ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΥΝΕΧΗ ΡΕΥΜΑΤΑ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΟΝΑΔΑ ΦΟΡΤΙΟΥ ( COULOMB) ΠΟΥ ΔΙΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΗΓΗ.**

Η ηλεκτρική πηγή **προσφέρει σε κάθε μονάδα ηλεκτρικού φορτίου** που διέρχεται από αυτή, **ενέργεια αριθμητικά ίση με την Ε** . **Ε είναι η Ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής** που αναγράφεται πάνω της Λέμε π.χ. αυτή η μπαταρία έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη 1,5 Volt. , όταν βλέπουμε την ένδειξη 1,5 V πάνω της. Αυτό σημαίνει πως σε κάθε Coulomb που διέρχεται από αυτήν καθώς το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα , προσφέρει ενέργεια ίση με 1,5 J. Να μη ξεχνάμε ότι το Volt=J/C.Θεωρούμε ότι την ηλεκτρική ενέργεια την παίρνει όταν φθάσει στον αρνητικό πόλο. Γιατί είπαμε πως θεωρούμε ότι η μονάδα θετικού φορτίου φεύγει από το θετικό πόλο και φθάνει στον αρνητικό .Μόλις φθάσει στον αρνητικό πόλο δέχεται από την πηγή ηλεκτρική ενέργεια και εκτελεί πάλι τη διαδρομή: αρνητικός πόλος-θετικός-και μετά διατρέχει το εξωτερικό κύκλωμα, περνώντας από τα στοιχεία του κυκλώματος και φθάνει πάλι στον αρνητικό πόλο, όπου επαναλαμβάνεται η διαδικασία.

Με την ηλεκτρική ενέργεια λοιπόν που δέχεται από την πηγή, **το κάθε Coulomb** πρέπει να διατρέξει όλο το ηλεκτρικό κύκλωμα μέχρι να επιστρέψει πάλι στον αρνητικό πόλο της μπαταρίας. Όταν φθάνει στον αρνητικό πόλο, έχει ξοδέψει όλη την ηλεκτρική ενέργεια που πήρε από την πηγή. Για να εξηγούμαστε: Όταν λέμε ότι έχει ξοδέψει, εννοούμε ότι η ηλεκτρική ενέργεια αυτή έχει μετατραπεί σε ενέργεια άλλων μορφών, Σίγουρα θερμότητας αλλά και σε άλλες μορφές, αν δεν έχω μόνον αντιστάτες.

**ΠΟΥ ΜΕΤΑΤΡΕΠΕΤΑΙ Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ**

**Εντός πηγής:** Όταν το φορτίο κινείται μέσα στην πηγή, πηγαίνοντας από τον αρνητικό πόλο στο θετικό, χάνει ανά μονάδα φορτίου ηλεκτρική ενέργεια ίση με : W/q=I.r. όπου Ι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και r η εσωτερική αντίσταση της πηγής. Εκεί, η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα .

**Εκτός πηγής** ( εξωτερικό κύκλωμα) :Γενικά ,η ηλεκτρική ενέργεια της μονάδας του ηλεκτρικού φορτίου που μετατρέπεται σε άλλες μορφές καθώς αυτό μετακινείται από το σημείο Α του κυκλώματος στο σημείο Β ισούται με:

W/q=(VA-VB), όπου Α και Β ( ας συμβολίσουμε την ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε άλλες μορφές με W)

Με άλλα λόγια: Η διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων του εξωτερικού κυκλώματος ισούται με την ανά μονάδα φορτίου ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε άλλες μορφές καθώς το φορτίο κινείται από το Α στο Β.

Αν το Α είναι ο θετικός πόλος της πηγής και Β ο αρνητικός πόλος, τότε αντί για VAB μπορούμε να γράψουμε Vπ, δηλαδή διαφορά δυναμικού μεταξύ των πόλων της πηγής ή τάση στους πόλους της πηγής. Τι εκφράζει λοιπόν η πολική τάση; Εκφράζει την ηλεκτρική ενέργεια του κάθε coulomb που μετατρέπεται σε άλλες μορφές στο εξωτερικό κύκλωμα.

