ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
(Π.Σ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.)

ΜΑΘΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ Ι - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 6: ΝΟΜΟΣ ΤΩΝ ΤΑΣΕΩΝ (ΒΡΟΓΧΩΝ) ΤΟΥ KIRCHHOFF ($2^{ος}$ Κ. Κ.)

ΣΚΟΠΟΣ:

1. Η κατανόηση και εφαρμογή του Νόμου των τάσεων του Kirchhoff.
2. Η εφαρμογή του νόμου των τάσεων του Kirchhoff για την επίλυση κυκλωμάτων.

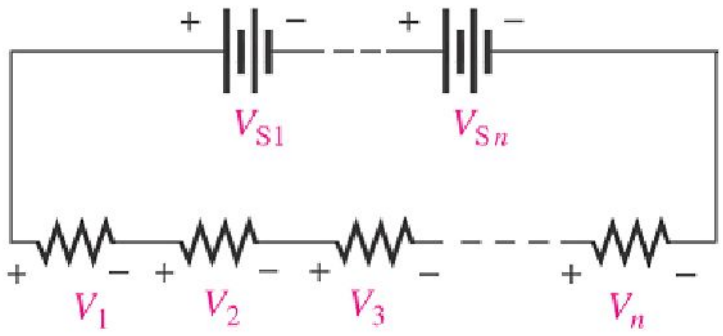
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΔΟΥΛΓΕΡΗΣ
ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΑΡΑΝΙΚΑΣ

ΛΑΡΙΣΑ 2019

ΜΕΡΟΣ Α: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ

- Ο **Νόμος των Τάσεων του Kirchhoff**, που είναι ουσιαστικά ο νόμος διατήρησης της ενέργειας, μπορεί **να διατυπωθεί με διάφορους τρόπους**, όπως φαίνεται παρακάτω:

- Το άθροισμα όλων των πτώσεων τάσης (ΣV_n) κατά μήκος μιας απλής κλειστής διαδρομής (βρόγχου) σε ένα κύκλωμα, ισούται με την ολική τάση των πηγών (ΣE_n) σε αυτήν την κλειστή διαδρομή.



Άρα: $\mathbf{\Sigma E_n = \Sigma V_n}$ **ή** $\mathbf{V_{S1} + \ldots + V_{Sn} = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_n}$

- Το αλγεβρικό άθροισμα όλων των τάσεων (ΣU_n) (πηγών τάσης και πτώσεων τάσης) κατά μήκος μιας απλής κλειστής διαδρομής (βρόγχου) σε ένα κύκλωμα είναι μηδέν. Αυτή είναι η πιο **συνηθισμένη** διατύπωση του Νόμου των τάσεων.

Άρα: $\mathbf{\Sigma U_n = 0}$ **ή** $\mathbf{V_{S1} + \ldots + V_{Sn} - V_1 - V_2 - V_3 - \ldots - V_n = 0}$

Παρατήρηση :

- Για τον καθορισμό των πρόσημων (+) ή (-) των τάσεων ορίζουμε πρώτα τη **συμβατική φορά αναφοράς του δυναμικού του βρόγχου**, δηλαδή τη γνωστή δεξιόστροφη φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού.

- Καθορίζουμε το **υψηλότερο δυναμικό** (+) και το **χαμηλότερο δυναμικό** (-) κάθε στοιχείου, δηλαδή και των πηγών τάσης και των πτώσεων τάσης.

- Για να εφαρμόσουμε τη σχέση $\mathbf{\Sigma U_n = 0}$ **, συγκρίνουμε** τη φορά από το (+) στο (-) ενιαία και για τις πηγές τάσης και για τις πτώσεις τάσης των αντιστάσεων με τη συμβατική φορά αναφοράς του βρόγχου. Αν αυτές οι φορές **συμπίπτουν**, χρησιμοποιείται στη σχέση $\mathbf{\Sigma U_n = 0}$ το πρόσημο (+), ενώ αν οι φορές **δε συμπίπτουν**, χρησιμοποιείται το πρόσημο (-).

