

Εκπαίδευση Επιμορφωτών Β' επιπέδου Τ.Π.Ε.

Συστάδα 9: Εκπαιδευτικοί Μηχανικοί

Εκπαιδευτικό Σενάριο

**Σύνδεση αντιστάσεων παράλληλα – Ασκήσεις
από τη παράλληλη συνδεσμολογία αντιστάσεων**

Έκδοση 1η

Σεπτέμβριος 2018

Πράξη:

ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΑΞΗ
(ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ Β' ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΠΕ)

Φορείς Υλοποίησης:

Δικαιούχος φορέας:



Συμπράττων φορέας:



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ



**Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση**
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Περιεχόμενα

A: ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ	3
1.1 Γνωστικό αντικείμενο ή γνωστικά αντικείμενα	3
1.2 Τάξη ή τάξεις στις οποίες απευθύνεται	3
1.3 Διάρκεια Εφαρμογής Σεναρίου	3
B. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	3
1.4 Διδακτικοί στόχοι ή αναμενόμενα αποτελέσματα	3
1.5 Ενορχήστρωση της τάξης	4
1.6 Τεκμηρίωση του σεναρίου	4
1.7 Υλικοτεχνική υποδομή	11
Γ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	11
1.8 Πορεία διδασκαλίας	11
1.9 Πρόσθετα στοιχεία	15
Δ. Φύλλα Εργασίας	17
1.10 Φύλλο εργασίας 1	17

Ασκήσεις από τη παράλληλη συνδεσμολογία αντιστάσεων με τη χρήση του Εικονικού Εργαστηρίου Tina

Δημιουργός: Παναγιώτου Δημήτρα

Κριτική ανάλυση: Σοφία Νικητοπούλου, Αγορίτσα Γόγουλου, Στασινή Φράγκου

Επιμέλεια: Σοφία Νικητοπούλου, Αγορίτσα Γόγουλου, Στασινή Φράγκου, Κυπαρισσία Παπανικολάου

A: ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

1.1 Γνωστικό αντικείμενο ή γνωστικά αντικείμενα

Ηλεκτροτεχνία (Κυκλώματα συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος) – Εργαστηριακό μέρος

1.2 Τάξη ή τάξεις στις οποίες απευθύνεται

Ακολουθεί απόσπασμα από την ύλη και τις αντίστοιχες οδηγίες για τη διδασκαλία του μαθήματος Ηλεκτροτεχνίας (Εργαστηριακό μέρος) του Τομέα Ηλεκτρολογίας, Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού της Β' τάξης Ημερήσιου ΕΠΑ.Λ.

Κεφάλαιο 5: Ηλεκτρικό κύκλωμα – Νόμος του Ωμ (Ohm) και Κανόνες του Κίρχωφ		
Ο μαθητής/μαθήτρια να μπορεί να:	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
•Τεκμηριώνει τις θεωρητικές γνώσεις τους, από το νόμο του ΩΜ και τους κανόνες του Κίρχωφ. •Παρατηρεί, αναλύει και επιλύει ηλεκτρολογικά προβλήματα. •Συνθέτει τα στοιχεία ενός Κυκλώματος σωστά για να εκτελέσει τις μετρήσεις. •Μετράει με ακρίβεια αντιστάσεις. •Ρυθμίζει την κατανομή της τάσης και έντασης σε ένα κύκλωμα με ποτενσιόμετρο και	•Νόμος του Ωμ (OHM) •Γενικά •Ασκήσεις επαλήθευσης του νόμου •Σύνδεση αντιστάσεων σε σειρά •Γενικά •Ασκήσεις από τη συνδεσμολογία των αντιστάσεων σε σειρά •Παράλληλη συνδεσμολογία αντιστάσεων •Γενικά •Ασκήσεις με παράλληλη συνδεσμολογία αντιστάσεων •Μικτή σύνδεση αντιστάσεων •Γενικά	•Διαφάνειες με σχέδια κυκλωμάτων μετρήσεων. •Φύλλα έργων των ασκήσεων.

1.3 Διάρκεια Εφαρμογής Σεναρίου

2 Διδακτικές ώρες.

B. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

1.4 Διδακτικοί στόχοι ή αναμενόμενα αποτελέσματα

Μετά την πραγματοποίηση του σεναρίου οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- Να αναφέρουν ότι στην παράλληλη σύνδεση ο κάθε κλάδος του κυκλώματος εξακολουθεί να διαρρέεται από ρεύμα ανεξάρτητα από μια πιθανή βλάβη των εξαρτημάτων στους άλλους παράλληλους κλάδο του κυκλώματος.
- Να μετρούν, με τη βοήθεια του ΕΕΤina, το ρεύμα που περνάει από όλα τα στοιχεία ενός κυκλώματος με δύο λαμπτήρες σε παράλληλη σύνδεση.
- Να μετρούν, με τη βοήθεια του ΕΕ Tina, την αντίσταση ενός λαμπτήρα και την ολική αντίσταση δύο λαμπτήρων σε παράλληλη σύνδεση και να συγκρίνουν τις μετρήσεις.
- Να μετρούν, με τη βοήθεια του ΕΕΤina, την τάση στα άκρα κάθε αντίστασης σε κύκλωμα με αντιστάσεις συνδεδεμένες παράλληλα.
- Να αναφέρουν ότι οι τάσεις στα άκρα δύο παράλληλων αντιστάσεων είναι ίσες μεταξύ τους καθώς και με τη τάση της πηγής.
- Να αναγνωρίζουν ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης σε κύκλωμα με αντιστάσεις παράλληλα δεν επηρεάζει τη τάση στα άκρα της κάθε αντίστασης.
- Να μετρούν, με τη βοήθεια του ΕΕΤina, την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε κύκλωμα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων.
- Να αναφέρουν ότι το άθροισμα των ρευμάτων των παράλληλων κλάδων σε κύκλωμα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων, είναι ίσο με το ολικό ρεύμα της πηγής.
- Να προβλέπουν ότι σε κύκλωμα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων, η μεγαλύτερη τιμή ρεύματος θα μετρηθεί στη μικρότερη αντίσταση.
- Να αναπτύσσουν δεξιότητες στην επικοινωνία και συνεργασία με τους άλλους.

1.5 Ενορχήστρωση της τάξης

Οι μαθητές θα εργαστούν σε ομάδες των 2 ατόμων ενισχύοντας την ομαδοσυνεργατική διαδικασία. Ο εκπαιδευτικός έχει το ρόλο του συντονιστή και συμβούλου για τις ομάδες των μαθητών του. Ο ρόλος αυτός συχνά αποκαλείται «διευκολυντής» (facilitator) γιατί σκοπός είναι ο εκπαιδευτικός να μη δώσει τη σωστή απάντηση ή να πει ποιο μέλος της ομάδας έχει δίκιο αλλά να επεμβαίνει στο ελάχιστο από παιδαγωγικής απόψεως, ίσως μόνο για να επαναφέρει την ομάδα προς μία παραγωγική κατεύθυνση ή για να παρακολουθήσει ποια μέλη της ομάδας έχουν μείνει έξω από την αλληλεπίδραση με τα υπόλοιπα μέλη.