Τι συμβαίνει όταν το φορτίο κινείται στα στοιχεία του κυκλώματος:

**Στα καλώδια** θεωρούμε ( δεν είναι απολύτως σωστό, αλλά προσεγγιστικά το δεχόμαστε) ότι δε χάνει καθόλου ηλεκτρική ενέργεια. Γι αυτό λέμε ότι το δυναμικό δεν «πέφτει» κατά μήκος των καλωδίων. Γενικά αν μεταξύ δύο σημείων δε μετατρέπεται η ηλεκτρική ενέργεια σε ενέργεια άλλης μορφής, το δυναμικό διατηρείται σταθερό. Μειώνεται, το ξαναλέμε, όταν η μονάδα του φορτίου που κινείται στο κύκλωμα χάνει μέρος της ηλεκτρικής του ενέργειας.

**Στους αντιστάτες** το κάθε coulomb χάνει ηλεκτρική ενέργεια ( η οποία βέβαια γίνεται θερμότητα) που αριθμητικά θα ισούται με το γινόμενο της έντασης που διαρρέει τον αντιστάτη επί την αντίσταση του αντιστάτη δηλαδή : W/q=V=I.R

Το V είναι η διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη, Ι είναι η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει και R είναι η αντίσταση του αντιστάτη.

**Αν μεταξύ των Α και Β παρεμβάλλεται ένας αποδέκτης**, τότε το V ( η διαφορά δυναμικού μεταξύ Α και Β ή η τάση ΑΒ που ισούται με την ενέργεια ανά μονάδα φορτίου που μετατρέπεται σε άλλες μορφές καθώς η μονάδα φορτίου διέρχεται από το Α στο Β ) θα το βρώ χρησιμοποιώντας ένα βολτόμετρο που τα άκρα του θα τα συνδέσω μα τα σημεία Α και Β ή θα πρέπει να μου δώσουν στοιχεία για τη λειτουργία του αποδέκτη ώστε να το υπολογίσω ( όχι πάντως φέτος). Το μόνο παράδειγμα αποδέκτη που θα δούμε φέτος, είναι μία ηλεκτρική πηγή που όμως συνδέεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να απορροφά ηλεκτρική ενέργεια και όχι να προσφέρει σε κάθε μονάδα φορτίου. Αυτό συμβαίνει όταν φορτίζουμε μία επαναφορτιζόμενη μπαταρία. Τότε ( μιλούμε φέτος για συνεχή ρεύματα) το ρεύμα που διαρρέει την μπαταρία που φορτίζεται πρέπει να μπαίνει στο θετικό της πόλος μπαταρίας που φορτίζω πρέπει να συνδέεται με το θετικό πόλο της ηλεκτρικής πηγής . Αν αντίθετα συνδέσω έτσι την μπαταρία ώστε το ρεύμα να μπαίνει στον αρνητικό της πόλο, αντί να φορτίσω τη μπαταρία μου θα την αδειάσω τελείως γιατί θα την μετατρέψω σε πηγή που θα δουλεύει συνεργατικά με την αρχική ηλεκτρική πηγή.

( παράγραφος προαιρετική): Στην περίπτωση πάντως που έχω αποδέκτη μία επαναφορτιζόμενη μπαταρία , τότε στα άκρα της ποια είναι η διαφορά δυναμικού; Πόση συνολικά ενέργεια ανά μονάδα φορτίου έγινε θερμότητα και χημική ενέργεια; Προφανώς Ε’+ I.r’, αν Ε’ είναι η ανά μονάδα φορτίου μετατρεπόμενη ηλεκτρική σε χημική, r’ είναι η εσωτερική αντίσταση της επαναφορτιζόμενης μπαταρίας και Ι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την επαναφορτιζόμενη μπαταρία.

Αν η Ε’ της είναι π.χ 1,5V, αυτό σημαίνει ότι απορροφά ηλεκτρική ενέργεια 1,5J ανά Coulomb και την κάνει χημική, επιπλέον όμως καθώς κινείται το φορτίο μέσα στην μπαταρία λόγω του φαινομένου Joule μετατρέπεται και ενέργεια ίση με Ι.r’ ανά coulomb.Άρα συνολικά χάνεται ανα coulomb: Ε’+Ι.r’

**ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΜΟΝΟ ΠΗΓΗ, ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΤΕΣ**

Κάθε τέτοιο κύκλωμα μπορεί να μετατραπεί σε ένα **ισοδύναμο** που περιέχει την πηγή, καλώδια και έναν αντιστάτη που όμως είναι ισοδύναμος με όλους τους αντιστάτες του κυκλώματος.

Τι εννοούμε όταν λέμε ισοδύναμο κύκλωμα: Εννοούμε ότι αν στο αρχικό κύκλωμα με τις πολύπλοκες συνδέσεις 2 ή περισσοτέρων αντιστατών αντικαταστήσουμε όλους τους εξωτερικούς αντιστάτες με έναν αυτόν που ονομάζουμε ισοδύναμο αντιστάτη και το συνδέσουμε με καλώδια με την ηλεκτρική πηγή, τότε αυτή θα διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα που διαρρέονταν και πριν, όταν είχα τους πολλούς αντιστάτες.



