

ΤΕΙ ΔΥΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ Τ.Ε.
ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2018-19
ΜΑΘΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ (Εξ.μ. 3)
Δευτέρα, 2 Σεπτεμβρίου 2019
 (Εισηγητής: Κώστας Φιλίππιδης - kphilippides@teiwm.gr)

Διάρκεια εξέτασης: 2 ώρες

Θέμα 1

(Μονάδες 2)

Ηλεκτρικός λαμπτήρας πυράκτωσης αναγράφει χαρακτηριστικά λειτουργίας $P = 100 \text{ W}$ και $V = 220 \text{ V}$.

1.1 Ποια είναι η ωμική του αντίσταση όταν λειτουργεί κανονικά

A) 484Ω B) $0,45 \Omega$ Γ) 22.000Ω Δ) 22Ω

1.2 Αν η τιμή της ενέργειας είναι $0,075 \text{ €/kWh}$ ποιο είναι το κόστος λειτουργίας του αν μείνει αναμμένος μια εβδομάδα

A) $0,05 \text{ €}$ B) $1,26 \text{ €}$ Γ) $7,5 \text{ €}$ Δ) $1,65 \text{ €}$

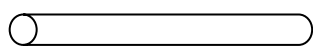
Απάντηση **1.1 A)** 484Ω $P = VI = V \frac{V}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega$

1.2 B) $1,26 \text{ €}$ κόστος = ποσότητα x τιμή μονάδας

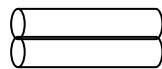
$$\text{Ποσότητα ενέργειας : } E = P \cdot t = 100 \text{ W} \cdot 7 \text{ d} \cdot \frac{24 \text{ h}}{\text{d}} = 16.800 \text{ Wh} = 16,8 \text{ kWh}$$

$$\text{Κόστος} = 16,8 \text{ kWh} \cdot 0,075 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 1,26 \text{ €}$$

1.3 Το σύρμα του σχήματος έχει αντίσταση 48Ω . Όταν το «διπλώσω» στη μέση, η τιμή της ηλεκτρικής του αντίστασης γίνεται ίση με :



$R=400 \Omega$



$R' =$

A) 24Ω

B) 48Ω

Γ) 12Ω

Δ) 96Ω

Απάντηση Γ) 12Ω

Από τον τύπο $R = \rho \frac{\ell}{S}$ βλέπουμε ότι επειδή όταν το διπλώνουμε στη μέση το μήκος γίνεται μισό $\ell' = \ell/2$

αλλά η διατομή διπλασιάζεται $S' = 2S$ η αντίσταση υποτετραπλασιάζεται.

$$R' = \rho \frac{\ell'}{S'} = \rho \frac{\ell/2}{2S} = \frac{1}{4} \rho \frac{\ell}{S} = \frac{1}{4} R = \frac{48}{4} = 12 \Omega$$

1.4 Από τη σχέση $V = L \frac{di}{dt}$ που μας δίνει την επαγωγική τάση στα άκρα ενός πηνίου όταν το ρεύμα που

το διαρρέει μεταβάλλεται, βρίσκουμε ότι η μονάδα μέτρησης του συντελεστή αυτεπαγωγής L , η οποία ονομάζεται χένρι $[L] = \text{H}$, είναι ισοδύναμη με

A) $\text{H} = \frac{\Omega \cdot \text{A}}{\text{s}}$

B) $\text{H} = \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{C}}$

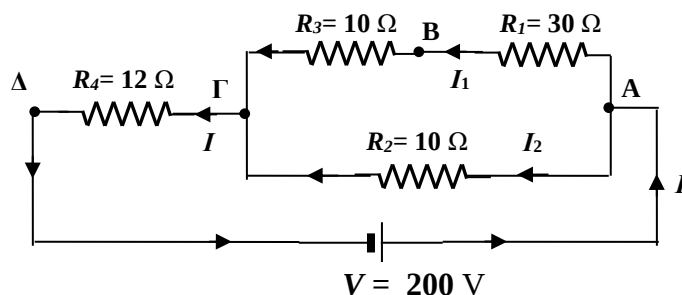
Γ) $\text{H} = \frac{\text{V} \cdot \text{A}}{\text{s}}$

