

Ηλεκτρικά Κυκλώματα Ι

Διάλεξη 03

Α. Δροσόπουλος

15-10-2025

Outline

Ηλεκτρικά Κυκλώματα

Topic

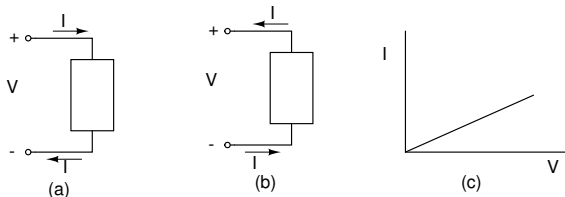
Ηλεκτρικά Κυκλώματα

Ηλεκτρικό Κύκλωμα

Ηλεκτρικό κύκλωμα είναι το σύνολο των ηλεκτρικών πηγών και στοιχείων που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο ώστε να περνάει ρεύμα από κάθε στοιχείο.

- Συμβατική φοράς ρεύματος
- Παθητικά στοιχεία
- Ενεργά στοιχεία

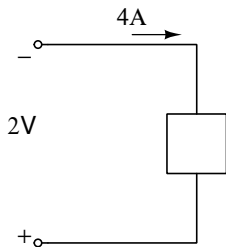
Ηλεκτρικό Κύκλωμα 2



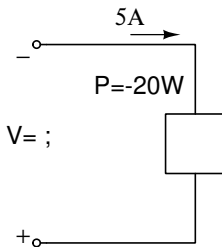
Στο (a) το ρεύμα εισέρχεται από τον θετικό ακροδέκτη και εξέρχεται από τον αρνητικό, οπότε το στοιχείο καταναλώνει ισχύ ή αλλιώς, είναι παθητικό (π.χ. αντίσταση). Στο (b) το ρεύμα εισέρχεται από τον αρνητικό ακροδέκτη και εξέρχεται από τον θετικό, οπότε το στοιχείο παράγει ισχύ ή αλλιώς, είναι ενεργητικό (π.χ. πηγή). Στο (c) το στοιχείο είναι γραμμικό. Η σχέση μεταξύ της τάσης και του ρεύματος στους ακροδέκτες του είναι γραμμική.

Ηλεκτρικό Κύκλωμα 3

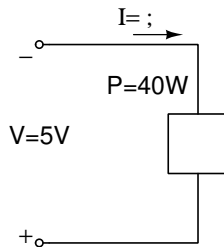
Τα παρακάτω κυκλώματα παράγουν ή καταναλώνουν ισχύ και πόση είναι η ισχύς, τάση και ρεύμα αντίστοιχα;



(α)



(β)

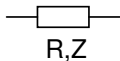


(γ)

Ηλεκτρικό Κύκλωμα 4

Τα στοιχεία που θα διαπραγματευτούμε στο μάθημα

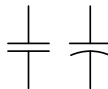
αντιστάσεις



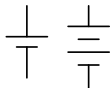
πηνιο



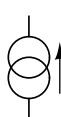
πυκνωτές



ανεξαρτητες πηγες τασης

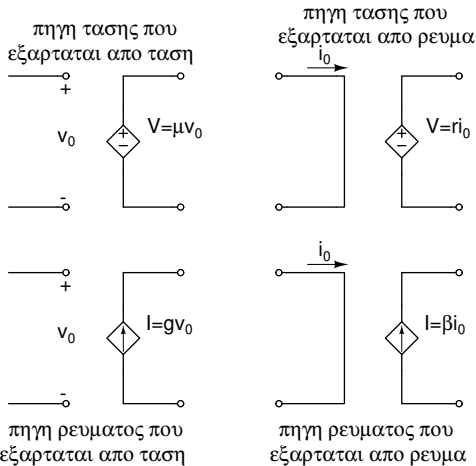


ανεξαρτητες πηγες ρευματος



Ηλεκτρικό Κύκλωμα 5

Τα στοιχεία που θα διαπραγματευτούμε στο μάθημα



Θεμελιώδεις Έννοιες (SOS)

κόμβος (node):

το σημείο διακλαδώσεως του ρεύματος σε ένα κύκλωμα ή δίκτυο

κλάδος (branch):

το τμήμα του κυκλώματος που περιέχει ένα τουλάχιστον στοιχείο και συνδέει δύο κόμβους

βρόχος (loop):

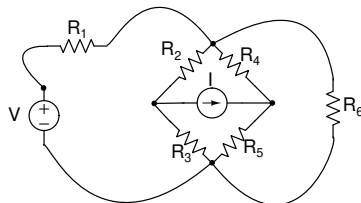
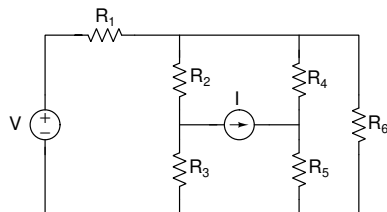
κλειστή διαδρομή σε ένα κύκλωμα που περνά από διάφορους κόμβους μια μόνο φορά