1.6 Τεκμηρίωση του σεναρίου

1.6.1 Προϋπάρχουσες γνώσεις

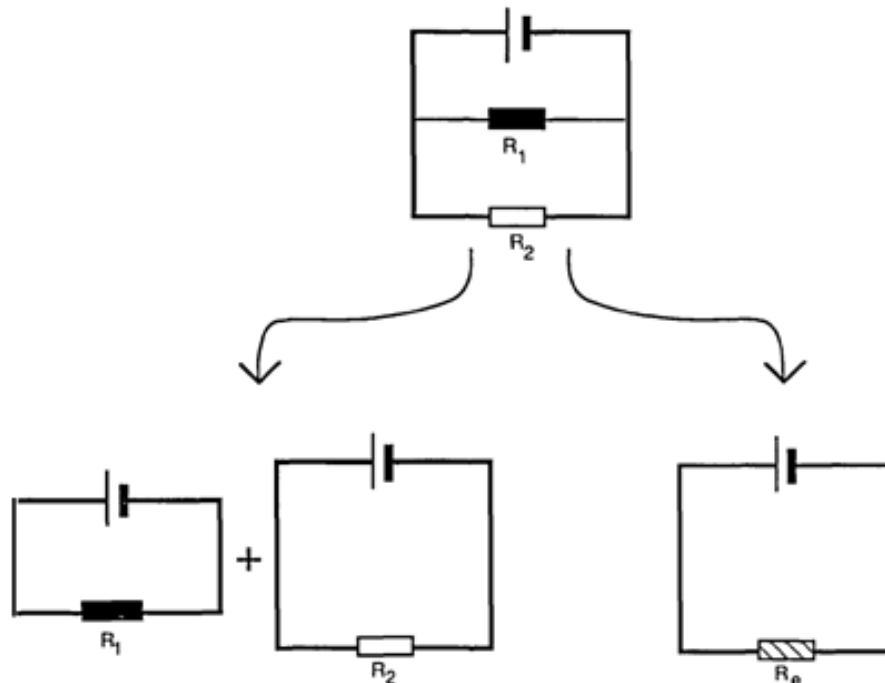
Για να πραγματοποιηθεί το συγκεκριμένο σενάριο πρέπει οι μαθητές να έχουν ήδη διδαχθεί τη σύνδεση των αντιστάσεων σε σειρά και την παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων στο θεωρητικό μέρος του μαθήματος, το νόμο του Ωμ και τα τρία βασικά ηλεκτρικά μεγέθη (της ηλεκτρικής αντίστασης, του ηλεκτρικού ρεύματος και της ηλεκτρικής τάσης) που συνδέονται με το νόμο του Ωμ. Θα πρέπει επίσης να έχουν διδαχθεί τον τρόπο σύνδεσης και τα ηλεκτρικά μεγέθη που μετρούν το αμπερόμετρο και το βολτόμετρο και να είναι εξοικειωμένοι με πολύ απλά κυκλώματα αποτελούμενα από μία ή περισσότερες καταναλώσεις, κάποιο όργανο μέτρησης και την τροφοδοσία. Οι μαθητές θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με το Tina στην κατασκευή πιο απλών κυκλωμάτων.

1.6.2 Γνωστικές παρανοήσεις για την ενότητα

Οι εκπαιδευτικοί των Φυσικών επιστημών αναγνωρίζουν το γεγονός ότι οι μαθητές έχουν τις δικές τους ιδέες για μερικά από τα φυσικά φαινόμενα και ότι αυτές οι ιδέες συχνά διαφέρουν από τις επιστημονικές. Έχουν σχεδιαστεί από διάφορους ερευνητές μία σειρά από στρατηγικές που σκοπό έχουν να γεφυρώσουν το χάσμα αυτών των ιδεών. Με αυτές τις στρατηγικές οι ιδέες των μαθητών αποκαλύπτονται, γίνονται ξεκάθαρες και εξετάζονται υπό το φως των διαφορών που υπάρχουν με τις επιστημονικές. Συνήθως αυτές οι στρατηγικές έχουν τρία βήματα: μία εισαγωγή που σκοπό έχει να αποκαλύψει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, την ανάπτυξη μιας θεωρίας στην οποία οι ερμηνείες των φαινομένων παρουσιάζονται ξεκάθαρες και ελεγμένες και μία περίοδος προσαρμογής στην οποία η καινούργια ιδέα εγκαθίσταται και χρησιμοποιείται (Gosgrove, 1995).

Επιπρόσθετα, ο ηλεκτρισμός αποτελεί ένα από τα πιο δύσκολα θέματα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Η αόρατη φύση του τον κάνει αφηρημένο θέμα διδασκαλίας. Αυτό που είναι απαραίτητο είναι, ο μαθητής ή η μαθήτρια, να αναπτύξει ένα νοητικό μοντέλο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κάνει προβλέψεις για τη συμπεριφορά βασικών ηλεκτρικών κυκλωμάτων (Carlton, 1999).

