

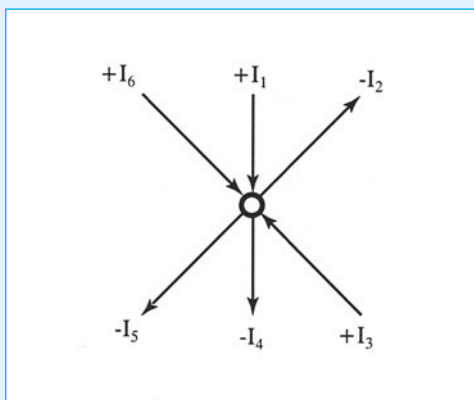
3.3. ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΚΙΡΚΩΦ

Ο πρώτος νόμος του Κίρκωφ διατυπώνεται ως εξής:

Το αλγεβρικό άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων, που συγκλίνουν σε ένα οποιοδήποτε κόμβο από όλους τους συνδεδεμένους κλάδους στον κόμβο αυτό, ισούται με το μηδέν.

$$\sum_{\kappa} I = 0$$

Με τον όρο «συγκλίνουν» εννοούμε ότι τα ρεύματα εξέρχονται από τον κόμβο ή εισέρχονται στον κόμβο. Η θετική φορά των ρευμάτων είναι όταν εισέρχονται στον κόμβο και η αρνητική φορά όταν εξέρχονται από τον κόμβο, σχήμα 3.1. Επίσης, με τον όρο «αλγεβρικό άθροισμα» εννοούμε ότι προσθέτουμε ή αφαιρούμε τα ρεύματα ανάλογα με τη φορά που έχουν από και προς τον κόμβο.



Σχήμα 3.1. Ο πρώτος νόμος του Κίρκωφ στον κόμβο Α: $+I_1 - I_2 + I_3 - I_4 - I_5 + I_6 = 0$

Στο Σχήμα 3.1, τα ρεύματα I_2 , I_4 και I_5 «εξέρχονται» από τον κόμβο Α προς τα έξω, επομένως έχουν αρνητική φορά και αρνητικό πρόσημο, ενώ τα ρεύματα I_1 , I_3 και I_6 «εισέρχονται» στον κόμβο Α, επομένως έχουν θετική φορά και θετικό πρόσημο. Έτσι, ο πρώτος νόμος του Κίρκωφ στον κόμβο Α γράφεται:

$$+I_1 - I_2 + I_3 - I_4 - I_5 + I_6 = 0$$

Ο πρώτος νόμος του Κίρκωφ ονομάζεται συχνά **νόμος ρεύματος του Κίρκωφ ή ΝΡΚ**.

Παράδειγμα 1

Γράψτε τον πρώτο νόμο του Κίρκωφ για το κύκλωμα του σχήματος 3.1. όπου $I_1=5\text{A}$, $I_2=3\text{A}$, $I_3=12\text{A}$, $I_4=11\text{A}$, $I_6=10\text{A}$. Υπολογίστε το ρεύμα I_5 .

Λύση:

$$+I_1 - I_2 + I_3 - I_4 - I_5 + I_6 = 0$$

$$I_5 = +I_1 - I_2 + I_3 - I_4 + I_6$$

$$I_5 = 5 \text{ A} - 3 \text{ A} + 12 \text{ A} - 11 \text{ A} + 10 \text{ A} = 13 \text{ A}$$

3.4. ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΚΙΡΚΩΦ

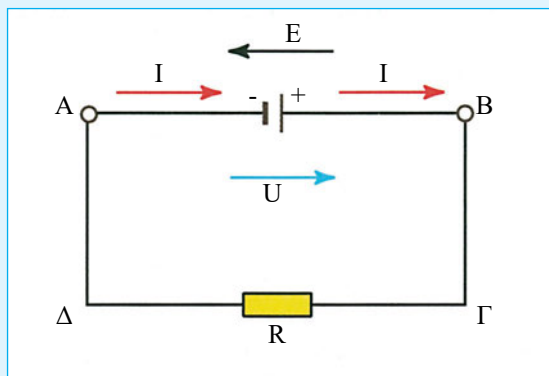
Η γενική διατύπωση του δεύτερου νόμου του Κίρκωφ είναι:

Το αλγεβρικό άθροισμα των πηγών τάσης και των πτώσεων τάσης στις αντιστάσεις σε ένα κλειστό κύκλωμα ισούται με το μηδέν.

$$\sum_{\beta} U = 0$$

Με τον όρο «αλγεβρικό άθροισμα» εννοούμε ότι προσθέτουμε ή αφαιρούμε τις τάσεις σύμφωνα με την πολικότητά τους.