ελάχιστος βρόχος ή οφθαλμός :

ένας βρόχος που δεν περιέχει άλλο βρόχο εντός του

Θεμελιώδεις Έννοιες

Στο παρακάτω κύκλωμα διακρίνουμε 4 κόμβους και 7 κλάδους (κλαστικός ορισμός). Μερικοί δυνητικοί βρόγχοι είναι επίσης οι:
 $V - R_1 - R_2 - R_3 - V$, $V - R_1 - R_4 - R_5 - V$,
 $V - R_1 - R_2 - I - R_5 - V$ όπου περιγράφονται οι κλάδοι που σχηματίζουν τους βρόχους από τα στοιχεία που περιέχουν.



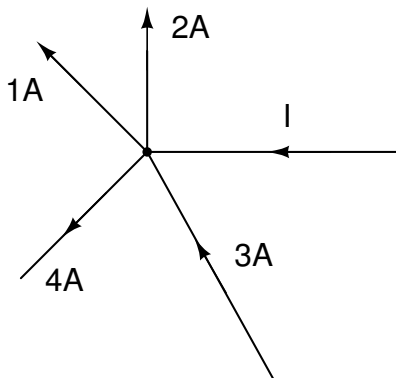
Κανόνες Kirchhoff

- Το αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων σε έναν κόμβο είναι μηδέν.
- Το αλγεβρικό άθροισμα των τάσεων σε έναν βρόχο είναι μηδέν.

$$\sum_{i=1}^N I_i = 0 \quad \text{και} \quad \sum_{i=1}^M V_i = 0$$

για N ρεύματα που ενώνονται στον ίδιο κόμβο και για M τάσεις στα άκρα ισάριθμων στοιχείων που ευρίσκονται στον ίδιο βρόχο.

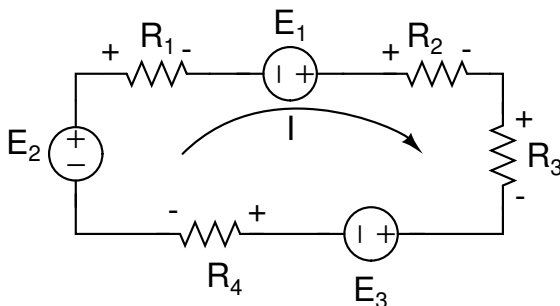
Κανόνας Ρευμάτων



Τα ρεύματα που μπαίνουν στον κόμβο τα παίρνουμε με θετικό πρόσημο και αυτά που βγαίνουν με αρνητικό.

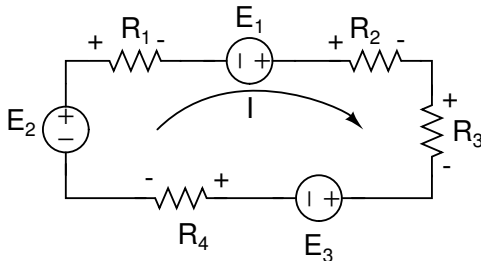
$$I + 3 - 2 - 1 - 4 = 0 \Rightarrow I = -3 + 2 + 1 + 4 = -3 + 7 = 4 \text{ A}$$

Κανόνας Τάσεων



Διαλέγουμε αυθαίρετα την φορά ρεύματος που διαρρέει τον βρόχο (συνήθως δεξιόστροφη). Οι ωμικές αντιστάσεις είναι καταναλωτικά στοιχεία επομένως θεωρούμε ότι το ρεύμα μπαίνει από τον θετικό ακροδέκτη τους. Προσοχή εδώ. Θεωρούμε ότι το ρεύμα κινείται πάντα από σημεία με υψηλό δυναμικό σε σημεία με χαμηλό δυναμικό (από το + στο -). Έτσι πάντα σε μια αντίσταση θα έχουμε μια πτώση τάσης στα άκρα της.

Κανόνας Τάσεων 2

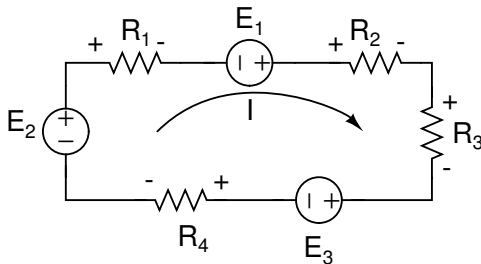


Όπως διαγράφουμε τον βρόχο δεξιόστροφα, τις πηγές τάσης που συναντάμε τις παίρνουμε σαν θετικές, αν συναντάμε πρώτα τον θετικό ακροδέκτη και αρνητικές αν συναντάμε πρώτα τον αρνητικό ακροδέκτη. Ομοίως, τις πτώσεις τάσεως στις αντιστάσεις τις παίρνουμε θετικές, αν η φορά μας είναι ίδια με τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τις αντιστάσεις και αρνητικές, αν είναι αντίθετη.