Δηλαδή στην παραπάνω άσκηση, η πολική τάση της πηγής είναι 60V και έχουμε τρεις αντιστάτες. Οι δύο είναι παράλληλα συνδεδεμένοι ( έχουν κοινά άκρα (τα Α και Β) και ο τρίτος διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα που διαρρέει και την πηγή. Άρα πρώτα θα αντικαταστήσουμε τους R1 και R2 με την ισοδύναμή τους αντίσταση (τύπος παράλληλης:) R1,2=$\frac{R\_{1} R\_{2}}{R\_{1 }+R\_{2}}$

Έτσι: R1,2=18/9= 2Ω και το προηγούμενο σχήμα μετατρέπεται στο επόμενο. Τώρα όμως έχουμε δύο αντιστάτες σε σειρά συνδεδεμένους και η ισοδύναμη αντίσταση των δύο ισούται με το άθροισμά τους. Δηλαδή καταλήγουμε στο τρίτο σχήμα

R3

R1,2



Και η τιμή της ισοδύναμης αντίστασης του εξωτερικού κυκλώματος ισούται με : R1,2+ R3=2+4=6Ω

Αν μας ρωτήσουν να βρούμε τα ρεύματα που διαρρέουν τους αντιστάτες, εμείς μπορούμε αμέσως να υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος που περνάει από την πηγή και φυσικά από την ισοδύναμη αντίσταση. Από τον τύπο του Ωhm για τμήμα κυκλώματος: VAB=Iπ.Rολ.εξ→Iπ=VAB/Rολ.εξ=60/6=10Α

Τώρα όμως πρέπει να βρούμε τα ρεύματα που διαρρέουν τις αντιστάσεις R1, R2, R3

Για την R3 βέβαια βλέπουμε ότι το ρεύμα που διαρρέει την R3 είναι το ρεύμα που διαρρέει την πηγή, άρα Ι3=10Α. Αλλά για τα ρεύματα που διαρρέουν τις αντιστάσεις R1 και R2

Βλέποντας στο αρχικό κύκλωμα ότι στο σημείο Α έχουμε κόμβο και εκεί διακλαδίζεται το ρεύμα σε Ι1 και Ι2 Δηλαδή ( 1ος κανόνας Ιπ=Ι1+Ι2→**10= Ι1+Ι2 (S.I)** **(1)**

Επίσης αφού οι αντιστάσεις R1και R2 έχουν κοινά άκρα, τότε VAB=I1R1

Και επίσης VAB=I2.R2 Στις δύο τελευταίες εξισώσεις τα πρώτα μέλη είναι ίσα, άρα και τα δεύτερα, άρα **I1R1= I2.R2** **δηλαδή: I13= I2.6 (S.I)****(2)**

Λύνοντας το σύστημα των δύο εξισώσεων , από τη δεύτερη έχω ότι Ι1=2Ι2 και μετά αντικαθιστώντας τη σχέση αυτή στην εξίσωση (1) έχουμε: 10-=3Ι2  →Ι2=10/3 Α και βέβαια Ι1=20/3Α

Δηλαδή στο εξωτερικό κύκλωμα θα μετατρέπεται ανά coulomb η ίδια ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας είτε έχω πολλούς αντιστάτες, είτε έχω ένα, ισοδύναμό τους.

Στο παραπάνω παράδειγμα, είτε έχω τρείς αντιστάτες είτε έναν με τιμή 6Ω, στα άκρα της πηγής η τάση είναι 60V.

Και αυτή η πολική τάση ισούται με Vπ=Ιπ.Rολ.εξ

Επομένως για το συνολικό κύκλωμα ( το κλειστό όπως το λέμε) ισχύει:

 Ε= Vπ+Ιr= Ιπ.Rολεξ,+ Ιr όπου Vπ η τάση στους πόλους της πηγής, ή πολική τάση και r η εσωτερική αντίσταση της ηλεκτρικής πηγής και Ι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

Παράδειγμα:

Στο παραπάνω σχήμα αν μου πουν ότι η πολική τάση της πηγής ισούται με 60V και : R1=3Ω, R2=6Ω, R3=8Ω, R4=7Ω, R5=3Ω και ζητήσουν ποια είναι τα ρεύματα που διαρρέουν τις αντιστάσεις και ποιο ρεύμα διαρρέει την πηγή, τότε: εδώ δε θα μας απασχολήσει το ενεργειακό ισοζύγιο του κάθε coulomb σε όλο το κύκλωμα, αλλά μόνο στο εξωτερικό κύκλωμα, αφού μου δίνουν τα στοιχεία μόνο για εξωτερικό κύκλωμα.