Δ) $\text{H} = \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}}$

Απάντηση Δ) $\text{H} = \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}}$ $V = L \frac{di}{dt} \Rightarrow [V] = [L] \frac{[i]}{[t]} \Rightarrow [L] = \frac{[V][t]}{[i]} \Rightarrow \text{H} = \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}}$

Θέμα 2

(Μονάδες 2)



Να επιλύσετε το παραπάνω κύκλωμα για να βρείτε τα ρεύματα που διαρρέουν κάθε κλάδο και όλες τις διαφορές δυναμικού :

$$R_{ολ} = ? \quad I = ? \quad I_1 = ? \quad I_2 = ? \quad V_{AB} = ? \quad V_{BF} = ? \quad V_{AF} = ? \quad V_{\Gamma\Delta} = ?$$

Λύση

$$R_{ολ} = R_4 + R_2 \parallel (R_1 + R_3) = R_4 + \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_3 + R_2} = 12 + \frac{10(10 + 30)}{10 + 30 + 10} = 12 + 8 = 20 \, \Omega$$

$$I = \frac{V}{R_{ολ}} = \frac{200}{20} = 10 \, A$$

$$V_{\Gamma\Delta} = IR_4 = 10 \cdot 12 = 120 \, V \quad , \quad V_{AF} = V - V_{\Gamma\Delta} = 200 - 120 = 80 \, V$$

$$I_2 = \frac{V_{AF}}{R_2} = \frac{80}{10} = 8 \, A \quad I_1 = I - I_2 = 10 - 8 = 2 \, A$$

$$V_{AB} = I_1 R_1 = 2 \cdot 30 = 60 \, V \quad V_{BF} = I_1 R_3 = 2 \cdot 10 = 20 \, V$$

Επιβεβαιώνουμε

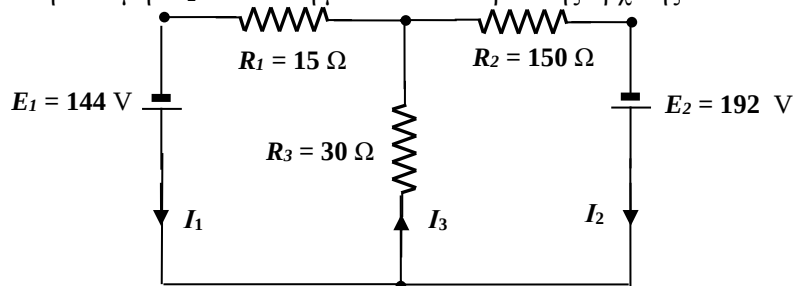
$$V = V_{AB} + V_{BF} + V_{\Gamma\Delta} \Rightarrow 200 = 60 + 20 + 120$$

Θέμα 3

(Μονάδες 2)

3.1 (1,5) Να επιλύσετε το παρακάτω κύκλωμα για να βρείτε τα ρεύματα I_1 , I_2 και I_3 χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της υπέρθεσης.

3.2 (0,5) Ποιες θα είναι οι νέες τιμές των ρευμάτων αν η πηγή E_2 αντικατασταθεί από μια πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $E'_2 = 48 \, V$ ίση με το ένα τέταρτο της αρχικής.