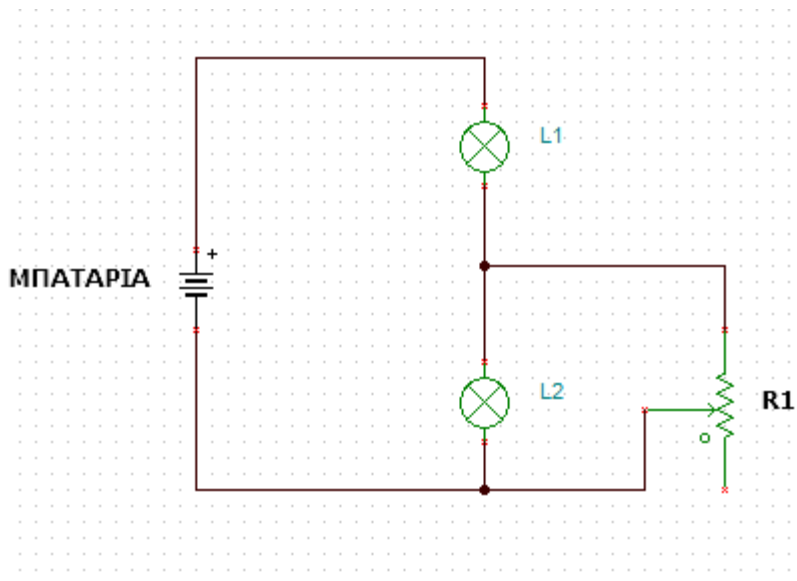
Τα αποτελέσματα της έρευνας που διεξήγαν οι Picciarelli, Di Gennaro, Stella και Conte (1991) δείχνουν ότι σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν την έννοια της παράλληλης σύνδεσης δύο αντιστάσεων. Στα περισσότερα σχολικά εγχειρίδια, το κεφάλαιο που ασχολείται με την παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων ακολουθεί μετά από το κεφάλαιο που αναφέρεται στη σύνδεση σε σειρά. Αυτό συμβαίνει γιατί θεωρείται ότι οι υπολογισμοί για την εύρεση της ισοδύναμης αντίστασης στα παράλληλα κυκλώματα είναι μία πιο δύσκολη διαδικασία και επιπλέον γιατί οι μαθητές δυσκολεύονται περισσότερο να συνδέσουν παράλληλα κυκλώματα από ότι να συνδέσουν κυκλώματα σε σειρά. Από την άλλη όμως μεριά η πλειονότητα των κυκλωμάτων που οι μαθητές έρχονται σε επαφή στην καθημερινότητά τους καθώς και οι ηλεκτρικές συσκευές που έχουμε στο σπίτι μας είναι απλά παράλληλα κυκλώματα στα οποία κάθε φορτίο (αντίσταση) συνδέεται απ' ευθείας στην πηγή τάσης. Βάσει λοιπόν της ευρείας χρήσης αυτών των κυκλωμάτων, είναι χρήσιμο οι μαθητές να μαθαίνουν τους κανόνες που ισχύουν για αυτά τα κυκλώματα. Ένα απλό παράλληλο κύκλωμα μπορεί να αντιμετωπιστεί σαν ένα πλήθος από ένθετα κυκλώματα με ένα στοιχείο τα οποία μοιράζονται την ίδια πηγή τάσης (και ίσως κάποιους αγωγούς). Αυτός ο τρόπος αντιμετώπισης των παράλληλων κυκλωμάτων (πολλά κυκλώματα με ένα στοιχείο) μπορεί να είναι πιο εύκολος για τους μαθητές από κυκλώματα με πολλές αντιστάσεις παράλληλα. Επίσης θα μπορούσαν να διδαχθούν τα παράλληλα κυκλώματα χωρίς να είναι απαραίτητο οι μαθητές να χρησιμοποιήσουν τη δύσκολη σχέση υπολογισμού της ισοδύναμης αντίστασης.



Σχήμα 1: Δύο μοντέλα για τα παράλληλα κυκλώματα που οδηγούν σε δύο μεθόδους αντιμετώπισης προβλημάτων και ασκήσεων με παράλληλες συνδέσεις

Τα ευρήματα της έρευνας των MillaretBeh (1993) πάνω στα παραπάνω ζητήματα, τους οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η τα απλά παράλληλα κυκλώματα μπορεί να είναι πιο εύκολο να διδαχθούν από τα κυκλώματα σε σειρά. Πρέπει όμως να δοθεί μεγάλη έμφαση στην τάση στα άκρα το στοιχείων που είναι συνδεδεμένα παράλληλα και στον τρόπο μέτρησης αυτής με βολτόμετρα.

OShipstone (1984), μελετώντας τις ιδέες των μαθητών για το ρεύμα στα παράλληλα κυκλώματα τους έδωσε το παρακάτω κύκλωμα (Σχ. 2) και τους έκανε ερωτήσεις πάνω στην φωτεινότητα των δύο λαμπτήρων L1 και L2 σε σχέση με την τιμή της μεταβλητής αντίστασης. Τους ζητούσε επίσης να δικαιολογήσουν την απάντησή τους. Για να λυθεί το πρόβλημα πρέπει ο μαθητής να είναι ακριβής και να υπολογίσει την επίδραση όλων των στοιχείων του προβλήματος. Λίγοι όμως μαθητές το κάνουν αυτό. Η επιστημονική λύση για αυτό το πρόβλημα είναι ότι αν η αντίσταση R1 αυξηθεί, τότε περισσότερο ρεύμα θα περάσει από την L2 λάμπα (εφόσον το ρεύμα διαλέγει πάντοτε τον πιο εύκολο δρόμο) και έτσι θα αυξηθεί η φωτεινότητά της. Όμως ταυτόχρονα η αύξηση της R1 αυξάνει την ισοδύναμη αντίσταση όλου του κυκλώματος με αποτέλεσμα το ρεύμα που διαρρέει την L1 λάμπα να μειωθεί και να μειωθεί επίσης και η φωτεινότητά της.



Σχήμα 2: Η φωτεινότητα των δύο λαμπτήρων σε σχέση με την τιμή της αντίστασης $R1$

Αν εφαρμοστεί όμως στο κύκλωμα το μοντέλο της διαδοχής¹ η φωτεινότητα της $L2$ δεν αλλάζει, εφόσον το ρεύμα που τη διαρρέει έχει ήδη μοιραστεί προς τη λάμπα και την R αντίσταση πριν από το σημείο αλλαγής. Το συμπέρασμα αυτό απέχει πολύ από το ορθά τεκμηριωμένο επιστημονικό μοντέλο.

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν πολλές δυσκολίες σε σχέση με την έννοια της αντίστασης σε απλά κυκλώματα. Οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν την έννοια της αντίστασης για διάφορους ανεξάρτητους μεταξύ τους λόγους (Liegeois&Mullet, 2002). Συγκεκριμένα πολλοί μαθητές αντιμετωπίζουν την αντίσταση σαν ένα «εμπόδιο» στη ροή του ρεύματος και όχι σαν ένα εξάρτημα που είναι καταναλωτής (παθητικό στοιχείο). Αυτή η περιγραφή είναι αποτελεσματική για τη σύνδεση αντιστάσεων σε σειρά στην οποία η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος αυξάνει με την προσθήκη περισσότερων αντιστάσεων (εμποδίων), αλλά δεν είναι αποτελεσματική για την παράλληλη σύνδεση. Αποτελεί λοιπόν έκπληξη για τους μαθητές το γεγονός ότι η ισοδύναμη αντίσταση μειώνεται ανάλογα με όσες περισσότερες αντιστάσεις (εμπόδια) συνδέονται παράλληλα (Cohen et al., 1983).

Επιπλέον σύμφωνα με τους McDermott και Shaffer (1992) οι μαθητές συχνά εστιάζουν στον αριθμό των αντιστάσεων-λαμπτήρων που συνδέονται και όχι στον τρόπο που συνδέονται σε ένα κύκλωμα. Υποστηρίζουν δηλαδή ότι αν δύο πανομοιότυποι λαμπτήρες είναι συνδεδεμένοι σε ένα κύκλωμα με μια μπαταρία, το αποτέλεσμα είναι το ίδιο ανεξάρτητα από το αν είναι συνδεδεμένοι

¹**Μοντέλο διαδοχής:** οι μαθητές πιστεύουν ότι καθώς το ρεύμα διαρρέει ένα κύκλωμα οι διάφορες αλλαγές συμβαίνουν διαδοχικά και σύμφωνα με την κατεύθυνση ροής του ρεύματος. Πιστεύουν δηλαδή ότι η θέση ενός εξαρτήματος σε ένα κύκλωμα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη λειτουργία του.

