων δεξιά των ακροδεκτών A και B στο Σχ. 1(α).

- (γ) (5) Χρησιμοποιώντας το Σχ. 1(β) και τα ισοδύναμα μεγέθη που υπολογίσατε, υπολογίστε το ρεύμα και την ισχύ που απορροφά το φορτίο. **Σημείωση.** Εάν δεν μπορέσατε να λύσετε το ερώτημα (β), θεωρήστε ότι $R_L = 10\Omega$, (δεν είναι η σωστή αντίσταση).

Πρόβλημα 3 (20)

Ένα εγκεφαλικό κύτταρο μπορεί να μοντελοποιηθεί με αντιστάσεις και πυκνωτές. Η μεμβράνη του και ο πυρήνας του συμπεριφέρονται ως πυκνωτές, ενώ το υγρό που περιέχεται στη μεμβράνη του είναι αγωγίμο και μπορεί να περιγραφεί από αντιστάσεις, (IEEE Spectrum, August 2006). Προκειμένου να μελετήσουμε τη συμπεριφορά του, ενδιαφερόμαστε να καταστρώσουμε τις εξισώσεις κατάστασης που την περιγράφουν.



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

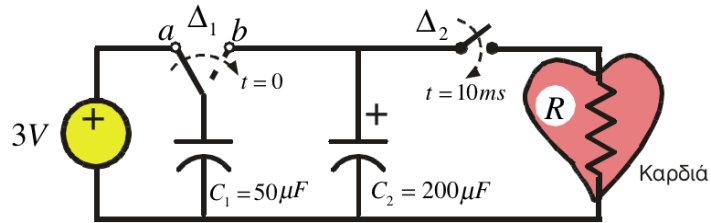
(β) (7) Γράψτε τις ανεξάρτητες εξισώσεις NTK και NPK, καθώς και τις εξισώσεις των στοιχείων.

(γ) (3) Ποια είναι η τάξη του κυκλώματος;

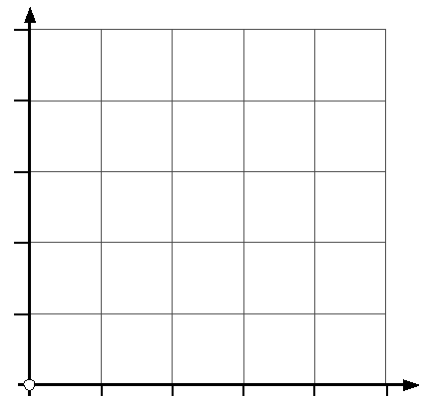
(δ) (3) Ποιές είναι οι μεταβλητές κατάστασης;

Πρόβλημα 4 (25)

Άνθρωποι με καρδιακές αρρυθμίες χρησιμοποιούν βηματοδότη. Το κύκλωμα ενός βηματοδότη παρίσταται στο σχήμα που ακολουθεί. Η καρδιά έχει αντίσταση $R = 1k\Omega$, ενώ οι αντιστάσεις των καλωδίων αμελούνται. Ο (ηλεκτρονικός) διακόπτης Δ_1 μετακινείται σε χρόνο $t_0 = 0$ από τον ακροδέκτη a στον b ενώ ο Δ_2 κλείνει σε χρόνο $t_1 = 10ms$. Σε χρόνο $t_2 = 1s$ οι δύο διακόπτες επανέρχονται στην αρχική τους θέση. Ο κύκλος επαναλαμβάνεται κάθε 1 s.

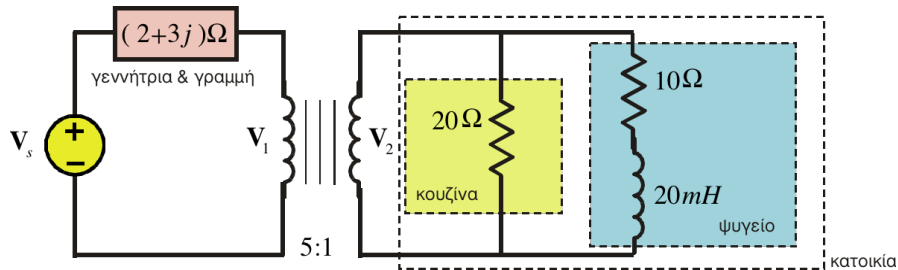


- (α) (8) Υπολογίστε την τάση v_{C_2} για τη χρονική στιγμή 0^+ , δηλαδή λίγο μετά τη μετακίνηση του Δ_1 . Ποια φυσική ποσότητα διατηρείται;
- (β) (10) Καταstrώστε τη διαφορική εξίσωση που περιγράφει την τάση στα άκρα της καρδιάς και των πυκνωτών (v_{C_2}) για χρόνο $10ms < t < 1s$. Σε πόσο χρόνο η τάση θα φθάσει στην τελική της τιμή;
- (γ) (7) Σχεδιάστε την τάση v_{C_2} για χρόνο $10ms < t < 1s$.



Πρόβλημα 5 (20)

Σε κάποια ορεινή κωμόπολη, η οικιακή κατανάλωση τροφοδοτείται από μικρό υδροηλεκτρικό έργο. Μια γεννήτρια παράγει τάση 1,15 kV, 50 Hz, ενώ ένας ιδανικός μετασχηματιστής με $N_1 : N_2 = 5 : 1 = 1 : n$ υποβιβάζει την τάση της γεννήτριας 5 φορές και τροφοδοτεί όμοιες κατοικίες. Υποθέστε ότι κάθε κατοικία χρησιμοποιεί μία ηλεκτρική κουζίνα και ένα ηλεκτρικό ψυγείο, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



- (α) (5) Υπολογίστε τη σύνθετη αντίσταση Z_2 μιας κατοικίας.
- (β) (5) Υπολογίστε τη σύνθετη αντίσταση $Z_{2,10}$ δέκα όμοιων κατοικιών. Σε τι σύνδεση βρίσκονται αυτές μεταξύ τους;
- (γ) (5) Υπολογίστε τη σύνθετη αντίσταση $Z_{1,10}$ των δέκα κατοικιών όπως φαίνονται από το πρωτεύον (υπολογίστε δηλαδή την ισοδύναμη σύνθετη αντίσταση των 10 κατοικιών $Z_{2,10}$ στο πρωτεύον).
- (γ) (5) Υπολογίστε τη χωρητικότητα ενός πυκνωτή C τέτοιου ώστε αν τοποθετηθεί παράλληλα με την αντίσταση $Z_{1,10}$, ο συντελεστής ισχύος (συνημίτονο ισχύος) του συστήματος $C - Z_{1,10}$ θα είναι 0,95.