Λύση

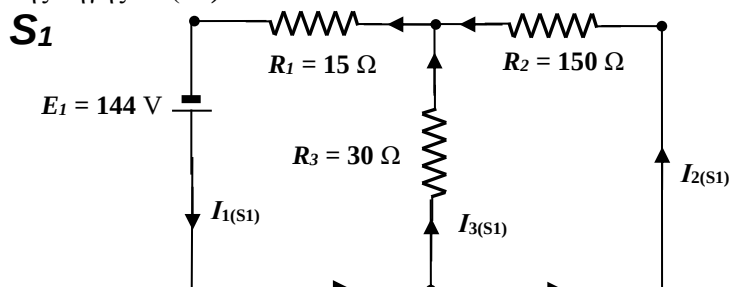
3.1 Δεν μπορεί να λυθεί με τους τύπους του συνδυασμού αντιστάσεων και πηγών και κατόπιν με εφαρμογή του νόμου του Ohm επειδή καμιά αντίσταση δεν είναι σε σειρά ή παράλληλα με καμία άλλη αλλά ούτε οι πηγές μπορούν να συνδυαστούν σε σειρά ή παράλληλα.

Μέθοδος της υπέρθεσης : Το ρεύμα που διαρρέει κάθε κλάδο θα είναι το άθροισμα των ρευμάτων που θα δημιουργούσε ή κάθε πηγή από μόνη της χωρίς να υπήρχε η άλλη.

Π.χ. $I_3 = I_{3(S1)} + I_{3(S2)}$ (αν σχεδιάσουμε τα επιμέρους ρεύματα με την ίδια φορά με το I_3)

Όμως τα ρεύματα που προκαλεί η κάθε πηγή (source) από μόνη της, μπορούν να υπολογιστούν όπως πριν από τους τύπους συνδυασμού αντιστάσεων και το νόμο του Ohm.

Ρεύματα της πηγής 1 ($S1$)



$$R_{ολ(S1)} = R_1 + R_2 \parallel R_3 = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 15 + \frac{150 \cdot 30}{150 + 30} = 40 \, \Omega$$

$$I_{1(S1)} = \frac{E_1}{R_{ολ(S1)}} = \frac{144}{40} \Rightarrow I_{1(S1)} = 3,6 \text{ A} \quad (1)$$

Από τύπο διαιρέτη ρεύματος

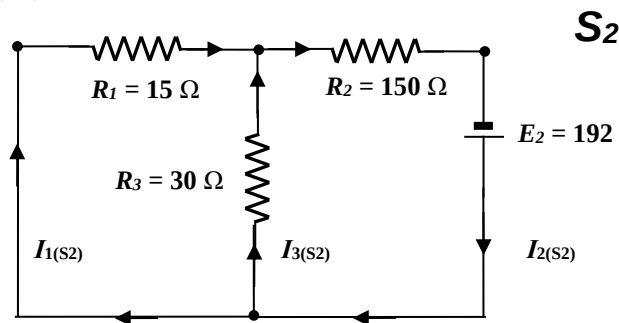
$$I_{2(S1)} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot I_{1(S1)} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot \frac{E_1}{R_{ολ(S1)}} = \frac{30}{150 + 30} \cdot 3,6 \Rightarrow I_{2(S1)} = 0,6 \text{ A} \quad (2)$$

$$I_{3(S1)} = \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot I_{1(S1)} = \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{E_1}{R_{ολ(S1)}} = \frac{150}{150 + 30} \cdot 3,6 \Rightarrow I_{3(S1)} = 3 \text{ A} \quad (3)$$

Ελέγχουμε ότι ισχύει ο κανόνας κόμβων του Kirchhoff

$$I_{1(S1)} = I_{2(S1)} + I_{3(S1)} \Rightarrow 3,6 = 0,6 + 3$$

Ρεύματα της πηγής 2 (S2)



$$R_{ολ(S2)} = R_2 + R_1 \parallel R_3 = R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = 150 + \frac{15 \cdot 30}{15 + 30} = 160 \Omega$$

$$I_{2(S2)} = \frac{E_2}{R_{ολ(S2)}} = \frac{192}{160} \Rightarrow I_{2(S2)} = 1,2 \text{ A}$$

Από τύπο διαιρέτη ρεύματος

$$I_{1(S2)} = \frac{R_3}{R_1 + R_3} I_{2(S2)} = \frac{30}{15 + 30} 1,2 \Rightarrow I_{1(S2)} = 0,8 \text{ A}$$

$$I_{3(S2)} = \frac{R_1}{R_1 + R_3} I_{2(S2)} = \frac{15}{15 + 30} 1,2 \Rightarrow I_{3(S2)} = 0,4 \text{ A}$$