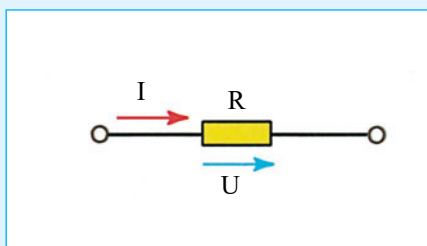
Η κίνηση των ηλεκτρονίων του ηλεκτρικού φορτίου γίνεται από το (-) στο (+), επομένως είναι ίδια με την πόλωση της πηγής και μας δίνει την **φορά της πόλωσης**. Η φορά πόλωσης της τάσης μίας πηγής είναι θετική, όταν συμβολίζεται με βέλος από τον αρνητικό πόλο προς τον θετικό πόλο. Κατά τον ίδιο τρόπο η φορά του ρεύματος είναι θετική, όταν συμβολίζεται με βέλος από τον αρνητικό πόλο της πηγής τάσης προς τον θετικό πόλο περνώντας μέσα από την πηγή. Αντιθέτως, η φορά της ηλεκτρεγερτικής δύναμης είναι θετική όταν συμβολίζεται με βέλος από τον θετικό πόλο της πηγής προς τον αρνητικό. Σχήμα 3.2.α.



Σχήμα 3.2.α. Βρόχος ηλεκτρικού κυκλώματος και φορά της πόλωσης: θετική φορά τάσης και θετική φορά ρεύματος μέσα από την πηγή από το (-) στο (+), θετική φορά ηλεκτρεγερτικής δύναμης από το (+) στο (-)

Στην ηλεκτρολογία χρησιμοποιείται η **συμβατική φορά του ρεύματος (τεχνική)**, η οποία συμβολίζεται με βέλος που ξεκινά από τον θετικό πόλο της μπαταρίας συνεχίζει στο εξωτερικό κύκλωμα και καταλήγει στον αρνητικό πόλο, δηλαδή από το (+) στο (-), Σχήμα 3.2.α.

Η φορά της πτώσης τάσης σε μία αντίσταση θεωρείται ότι είναι θετική όταν είναι ίδια με την φορά του ρεύματος, Σχήμα 3.2.β.



Σχήμα 3.2.β. Η θετική φορά της πτώσης τάσης σε μια αντίσταση συμπίπτει με τη θετική φορά του ρεύματος

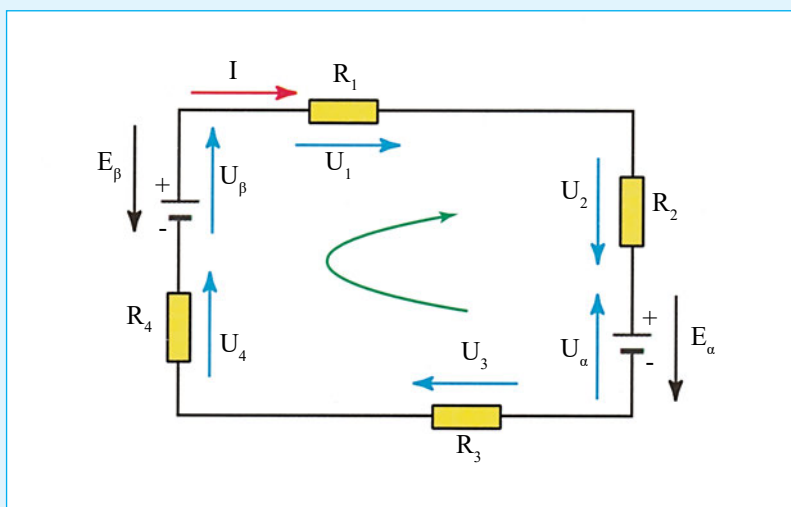
Προσοχή: Σε περίπτωση που, από τους υπολογισμούς, ένα ή περισσότερα ρεύματα ή και τάσεις προκύψουν αρνητικά, αυτό σημαίνει ότι έχουν οριστεί λάθος οι φορές τους.

Μια εξίσου συνηθισμένη διατύπωση του δεύτερου νόμου του Κίρκωφ είναι:

Το αλγεβρικό άθροισμα των πτώσεων τάσεων στις αντιστάσεις ενός κλειστού κυκλώματος ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των ηλεκτρεγερτικών δυνάμεων των πηγών τάσης, Σχήμα 3.2.

$$\sum_{\beta} R \cdot I = \sum_{\beta} E$$

Ο δεύτερος νόμος του Κίρκωφ ονομάζεται συχνά **νόμος τάσης του Κίρκωφ ή NTK**.



Σχήμα 3.2. Όλες οι πτώσεις τάσης αθροίζονται αλγεβρικά και το άθροισμά τους ισούται με το μηδέν (2ος νόμος του Κίρκωφ)

Σημείωση: Για την κατάστρωση του NTK χρησιμοποιούμε είτε πολικές τάσεις U , είτε ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις E .