$$IR_1 - E_1 + IR_2 + IR_3 + E_3 + IR_4 - E_2 = 0 \Rightarrow$$

$$E_1 + E_2 - E_3 = I(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) = IR_{\text{ολική}}$$

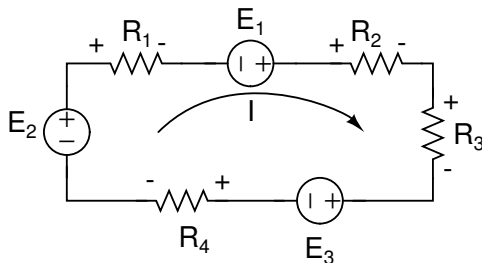
Αντιστάσεις εν σειρά



Ορίζουμε **αντιστάσεις εν σειρά** αυτές από τις οποίες περνάει το ίδιο ρεύμα και **βρίσκονται στον ίδιο κλάδο**. και μπορούν να αντικατασταθούν από μια ισοδύναμη αντίσταση με τιμή ίση με το άθροισμά τους. Γενικά, για N αντιστάσεις σε σειρά:

$$R_{\text{ολική}} = \sum_{i=1}^N R_i$$

Πηγές τάσης σε σειρά

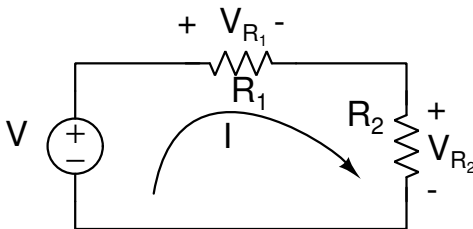


Βλέπουμε ομοίως ότι μπορούμε να αντικαταστήσουμε όλες τις πηγές τάσης με μια ισοδύναμη, **το αλγεβρικό άθροισμα των πηγών**.

$$E_{\text{ολική}} = \sum_{i=1}^N E_i$$

Διαιρέτης Τάσης

Στο παρακάτω κύκλωμα ποια είναι η τάση στις αντιστάσεις R_1 , R_2 και πόση ισχύς καταναλώνεται στην αντίσταση R_2 ;



Διαιρέτης Τάσης 2

$$V_{R_1} + V_{R_2} - V = 0 \Rightarrow V = V_{R_1} + V_{R_2} = I(R_1 + R_2) \Rightarrow I = \frac{V}{R_1 + R_2}$$

Οι τάσεις στις επιμέρους αντιστάσεις είναι τότε

$$V_{R_1} = R_1 \cdot I = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V \quad \text{και} \quad V_{R_2} = R_2 \cdot I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$

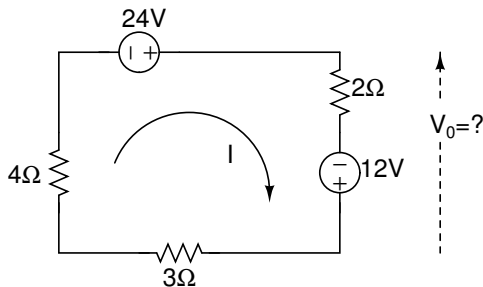
και η ισχύς που καταναλώνεται στην αντίσταση R_2 είναι

$$P_{R_2} = I V_{R_2} = \left(\frac{V}{R_1 + R_2} \right)^2 R_2$$

Το κύκλωμα αυτό εμφανίζεται τόσες πολλές φορές στην πράξη που του έχει δοθεί το όνομα **διαιρέτης τάσης**.

Άσκηση

Στο παρακάτω κύκλωμα ποια είναι η V_0 ;

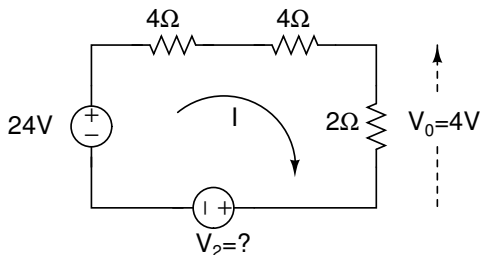


$$2I - 12 + 3I + 4I - 24 = 0 \Rightarrow 9I = 36 \Rightarrow I = 4 \text{ A}$$

$$V_0 = 2I - 12 = 8 - 12 = -4 \text{ V}$$

Άσκηση

Στο παρακάτω κύκλωμα ποια είναι η V_2 ;



$$2I = 4 \Rightarrow I = 2 \text{ A}$$

$$10I + V_2 - 24 = 0 \Rightarrow V_2 = 24 - 10I = 24 - 10 \cdot 2 = 4 \text{ V}$$