Ελέγχουμε ότι ισχύει ο κανόνας κόμβων του Kirchhoff

$$I_{2(S2)} = I_{1(S2)} + I_{3(S2)} \Rightarrow 1,2 = 0,8 + 0,4$$

Οπότε τα ρεύματα που διαρρέουν τους κλάδους του κυκλώματος είναι (λαμβάνοντας υπόψη και τις φορές των βελών που έχουμε σχεδιάσει τα επιμέρους ρεύματα σε σχέση με τα I_1, I_2, I_3)

$$I_1 = I_{1(S1)} - I_{1(S2)} = 3,6 - 0,8 \Rightarrow \boxed{I_1 = 2,8 \text{ A}}$$

$$I_2 = -I_{2(S1)} + I_{2(S2)} = -0,6 + 1,2 \Rightarrow \boxed{I_2 = 0,6 \text{ A}}$$

$$I_3 = I_{3(S1)} + I_{3(S2)} = 3 + 0,4 \Rightarrow \boxed{I_3 = 3,4 \text{ A}}$$

Επιβεβαιώνουμε, για έλεγχο, ότι τα ρεύματα ικανοποιούν τον κανόνα των κόμβων :

$$I_1 + I_2 = I_3 \Rightarrow 2,8 + 0,6 = 3,4$$

3.2 Από τους τύπους (1), (2) και (3) βλέπουμε ότι τα ρεύματα που προκαλεί η πηγή S2 είναι όλα ανάλογα της ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ) της πηγής E_2 . Οπότε αν η ΗΕΔ της πηγής μειωθεί στο ένα τέταρτο, όλα τα ρεύματά της θα μειωθούν στο ένα τέταρτο.

Έτσι τα ρεύματα που διαρρέουν τους κλάδους του κυκλώματος θα γίνουν :

$$I_1 = I_{1(S1)} - \frac{I_{1(S2)}}{4} = 3,6 - 0,2 \Rightarrow \boxed{I_1 = 3,4 \text{ A}}$$

$$I_2 = -I_{2(S1)} + \frac{I_{2(S2)}}{4} = -0,6 + 0,3 \Rightarrow \boxed{I_2 = -0,3 \text{ A}}$$

$$I_3 = I_{3(S1)} + \frac{I_{3(S2)}}{4} = 3 + 0,1 \Rightarrow \boxed{I_3 = 3,1 \text{ A}}$$

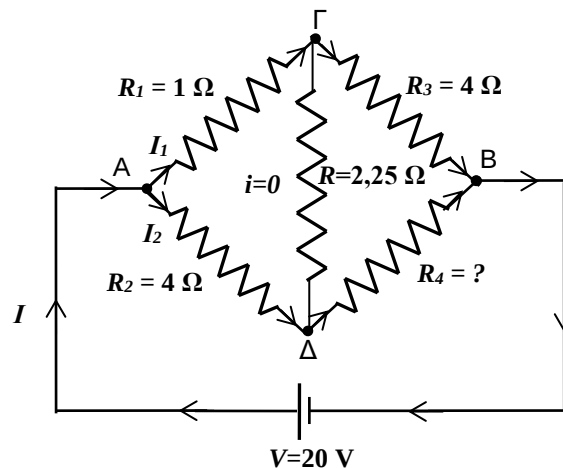
Επιβεβαιώνουμε, για έλεγχο, ότι τα ρεύματα ικανοποιούν τον κανόνα των κόμβων :

$$I_1 + I_2 = I_3 \Rightarrow 3,4 - 0,3 = 3,1$$

Αυτό είναι και το πλεονέκτημα της μεθόδου. Αν αντικαταστήσουμε κάποια πηγή δεν χρειάζεται να επιλύσουμε όλο το κύκλωμα από την αρχή.