σε σειρά ή παράλληλα. Κατά αυτό τον τρόπο δεν συνυπολογίζουν την επίδραση της ισοδύναμης αντίστασης στο κύκλωμα που είναι διαφορετική για τους δύο τύπους κυκλωμάτων.

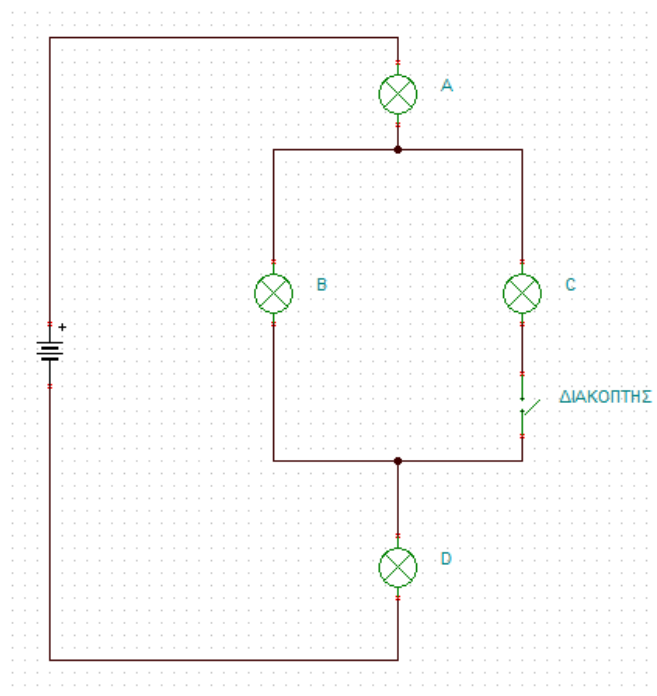
Οι μαθητές που κάνουν το παραπάνω λάθος, συχνά δυσκολεύονται στο να κάνουν τη διάκριση μεταξύ ισοδύναμης αντίστασης και της αντίστασης ενός στοιχείου του κυκλώματος. Οι μαθητές που εστιάζουν στον αριθμό των στοιχείων που απαρτίζουν ένα κύκλωμα και δεν λαμβάνουν υπόψη τους τον τρόπο σύνδεσης των στοιχείων αυτών, θεωρούν ότι η αύξηση των στοιχείων (αντιστάσεων) σε ένα κύκλωμα σημαίνει ότι θα αυξηθεί και η ισοδύναμη αντίσταση. Αυτό οδηγεί, από τη μία μεριά, στο να μπορούν να χρησιμοποιήσουν την αλγεβρική σχέση για τον υπολογισμό της ισοδύναμης αντίστασης στα παράλληλα κυκλώματα αλλά να μη μπορούν από την άλλη να κατανοήσουν ότι η ισοδύναμη αντίσταση σε αντιστάσεις που είναι σε παράλληλη σύνδεση μειώνεται με τη σύνδεση επιπλέον αντιστάσεων.

Επιπλέον οι McDermott και Shaffer (1992) διαπίστωσαν ότι σε πολλές περιπτώσεις τα παιδιά, αν και είχαν λύσει πολλά πιο πολύπλοκα προβλήματα (νόμος του Ωμ, κανόνες Kirchhoff), δεν χρησιμοποιούσαν την ισοδύναμη αντίσταση με ένα χρήσιμο αφαιρετικό στοχασμό με τον οποίον θα μπορούσαν να υπολογίσουν το ολικό ρεύμα ή τη διαφορά δυναμικού σε ένα κλάδο, έναν βρόχο ή ένα κύκλωμα, αλλά πίστευαν ότι η ισοδύναμη αντίσταση ήταν μία ιδιότητα ενός λαμπτήρα που υπάρχει μέσα στο κύκλωμα.

Σύμφωνα με τον Shipstone (1984), στις περισσότερες περιπτώσεις διδασκαλίας ηλεκτρικών κυκλωμάτων, ο εκπαιδευτικός προχωρά πολύ γρήγορα από την σε σειρά σύνδεση κυκλωμάτων στα παράλληλα κυκλώματα εισάγοντας έτσι άλλον έναν τρόπο σύνδεσης. Οι μαθητές σε αυτό το σύντομο χρονικό διάστημα δεν έχουν δώσει την απαραίτητη προσοχή στα κυκλώματα με συνδεδεμένα στοιχεία σε σειρά. Το πόσος χρόνος πρέπει να αφιερωθεί σε κάθε τρόπο σύνδεσης είναι ένα θέμα που πρέπει να ερευνηθεί. Αυτό που όμως είναι σίγουρο σύμφωνα με τον Hartel (1982) είναι ότι πρέπει να αντιμετωπίζουμε ένα κύκλωμα ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Επίσης τα παιδιά δύσκολα θα μπορέσουν να κάνουν την γενίκευση από τα απλά κυκλώματα που είναι συνδεδεμένα σε σειρά, στα πιο σύνθετα κυκλώματα που έχουν παράλληλους κλάδους. Οπότε θα πρέπει από τη διδασκαλία των απλών κυκλωμάτων να συνηθίσουν να αντιμετωπίζουν τα κυκλώματα ως ολοκληρωμένα αλληλεπιδραστικά συστήματα και όχι ως απλά. Πολλές φορές επίσης ο τρόπος που ο/η εκπαιδευτικός περιγράφει το τι συμβαίνει σε ένα κύκλωμα, αναφέροντας τι κάνει το ρεύμα σταδιακά ενώ διαρρέει κάθε στοιχείο του κυκλώματος, ενισχύει το μοντέλο της διαδοχής. Αυτό που θα πρέπει να γίνεται σε αυτή την περίπτωση είναι συχνές συζητήσεις με τους μαθητές και τις μαθήτριες σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις που γίνονται μεταξύ των στοιχείων σε όλο το κύκλωμα.

Συχνά οι μαθητές σύμφωνα με τους McDermott και Shaffer (1992) δυσκολεύονται να διακρίνουν μεταξύ παράλληλα συνδεδεμένων κλάδων στα άκρα μίας μπαταρίας και

συνδεδεμένων παράλληλων κλάδων σε άλλο σημείο του κυκλώματος. Συγκεκριμένα σε μία γραπτή εξέταση ζήτησαν από τους μαθητές και τις μαθήτριες προβλέψουν πως το άνοιγμα του διακόπτη στο παρακάτω κύκλωμα θα επηρέαζε την φωτεινότητα του λαμπτήρα Β.