Δηλαδή Vπ=V=60V και αυτό σημαίνει πως 60J ανά coulomb είναι η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα πάνω στο πολύπλοκο σύστημα αντιστατών. Το πολύπλοκο όμως σύστημα μπορεί να αντικατασταθεί από ένα ισοδύναμο αντιστάτη, οπότε θα ισχύει: V=Rολεξ.Ιπ. Οπότε έτσι θα βρώ το Ιπ.

Για το Rολεξ : **Πρώτα την ισοδύναμη** των **R1,R2= R1,2=18/9=2Ω** .**Μετά** την ισοδύναμη των **R1,2 και R3: 2+8=10Ω** . Μετά την ισοδύναμη των : **R4,R5: 7+3=10Ω**. Μετά την ισοδύναμη αυτών των δύο τελευταίων που είναι συνδεδεμένες παράλληλα : **Rολ.εξ= 10.10/(10+10)=5Ω**.

Τώρα μπορώ να υπολογίσω το Ιπ: **Ιπ=V/Rολ.εξ= 60/5=12Α**

Από εκεί με το 1ο κανόνα Κιρκοφ και τον υπολογισμό της διαφοράς δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Β :

1. **Iπ=12=Ι4+Ι1+Ι2**

**( 2) VAB=I4R4+I4.R5→60=I4(7+3)→I4=6A ( προφανώς είδαμε ότι το Ι5=Ι4 αφού οι αντιστάσεις R4 και R5 είναι συνδεδεμένες σε σειρά**

Από (1) και (2) έχουμε τη σχέση **(3)**  **Ι1+Ι2= 12-6=6Α**

Για να βρούμε πόσο είναι το Ι1 και πόσο το Ι2, πάλι χρησιμοποιούμε τη σχέση από τη παράλληλη σύνδεση: (κοινά άκρα των R1 και R2) **(4) VΑΓ= I1.R1=I2.R2→I1=2I2 (αντικαταστήσαμε τις τιμές των αντιστάσεων)**

**Τώρα όμως αντικαθιστούμε στη σχέση: (3) : 2Ι2+Ι2=6→Ι2=2Α**

Και **βέβαια Ι1=4Α** και βέβαια **Ι3=6Α** ( 10ς κανόνας Κίρκοφ)

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Αν περάσει φορτίο q μεταξύ δύο σημείων που εμφανίζουν διαφορά δυναμικού VAB φορτίο q, τότε η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε άλλες μορφές ισούται με : W=q.VAB

Αν μεταξύ των Α και Β παρεμβάλλεται μόνον αντιστάτης, επειδή τότε γνωρίζω ότι

VAB= I.R, τότε η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα ισούται με : W=VAB.q=I.R.q = I2Rt και η ισχύς που ισούται με : P=W/t θα ισούται: P=I2R

ΓΕΝΙΚΑ ΟΜΩΣ η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε άλλες μορφές στη μονάδα του χρόνου μεταξύ των σημείων Α και Β του κυκλώματος πόση είναι; Δηλαδή με άλλα λόγια η ισχύς που καταναλώνεται μεταξύ των Α και Β πόση είναι;

 W=q.VAB→$\frac{W}{t}=\frac{qV\_{AB}}{t}$→P=I.VAB γιατί : Ι=q/t

Ο δεύτερος τύπος για την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνεται μεταξύ δύο σημείων του εξωτερικού κυκλώματος είναι γενικός, ο πρώτος ισχύει για την ισχύ που καταναλώνεται πάνω σε έναν αντιστάτη

Προφανώς η μονάδα της ισχύος είναι το Watt

ΤΥΠΟΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΤΗ

R=ρ$\frac{l}{s}$ που δείχνει ότι η αντίσταση ενός αντιστάτη εξαρτάται από τα κατασκευαστικά του δεδομένα ( ρ συντελεστής που εξαρτάται από το υλικό του αντιστάτη, l το μήκος του αντιστάτη και s η διατομή του αντιστάτη)Το ρ έχει μονάδες: Ω.m

Βεβαίως μπορώ να βρώ την τιμή της αντίστασης ενός αντιστάτη, αν γνωρίζω τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του και την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει : R=V/I