Θέμα 4

(Μονάδες 4)



4.1 (2) Ποιά πρέπει να είναι η τιμή του αντιστάτη R_4 , ώστε ο αντιστάτης R να μην διαρρέεται από ρεύμα, $i=0$;

4.2 (2) Ποιές είναι τότε

- η τιμή του συνολικού ρεύματος I που προκαλεί η πηγή και
- οι τιμές των ρευμάτων I_1 και I_2 που διαρρέουν αντίστοιχα τον πάνω και τον κάτω κλάδο της γέφυρας Wheatstone ;

Λύση

4.1 (2) Για να μην διαρρέεται ο αντιστάτης R από ρεύμα πρέπει τα σημεία Γ και Δ να έχουν ίσο δυναμικό. Δηλαδή η πτώση τάσης από το σημείο A προς τα σημεία Γ και Δ να είναι ίδια. Οπότε έχουμε $V_{A\Gamma} = V_{A\Delta}$ (1) και άρα $V_{\Gamma B} = V_{\Delta B}$ (2)

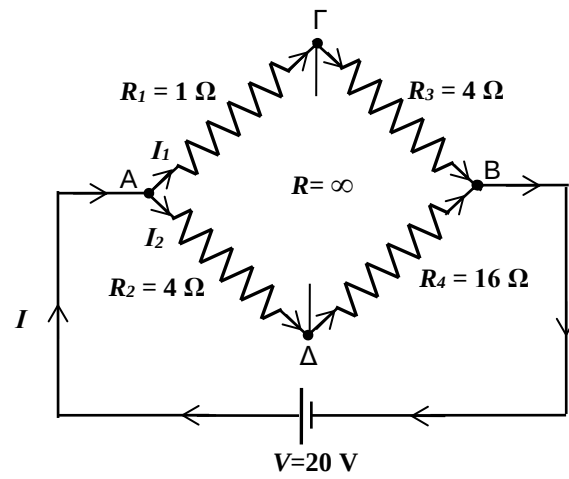
Από αυτές τις εξισώσεις και το νόμο του Ohm παίρνουμε ότι ο λόγος των αντιστάσεων είναι ο ίδιος σε κάθε κλάδο :

$$V_{\Gamma B} = V_{\Delta B} \Rightarrow I_1 R_3 = I_2 R_4 \Rightarrow \frac{V_{A\Gamma}}{R_1} R_3 = \frac{V_{A\Delta}}{R_2} R_4 \Rightarrow \boxed{\frac{R_3}{R_1} = \frac{R_4}{R_2}}$$

Όταν συμβαίνει αυτό λέμε ότι η γέφυρα ισορροπεί.

$$\text{Οπότε παίρνουμε } \frac{R_3}{R_1} = \frac{R_4}{R_2} \Rightarrow R_4 = R_2 \frac{R_3}{R_1} = 4 \cdot \frac{4}{1} \Rightarrow R_4 = 16 \Omega$$

4.2 (2) Όταν ο ενδιάμεσος κλάδος $\Gamma\Delta$ δεν διαρρέεται από ρεύμα είναι σαν να μην υπάρχει αγωγή συνδεση μεταξύ των σημείων Γ και Δ και ο κλάδος με τον αντιστάτη R μπορεί να αφαιρεθεί χωρίς να επηρεάσει το κύκλωμα. Η διάταξη είναι ισοδύναμη με το να έχει η ενδιάμεση αντίσταση R άπειρη τιμή και να μην επιτρέπει τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό μόνο όταν η γέφυρα ισορροπεί.



Τότε από τον νόμο του Ohm τα ρεύματα I_1 και I_2 είναι

$$I_1 = \frac{V_{AB}}{R_1 + R_3} = \frac{20}{1 + 4} = 4\text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V_{AB}}{R_2 + R_4} = \frac{20}{4 + 16} = 1\text{ A}$$

και το συνολικό ρεύμα που προκαλεί η πηγή είναι

$$I = I_1 + I_2 = 4 + 1 = 5\text{ A}$$