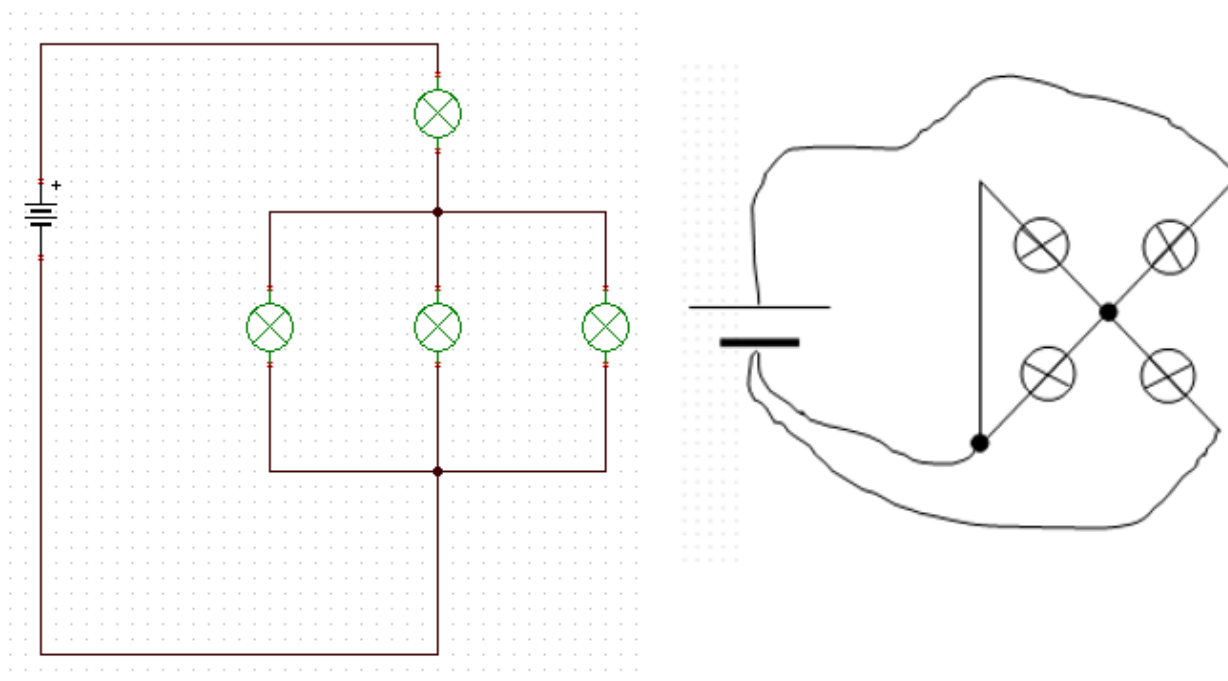


Σχήμα 3: Παράλληλοι κλάδοι που δεν συνδέονται απ' ευθείας στα άκρα της μπαταρίας (McDermott και Shaffer, 1992).

Η επιστημονική άποψη είναι ότι επειδή η διαφορά δυναμικού στα άκρα του θα αυξηθεί η φωτεινότητα του θα αυξηθεί και αυτή. Πολλοί όμως μαθητές υποστήριξαν ότι η φωτεινότητά του θα παρέμενε ίδια εφόσον ο λαμπτήρας ήταν κομμάτι παράλληλης σύνδεσης στοιχείων. Οι μαθητές σε αυτή την περίπτωση δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν τις συνθήκες υπό τις οποίες οι παράλληλοι κλάδοι είναι ανεξάρτητοι ο ένας από τον άλλο. Ανεξάρτητοι είναι μόνο όταν συνδέονται απ' ευθείας στα άκρα μίας μπαταρίας. Όταν οι παράλληλοι κλάδοι ενός κυκλώματος δεν συνδέονται απ' ευθείας στα άκρα της μπαταρίας μία αλλαγή στον ένα κλάδο επιφέρει αλλαγές και στον άλλο. Η αντιμετώπιση αυτής της παρανόησης και η απόκτηση της ικανότητας να διαχωρίζουν οι μαθητές αυτά τα δύο είδη σύνδεσης των παράλληλων κλάδων είναι σημαντική, ιδιαίτερα στην περίπτωση της εισαγωγής των πραγματικών μπαταριών αντί των ιδανικών. Μία πραγματική μπαταρία συμβολίζεται με μία ιδανική μπαταρία σε σειρά με μία αντίσταση (εσωτερική αντίσταση της πηγής). Στο κύκλωμα του σχήματος 3 μπορούμε να πούμε ουσιαστικά ότι ο λαμπτήρας Α είναι η εσωτερική αντίσταση της πηγής.

Οι McDermott και Shaffer (1992) αναφέρουν στην ερευνητική τους εργασία, ότι για να βρει κάποιος την ισοδύναμη αντίσταση ενός κυκλώματος θα πρέπει να αναγνωρίζει την σε σειρά και

παράλληλη σύνδεση σε διάφορους συνδυασμούς σε ένα κύκλωμα. Οι μαθητές μπορούν συνήθως να αναγνωρίσουν τον τρόπο σύνδεσης όταν έχουμε δύο στοιχεία, αλλά όταν το κύκλωμα αποτελείται από περισσότερα στοιχεία δυσκολεύονται πολύ. Για παράδειγμα όταν μία αντίσταση είναι σε σειρά με δύο άλλες που αυτές είναι παράλληλα συνδεδεμένες, τότε υποστηρίζουν ότι η πρώτη αντίσταση είναι σε σειρά με μία από τις δύο που είναι παράλληλα συνδεδεμένες. Πολλοί μαθητές επίσης δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τις παράλληλες και τις σε σειρά συνδέσεις σε τέσσερις ή πέντε λαμπτήρες – αντιστάσεις όταν δεν ακολουθείται ο συμβατικός τρόπος σχεδίασης κυκλωμάτων. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται δύο διαφορετικοί τρόποι σχεδίασης του ίδιου κυκλώματος με τον δεύτερο τρόπο να δυσκολεύει τους μαθητές και τις μαθήτριες.



Σχήμα 4: Δύο τρόποι σχεδίασης του ίδιου κυκλώματος.

Σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές δεν καταφέρνουν να απομονώσουν τα βασικά χαρακτηριστικά μίας παράλληλης ή σε σειρά σύνδεσης στοιχείων σε ένα κύκλωμα και έτσι αποτυγχάνουν στο να αναγνωρίσουν αυτές τις συνδέσεις σε ένα πιο πολύπλοκα σχεδιασμένο κύκλωμα. Η σε σειρά σύνδεση πολλές φορές οδηγεί τα παιδιά στο να σκεφτούν ότι τα στοιχεία βρίσκονται σε σειρά το ένα μετά από το άλλο αντί να ανατρέξουν στον συγκεκριμένο τρόπο σύνδεσης και η παράλληλη σύνδεση τα κάνει να σκεφτούν τη γεωμετρική και όχι την ηλεκτρική απεικόνιση.