Παράδειγμα 1

Γράψτε το δεύτερο νόμο του Κίρκωφ για το κύκλωμα του σχήματος 3.2. όπου $R_1 = 5 \, \Omega$, $R_2 = 3 \, \Omega$, $R_3 = 6 \, \Omega$, $R_4 = 1 \, \Omega$, $E_a = 9 \, \text{V}$, $E_b = 12 \, \text{V}$. Υπολογίστε το ρεύμα I .

Λύση:

Επιλέγουμε ως θετική φορά στο κύκλωμα την ωρολογιακή φορά. Γράφουμε τον δεύτερο νόμο του Κίρκωφ στο βρόχο του σχήματος 3.2 με μορφή:

$$\sum_{\beta} U = 0$$

$$U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_{\beta} - U_{\alpha} = 0$$

Αντικαθιστούμε: $U_{\alpha} = -E_{\alpha}$ και $U_{\beta} = -E_{\beta}$ και βρίσκουμε:

$$E_{\alpha} - E_{\beta} + U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = 0$$

Επίσης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις πτώσεις τάσης στις αντιστάσεις R_1 , R_2 , R_3 και R_4 , δηλαδή τη μορφή $\sum_{\beta} R \cdot I = \sum_{\beta} E$:

$$E_{\alpha} - E_{\beta} + R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I + R_4 \cdot I = 0$$

Από την τελευταία σχέση μπορούμε να υπολογίσουμε το ρεύμα:

$$I = -(E_{\alpha} - E_{\beta}) / (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$$

$$I = -(9V - 12V) / (5\Omega + 3\Omega + 6\Omega + 1\Omega) = 0,2A$$

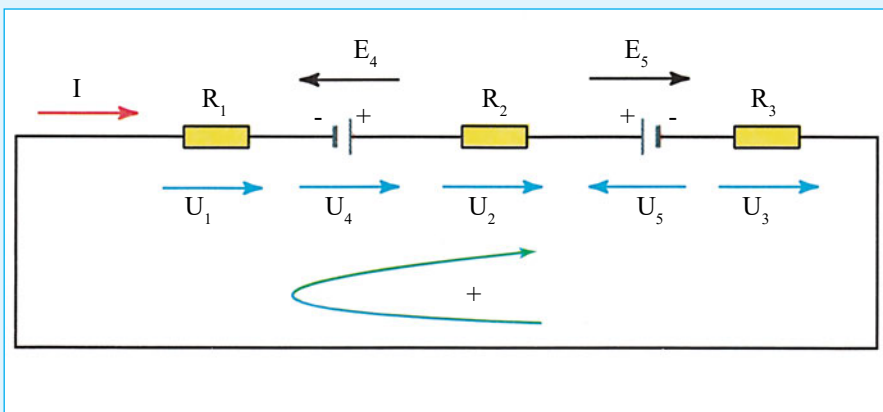
Παράδειγμα 2

Στο κύκλωμα του σχήματος 3.3 δίνονται: $I = 10mA$, $R_1 = 60\Omega$, $R_2 = 75\Omega$, $R_3 = 90\Omega$, $U_4 = 1,75V$. Υπολογίστε τη τάση U_5 .

Λύση:

Αρχικά αποφασίζουμε στο βρόχο ποία θα είναι η θετική φορά μέτρησης των τάσεων, π.χ. η ωρολογιακή. Οι τάσεις που έχουν την ίδια

φορά με τη θετική φορά του βρόχου έχουν θετικό πρόσημο. Οι τάσεις με αντίθετη φορά έχουν αρνητικό πρόσημο.



Σχήμα 3.3. Όλες οι πτώσεις τάσης αθροίζονται αλγεβρικά και το άθροισμά τους ισούται με το μηδέν (2ος νόμος του Κίρκωφ)

Γράφουμε τον δεύτερο νόμο του Κίρκωφ:

$$\sum_{\beta} U = 0$$

$$U_1 + U_4 + U_2 - U_5 + U_3 = 0$$

Επίσης μπορούμε να γράψουμε ότι:

$$\sum_{\beta} R \cdot I = E$$

$$U_1 + U_2 + U_3 = E_4 - E_5$$

$$R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I + U_4 - U_5 = 0$$

$$U_5 = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I + U_4 =$$

$$= 60\Omega \cdot 0,01\text{A} + 75\Omega \cdot 0,01\text{A} + 90\Omega \cdot 0,01\text{A} + 1,75\text{V} =$$

$$= 0,6\text{V} + 0,75\text{V} + 0,9\text{V} + 1,75\text{V} = 4\text{V}$$