- Σε κάθε περίπτωση η συμβατική φορά του ρεύματος I και η φορά των πτώσεων τάσης των αντιστάσεων **συμπίπτουν**, δηλαδή είναι από το (+) στο (-), ενώ αυτό διαφοροποιείται ανάλογα με τη σύνδεση για τις τάσεις των πηγών τάσης.

- **Εργαστηριακή επαλήθευση** του νόμου των τάσεων του Kirchhoff.

Για την εργαστηριακή επαλήθευση του νόμου των τάσεων του Kirchhoff σε ένα κύκλωμα, ακολουθούμε τα εξής βήματα:

Βήμα 1: Μετράμε την τιμή της **τάσης των πηγών E** και την τιμή της **πτώσης τάσης V των αντιστάσεων** ή γενικά την **τάση U** για κάθε στοιχείο (πηγές και αντιστάσεις) του κυκλώματος συνδέοντας τυχαία εν παραλλήλω ένα **ψηφιακό βολτόμετρο**. Σημειώνουμε πάντα το μέτρο (απόλυτη τιμή) της ένδειξης του βολτομέτρου.

Βήμα 2: Σημειώνουμε τη **συμβατική φορά αναφοράς του δυναμικού του βρόγχου (**φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού).

Βήμα 3: Καθορίζουμε το **υψηλότερο δυναμικό** (+) και το **χαμηλότερο δυναμικό** (-) κάθε στοιχείου, δηλαδή και των πηγών τάσης και των πτώσεων τάσης και τη **φορά της τάσης** κάθε στοιχείου.

Παρατήρηση για τη **φορά της τάσης U**:	Το **υψηλότερο δυναμικό** (+) και το **χαμηλότερο δυναμικό** (-) κάθε στοιχείου, δηλαδή και των πηγών τάσης και των πτώσεων τάσης, μπορεί να βρεθεί με τη βοήθεια του **ψηφιακού βολτομέτρου**, που έχουμε συνδέσει τυχαία εν παραλλήλω σε κάθε στοιχείο του κυκλώματος για τη μέτρηση της τιμής της τάσης U του στοιχείου:
Ένδειξη (+) **V → COM** για αντιστάσεις **V → COM** για πηγές **(ΣU_n=0)**	❖ Αν η ένδειξη του ψηφιακού βολτομέτρου είναι **θετική** (+), το δυναμικό **(+) είναι στο V και το (-) στο COM**, οπότε η φορά της τάσης για τις πτώσεις τάσης στις αντιστάσεις, αλλά και στις πηγές τάσης είναι **από το V στο COM**.
Ένδειξη (-) **COM → V** για αντιστάσεις **COM → V** για πηγές **(ΣU_n=0)**	❖ Αν η ένδειξη του ψηφιακού βολτομέτρου είναι **αρνητική** (-),το δυναμικό **(+) είναι στο COM και το (-) στο V**, οπότε η φορά της τάσης για τις πτώσεις τάσης στις αντιστάσεις, αλλά και στις πηγές τάσης είναι **από το COM στο V**.

Βήμα 4: Καθορίζουμε το πρόσημο (+) ή (-) της τάσης του στοιχείου στη σχέση $\mathbf{\Sigma U_n = 0}$, **συγκρίνοντας** τη φορά της τάσης του στοιχείου με τη φορά αναφοράς του βρόγχου. Αν αυτές οι φορές **συμπίπτουν**, χρησιμοποιείται στη σχέση $\mathbf{\Sigma U_n = 0}$ το πρόσημο (+), ενώ αν οι φορές **δε συμπίπτουν**, χρησιμοποιείται το πρόσημο (-). Στη συνέχεια **εξετάζουμε** αν επαληθεύεται αλγεβρικά η σχέση :

$$\mathbf{\Sigma U_n = 0}$$

- Τα ηλεκτρικά μεγέθη των εντάσεων ρεύματος, των πηγών τάσεων και των πτώσεων τάσεων στις αντιστάσεις ενός ηλεκτρικού κυκλώματος συνδέονται με τους νόμους των ρευμάτων και των τάσεων του Kirchhoff. Έτσι επιτρέπουν την **επίλυση του κυκλώματος**, δηλαδή τον υπολογισμό των τάσεων και των ρευμάτων του κυκλώματος, όταν δίνονται οι πηγές και οι αντιστάσεις του. Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα αποτελείται από **κλάδους**, **κόμβους** και **βρόγχους**, δηλαδή κλειστές διαδρομές μέσα στο κύκλωμα.