Αυτό που θα πρέπει τέλος να ερευνηθεί σε μεγαλύτερη έκταση, όπως αναφέρουν οι Psillos, Koumaras και Vallasiades (1987), είναι η σειρά με την οποία πρέπει να εισάγονται οι διάφορες έννοιες και οι διάφοροι τρόποι σύνδεσης των απλών κυκλωμάτων στο συνεχές ρεύμα. Ο Licht το

1991 παρουσίασε μία ερευνητική εργασία που αναφέρονταν στις παρανοήσεις και στις δυσκολίες στις βασικές έννοιες του ηλεκτρισμού και στα ηλεκτρικά κυκλώματα, στην οποία ακολούθησε μία ολιστική προσέγγιση. Μερικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία του είναι ότι οι μαθητές δεν κάνουν περιστασιακά λάθη, αλλά ακολουθούν μοτίβα από διαισθητικές ιδέες και τρόπους ερμηνείας οι οποίοι μπορούν να αντιμετωπιστούν μόνο μέσω μίας διορθωτικής μαθησιακής διαδικασίας. Οι παρανοήσεις αυτές μπορούν να χαρακτηριστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια ως προς το ποιες είναι στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση διότι οι μαθητές σε αυτές τις τάξεις χρησιμοποιούν αυτές τις παρανοήσεις με μεγαλύτερη συνέπεια στην επίλυση προβλημάτων από ότι οι μαθητές των χαμηλότερων βαθμίδων. Οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με το να είναι σε θέση να έχουν μία πιο συγκεκριμένη άποψη για το πώς λειτουργούν και εκδηλώνονται διάφορα φαινόμενα τους κάνει πιο ανοιχτούς σε εννοιολογικές συγκρούσεις και επιδείξεις που σκοπό έχουν να αποκαλύψουν την απόσταση μεταξύ των δικών τους ιδεών και προσδοκιών και της επιστημονικής άποψης για ένα φαινόμενο.

1.6.3 Η πορεία διδασκαλίας με Διερευνητική Προσέγγιση

Το σενάριο ακολουθεί τη διερευνητική προσέγγιση η οποία είναι μία παιδαγωγική στρατηγική στο πλαίσιο της οποίας οι μαθητές ακολουθούν μεθόδους και διαδικασίες που έχουν πολλές ομοιότητες με αυτές των ερευνητών και σκοπός του είναι η οικοδόμηση της γνώσης. Το πλαίσιο διερευνητικής μάθησης που προτείνουν οι Pedasteetal. (2015) περιλαμβάνει πέντε κύριες φάσεις, αυτές της **εμπλοκής-προσανατολισμού**, της **εννοιολόγησης και αναγνώρισης της πρότερης γνώσης**, της **έρευνας (πειραματισμός)**, της **ερμηνείας των αποτελεσμάτων** και της **συζήτησης**.

1.6.4 Προστιθέμενη αξία λογισμικού/τεχνολογίας

Επιλέχθηκε το Tina για την ενότητα που αφορά την παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων εξαιτίας της δυνατότητάς ρεαλιστικής απεικόνισης και των εργαλείων και αναλύσεων που αυτό προσφέρει. Το EE Tina δίνει τη δυνατότητα ενεργοποίησης βλαβών και διαθέτει εικονικά όργανα. Με τη χρήση αυτών των λειτουργιών του EE και μέσα από τις δραστηριότητες του Φύλλου Εργασίας, δίνεται στους μαθητές μία εξήγηση (όχι αλγεβρική) για τη λειτουργία των παράλληλων κυκλωμάτων. Σημαντική επίσης είναι η συμβολή του EE στη μελέτη της ολικής αντίστασης του κυκλώματος. Οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην εύρεση της ισοδύναμης αντίστασης μέσω του τύπου που πρέπει να εφαρμόσουν. Με τη βοήθεια του Tina μπορούν να πειραματιστούν με την ισοδύναμη αντίσταση και να καταλήξουν σε χρήσιμα συμπεράσματα για τα παράλληλα κυκλώματα αντιμετωπίζοντας έτσι τις παρανοήσεις που έχουν σε αυτά. Το EE Tina μπορεί να υποστηρίξει τη διδακτική προσέγγιση της διερεύνησης στο πλαίσιο του συγκεκριμένου περιεχομένου.

1.7 Υλικοτεχνική υποδομή

Για την πραγματοποίηση του σεναρίου απαιτούνται ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τολογισμικό Tina και Φύλλα εργασίας.

Γ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

1.8 Πορεία διδασκαλίας

Το σενάριο ακολουθεί τη διερευνητική προσέγγιση με τα παρακάτω βήματα:

1. Εμπλοκή - Προσανατολισμός: Στους μαθητές δίνονται παραδείγματα, με κυκλώματα που έχουν καταναλώσεις συνδεδεμένες παράλληλα και τα έχουν συναντήσει στην καθημερινότητα τους, όπως είναι π.χ. οι συνδέσεις των ηλεκτρικών συσκευών και καταναλώσεων σε μία κατοικία. Καλούνται να σκεφτούν και να απαντήσουν σε συγκεκριμένες ερωτήσεις:

- Τι θα συμβεί στο κύκλωμα της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης με φωτιστικά σημεία αν καταστραφεί ο ένας λαμπτήρας; Οι υπόλοιποι σβήνουν; Τι θα συμβεί στις υπόλοιπες συσκευές της εγκατάστασης αν καταστραφεί η ηλεκτρική κουζίνα και δεν λειτουργεί;
- Τι θα συμβεί στην αντίσταση ενός κυκλώματος με έναν λαμπτήρα, αν συνδέσω άλλον ένα λαμπτήρα παράλληλα;
- Πόση τάση μετρώ στις καταναλώσεις μιας κατοικίας που είναι παράλληλα συνδεδεμένες;
- Τι θα συμβεί αν, σε ένα κύκλωμα με δύο αντιστάσεις σε παράλληλη σύνδεση, συνδέσω περισσότερες αντιστάσεις ή αν αλλάξω μία από τις δύο αντιστάσεις με μία μεγαλύτερη;

Η χρονική διάρκεια του σταδίου αυτού είναι 10'.

2. Εννοιολόγηση και αναγνώριση πρότερης γνώσης: Σε αυτό το στάδιο ανακαλούνται οι πρότερες γνώσεις των μαθητών από το θεωρητικό μέρος του μαθήματος, ως συνέχεια της φάσης του προσανατολισμού και στη συνέχεια ο εκπαιδευτικός δημιουργεί με τη βοήθεια των μαθητών τις παρακάτω υποθέσεις:

Υπόθεση 1η: Σε ένα κύκλωμα με δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους αν ο ένας από του δύο καεί ο άλλος θα εξακολουθεί να ανάβει.

Υπόθεση 2η: Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα το ολικό ρεύμα του κυκλώματος μοιράζεται στις αντιστάσεις.

Υπόθεση 3η: Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα η ολική αντίσταση του κυκλώματος μειώνεται.

Υπόθεση 4η: Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα, στα άκρα της κάθε αντίστασης μετρώ την ίδια τάση που είναι η τιμή της ίση με τη τάση τροφοδοσίας του κυκλώματος.

Υπόθεση 5η: Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα την μεγαλύτερη τιμή ρεύματος θα την μετρήσω στο κλάδο του κυκλώματος που θα έχει την μικρότερη τιμή αντίστασης.

Η χρονική διάρκεια του σταδίου αυτού είναι 10'.

3. Έρευνα - Πειραματισμός: Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές, με τη βοήθεια του Φύλλου Εργασίας (το οποίο ο εκπαιδευτικός το θεωρεί εργαλείο για να κατευθύνει τον πειραματισμό), μελετούν τις υποθέσεις.

Στην πρώτη δραστηριότητα του Φύλλου Εργασίας ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν με τη βοήθεια του λογισμικού Tina ένα κύκλωμα με δύο λαμπτήρες συνδεδεμένους παράλληλα με μία μπαταρία για τροφοδοσία.

1. Πείραμα και συλλογή δεδομένων: Οι μαθητές πραγματοποιούν τα κυκλώματα καθοδηγούμενοι από τα βήματα του Φύλλου εργασίας. Ενεργοποιούν τις βλάβες στους λαμπτήρες και καταγράφουν τις μετρήσεις των οργάνων που ζητείται να χρησιμοποιηθούν σε πίνακες τιμών.
2. Έλεγχος υποθέσεων: Στις ομάδες τους, οι μαθητές παρατηρούν τη συμπεριφορά του κυκλώματος μετά την ενεργοποίηση των βλαβών και μελετούν τα αποτελέσματα των μετρήσεων των οργάνων που έχουν καταγράψει στους πίνακες τιμών. Συζητούν τα αποτελέσματα/τιμές που προκύπτουν από την εκτέλεση των προσομοιώσεων και επιχειρούν να βγάλουν συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των κυκλωμάτων με ηλεκτρικά στοιχεία σε παράλληλη σύνδεση.

Η πρώτη δραστηριότητα συνδέεται με τον πρώτο, δεύτερο και τρίτο στόχο του σεναρίου και αντιστοιχούν στη μελέτη της λειτουργίας ενός απλού κυκλώματος με δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους. Το πρώτο και δεύτερο μέρος της δραστηριότητας (που αφορά την ενεργοποίηση των βλαβών στους δύο λαμπτήρες και τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος στους κλάδους του κυκλώματος) επιλέχθηκε για να αντιμετωπίσει τις δυσκολίες και τις εναλλακτικές αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές, σε σχέση αφενός με την ένταση του ρεύματος σε ένα κύκλωμα με ηλεκτρικά στοιχεία συνδεδεμένα παράλληλα και αφετέρου με αυτό που ο Shipstone (1988) ονόμασε «μοντέλο της διαδοχής». Οι μαθητές πιστεύουν ότι καθώς το ρεύμα διαρρέει ένα κύκλωμα, οι διάφορες αλλαγές συμβαίνουν διαδοχικά και σύμφωνα με την κατεύθυνση ροής του ρεύματος. Το τρίτο μέρος της δραστηριότητας επιλέχθηκε για αντιμετωπίσει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σε σχέση με την έννοια της αντίστασης σε απλά κυκλώματα. Παρουσιάζεται σε αυτούς το γεγονός ότι η ισοδύναμη αντίσταση μειώνεται όταν συνδέονται αντιστάσεις (εμπόδια) παράλληλα.

Η χρονική διάρκεια της πρώτης δραστηριότητας είναι 30'.

Στη δεύτερη δραστηριότητα του Φύλλου Εργασίας ζητείται από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό Tina για να κατασκευάσουν ένα κύκλωμα με δύο αντιστάσεις σε παράλληλη σύνδεση, τρία βολτόμετρα (από ένα στα άκρα κάθε μίας αντίστασης και ένα ακόμα στα άκρα της τροφοδοσίας) και μία μπαταρία. Η τρίτη δραστηριότητα συνδέεται με τον τέταρτο, πέμπτο και έκτο στόχο του σεναρίου που έχουν σχέση με την τάση σε κυκλώματα με αντιστάσεις σε παράλληλη σύνδεση.

1. Πείραμα και συλλογή δεδομένων: Οι μαθητές πραγματοποιούν το κύκλωμα και με τη βοήθεια του λογισμικού εκτελούν το πείραμα και καταγράφουν σε πίνακα τις τιμές που προκύπτουν.
2. Έλεγχος υποθέσεων: Στις ομάδες τους οι μαθητές συζητούν τα αποτελέσματα/τιμές που προκύπτουν από την εκτέλεση της προσομοίωσης και επιχειρούν να βγάλουν συμπεράσματα για την τάση στα κυκλώματα με παράλληλη σύνδεση και πως αυτή παραμένει σταθερή στα άκρα κάθε κατανάλωσης ανεξάρτητα από τις αλλαγές στο κύκλωμα.

Η χρονική διάρκεια της δεύτερης δραστηριότητας είναι 15'.

Στην τρίτη δραστηριότητα του Φύλλου Εργασίας ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν με τη βοήθεια του λογισμικού Tina ένα κύκλωμα με μία αντίσταση σταθερής τιμής, μία μεταβλητή αντίσταση παράλληλα συνδεδεμένη, μία μπαταρία και τρία αμπερόμετρα (έναν σε κάθε κλάδο του κυκλώματος).

1. Πείραμα και συλλογή δεδομένων: Οι μαθητές πραγματοποιούν το κύκλωμα και αφού το θέσουν σε λειτουργία (πραγματοποιώντας το πείραμα) καταγράφουν σε πίνακα τις τιμές που προκύπτουν για το ρεύμα του κυκλώματος για διάφορες τιμές της μεταβλητής αντίστασης.
2. Έλεγχος υποθέσεων: Στις ομάδες τους οι μαθητές παρατηρούν, με τη βοήθεια της εφαρμογής, τις αλλαγές που πραγματοποιούνται σε σχέση με τη τιμή του ρεύματος στο κύκλωμα όταν αυξάνουμε και όταν μειώνουμε την τιμή της μεταβλητής αντίστασης.

Η τρίτη δραστηριότητα συνδέεται με τον έβδομο, όγδοο, ένατο και δέκατο στόχο του σεναρίου οι οποίοι έχουν σχέση με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε κυκλώματα με αντιστάσεις που είναι παράλληλα συνδεδεμένες. Το κύκλωμα που πρέπει να κατασκευάσουν οι μαθητές μοιάζει πολύ με αυτό επέλεξε ο Shipstone (1984) για να μελετήσει τις ιδέες των μαθητών για το ρεύμα στα παράλληλα κυκλώματα και σκοπό έχει να αντιμετωπίσει το μοντέλο της διαδοχής.

Η χρονική διάρκεια της δεύτερης δραστηριότητας είναι 15'.