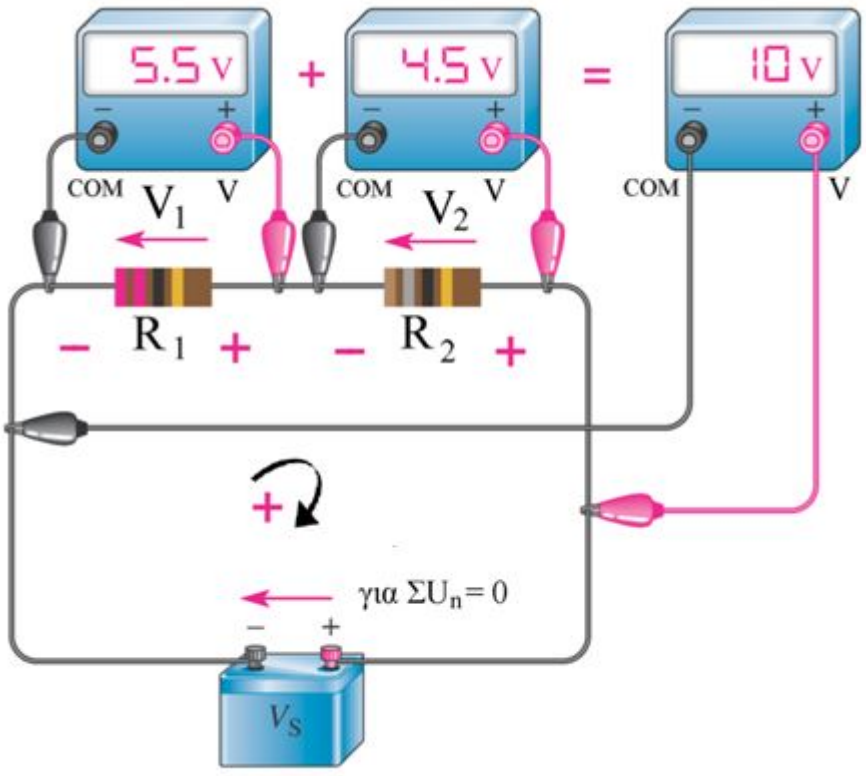
  Αν το κύκλωμα αποτελείται από (κ) κλάδους και (n) κόμβους, τότε ο **επιτρεπόμενος αριθμός εξισώσεων** για το σύστημα από κάθε νόμο του Kirchhoff, προκειμένου οι εξισώσεις του συστήματος να είναι **ανεξάρτητες** είναι:

  Νόμος των Ρευμάτων του Kirchhoff: **n-1** εξισώσεις για το σύστημα επίλυσης.

  Νόμος των τάσεων του Kirchhoff: **κ-n+1** εξισώσεις για το σύστημα επίλυσης .

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- Εργαστηριακή επαλήθευση του νόμου των τάσεων του Kirchhoff:



Βήμα 1: Σημειώνουμε τα μέτρα των ενδείξεων των βολτομέτρων, στα στοιχεία του κυκλώματος: V_1=5,5 V, V_2=4,5 V και V_s=10 V.

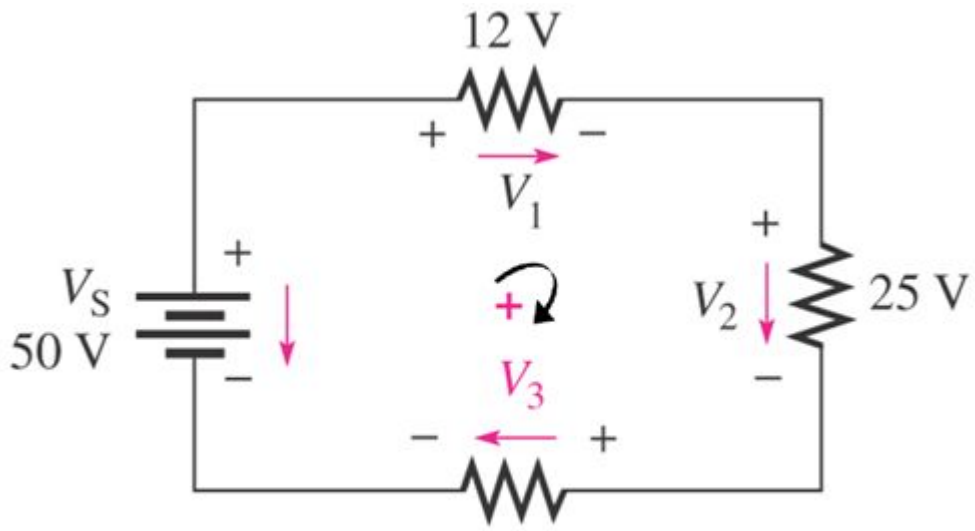
Βήμα 2: Σημειώνουμε τη συμβατική φορά αναφοράς του δυναμικού του βρόγχου (φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού).

Βήμα 3: Καθορίζουμε το υψηλότερο δυναμικό (+) και το χαμηλότερο δυναμικό (-) κάθε στοιχείου, δηλαδή και των πηγών τάσης και των πτώσεων τάσης και τη φορά της τάσης κάθε στοιχείου.

Βήμα 4: Καθορίζουμε το πρόσημο (+) ή (-) της τάσης του στοιχείου, συγκρίνοντας τη φορά της τάσης του στοιχείου με τη φορά αναφοράς του βρόγχου και εξετάζουμε αν ισχύει η σχέση $\Sigma U_n = 0$..

Εξετάζουμε δηλαδή αν επαληθεύεται η σχέση $\Sigma U_n = 0$: δηλαδή, $-V_1-V_2+V_S = -5,5-4,5+10 = 0$ V.

- Χρησιμοποιώντας την διατύπωση $\Sigma U_n = 0$ του νόμου των τάσεων του Kirchhoff, προσδιορίστε την άγνωστη πτώση τάσης V_3 στο κύκλωμα του παρακάτω σχήματος.



Από το νόμο των τάσεων του Kirchhoff, δηλαδή $\Sigma U_n = 0$, το αλγεβρικό άθροισμα όλων των τάσεων (πηγών τάσης και πτώσεων τάσης) γύρω από μια κλειστή διαδρομή είναι μηδέν.

Συγκρίνοντας τη φορά της τάσης των στοιχείων με τη φορά αναφοράς του βρόγχου, καθορίζουμε το πρόσημο (+) ή (-) της τάσης όλων των στοιχείων του κυκλώματος.

Ισχύει η σχέση: $-V_S + V_1 + V_2 + V_3 = 0$, οπότε: $V_3 = V_S - V_1 - V_2 = 50$ V - 12 V - 25 V = 13 V

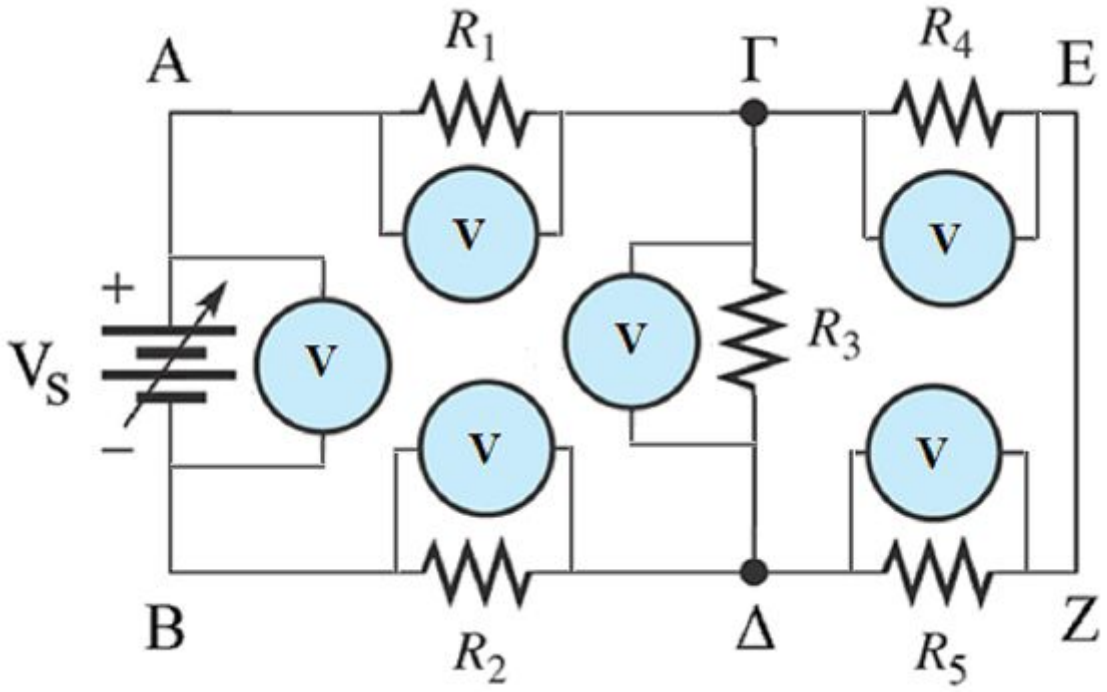
ΜΕΡΟΣ Β: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ 6

α: Διατύπωση του νόμου των τάσεων του Kirchhoff και της μεθόδου καθορισμού της φοράς των τάσεων U στο κύκλωμα

1. Διατυπώστε το νόμο των τάσεων του Kirchhoff με δυο τρόπους.
2. Διατυπώστε τη μέθοδο καθορισμού της φοράς των τάσεων (πηγών τάσης και πτώσεων τάσης) κατά μήκος μιας απλής κλειστής διαδρομής (βρόγχου) σε ένα κύκλωμα με **ψηφιακό** βολτόμετρο.
3. Διατυπώστε την άποψή σας για το αν ο καθορισμός της φοράς των τάσεων (πηγών τάσης και πτώσεων τάσης) κατά μήκος μιας απλής κλειστής διαδρομής (βρόγχου) σε ένα κύκλωμα μπορεί να γίνει και με **αναλογικό** βολτόμετρο και ποιοί είναι οι κίνδυνοι.

β: Επαλήθευση του νόμου των τάσεων του Kirchhoff

4. Σχηματίστε το κύκλωμα του παρακάτω σχήματος χωρίς τα βολτόμετρα, χρησιμοποιώντας πέντε αντιστάσεις: R_1, R_2, R_3, R_4 και R_5. Ρυθμίστε την τάση V_S της πηγής συνεχούς τάσης, ώστε V_S = 15V, χρησιμοποιώντας το βολτόμετρο της μεταβλητής πηγής.



5. Αναγνωρίστε τους (κ=3) **κλάδους** του κυκλώματος και τους **βρόγχους** ΑΓΔΒΑ, ΓΕΖΔΓ και ΑΓΕΖΔΒΑ, που σχηματίζουν, μετρήστε με το **ψηφιακό** βολτόμετρο (τυχαία σύνδεση) τις τάσεις όλων των στοιχείων, δηλαδή πηγών τάσης και αντιστάσεων, μειώνοντας διαδοχικά την κλίμακα του οργάνου (αν απαιτείται) και καθορίστε τη φορά τους.
6. Εμφανίστε τις μετρήσεις των τάσεων με μορφή διανυσμάτων στο παραπάνω σχήμα του κυκλώματος καταγράφοντας και τα πρόσημα της φοράς τους (+) και (-) και ελέγξτε, αν επαληθεύεται ο νόμος των τάσεων του Kirchhoff για τους βρόγχους ΑΓΔΒΑ, ΓΕΖΔΓ και ΑΓΕΖΔΒΑ δηλαδή:

$$\mathbf{\Sigma U_n = 0}$$

Για την εργαστηριακή επαλήθευση του νόμου των τάσεων του Kirchhoff στο κύκλωμα, ακολουθήστε τα **τέσσερα βήματα** που αναφέρθηκαν προηγουμένως στο μέρος Α της εργαστηριακής άσκησης.