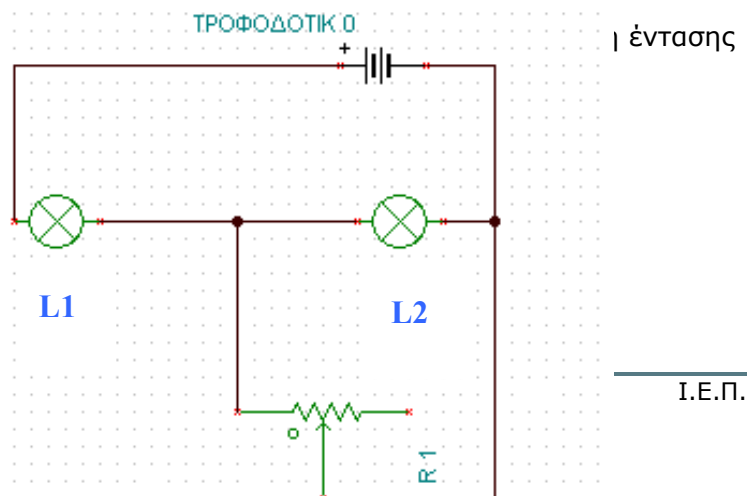
Ο στόχος που έχει σχέση την επικοινωνία και συνεργασία με τους άλλους συνδέεται με όλα τα στάδια υλοποίησης των δραστηριοτήτων. Η τάξη από την αρχή έχει οργανωθεί σε ομάδες των δύο ατόμων και όλες οι ερωτήσεις πρέπει να συζητηθούν και να απαντηθούν μέσα στην ομάδα αυτή.

4. Ερμηνεία των αποτελεσμάτων: Είναι το πιο σημαντικό στάδιο της διερευνητικής προσέγγισης και περιλαμβάνει τα επιμέρους στάδια της διευκρίνησης και ανταλλαγής ιδεών μεταξύ των μαθητών, της οικοδόμησης της νέας γνώσης και της εξαγωγής συμπερασμάτων που σχετίζονται με το ερευνητικό ερώτημα.

Πιο αναλυτικά οι μαθητές σε αυτό το στάδιο διαπιστώνουν, μετά από παρακίνηση του εκπαιδευτικού μέσα στην ομάδα τους, αν τα ερευνητικά ερωτήματα επαληθεύονται. Παρατηρούν μέσα από τις δραστηριότητες του Φύλλου Εργασίας ότι:

- η αύξηση μίας αντίστασης σε ένα κύκλωμα με δύο αντιστάσεις παράλληλα μειώνει την ολική αντίσταση του κυκλώματος ενώ ταυτόχρονα αυξάνει (σύμφωνα με τον τόμο του Ω) την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα,
- η τάση στα άκρα των ηλεκτρικών καταναλώσεων, όταν αυτές συνδέονται παράλληλα, είναι η ίδια για όλες και είναι ίση με την τάση της πηγής,
- σε ένα κύκλωμα με δύο αντιστάσεις παράλληλα η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος θα διπλασιαστεί αν αυξήσουμε τον αριθμό των αντιστάσεων.

Η χρονική διάρκεια του σταδίου είναι 15'.



Συζήτηση: Μετά την υλοποίηση του Φύλλου Εργασίας, παρουσιάζονται τα ευρήματα και τα αποτελέσματα της κάθε ομάδας μαθητών στην ολομέλεια. Επιπλέον, οι μαθητές καλούνται να αναλογιστούν πάνω στον τρόπο που οι αρχικές ιδέες τους έχουν αλλάξει (μεταγνώση), με ερωτήσεις που τους κάνει ο εκπαιδευτικός σε σχέση με:

- το γεγονός ότι η αλλαγή ενός στοιχείου του κυκλώματος αλλάζει όλο το κύκλωμα και οι αλλαγές σε ένα κύκλωμα δεν έχουν μόνο επίδραση στα στοιχεία του κυκλώματος που βρίσκονται μετά από το σημείο αλλαγής,
- το ότι το ρεύμα δεν εξαντλείται σταδιακά ενώ διαρρέει τα στοιχεία ενός κυκλώματος,
- το ότι το ρεύμα τροφοδοσίας προσαρμόζεται σε μία πιο μικρή τιμή, όταν αυξάνεται η αντίσταση του κυκλώματος,
- το πώς οι αλλαγές σε ένα σημείο του κυκλώματος επηρεάζουν όλο το κύκλωμα και προς τις δύο κατευθύνσεις,
- ποιοι είναι λόγοι που έχει επικρατήσει η παράλληλη σύνδεση στις περισσότερες εφαρμογές.

Η χρονική διάρκεια του σταδίου αυτού είναι 10'.

Βιβλιογραφία

- 1) Carlton, K. (1999). Teaching electric current and electric potential. *Physics Education*, 34(6), 341 – 345.
- 2) Cohen, R., Eylon, B. & Ganiel, U., (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Association of Physics Teachers*, 5, 407 - 412.
- 3) Cosgrove, M. (1995). A study of science-in-the-making as students generate an analogy for electricity. *International Journal of Science Education*, 17(3), 295 – 310.
- 4) Haertel, H.: 1982, The Electric Circuit as a System: A New Approach. *European Journal of Science Education* 4(1), 45–55.
- 5) Licht, P. (1991). Teaching electrical energy, voltage and current: an alternative approach. *Physics Education*, 26, 272 - 277.
- 6) Licht, P. (1991). Using a Diagnostic Test of Pupils' Alternative Conceptions to Plan a Teaching Strategy on Electric Circuits. *European Journal of Teacher Education*, 14(1), 19 - 30.
- 7) Liegeois, L. & Mullet, E. (2002). High school students' understanding of resistance in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education*, 24(6), 551 – 564.
- 8) McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: investigation of student understanding. *American Association of Physics Teachers*, 60(11), 994- 1003.

- 9) McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part II: Design of instructional strategies. American Association of Physics Teachers, 60(11), 1003-1013.
- 10) Millar, R. & Beh, K. L. (1993). Student's understanding of voltage in simple parallel electric circuits. International Journal of Science Education, 15(4), 351 – 361.
- 11) Picciarelli, V., Di Gennaro, M., Stella, R. & Conte, E. (1991). A Study of University Students' Understanding of Simple Electric Circuits. Part 2: Batteries, Ohm's Law, Power Dissipated, Resistors in Parallel. European Journal of Engineering Education, 16, 57 - 71.
- 12) Psillos, D., Koumaras, P. & Valassiades, O. (1987). Pupils' Representations of Electric Current before, during and after Instruction on DC Circuits. . Research in Science & Technological Education, 5(2), 185 – 199.
- 13) Shipstone, D. (1984). A study of children's understanding in simple DC circuits. International Journal of Science Education, 6, 185 – 198.
- 14) Pedaste, Margus, Mario Mäeots, Leo A. Siiman, Ton de Jong, Siswa A.N. van Riesen, Ellen T. Kamp, Constantinos C. Manoli, Zacharias C. Zacharia, and Eleftheria Tsourlidaki. "Phases of Inquiry-Based Learning: Definitions and the Inquiry Cycle." Educational Research Review 14 (February 2015): 47–61. doi:10.1016/j.edurev.2015.02.003.

Δ. Φύλλα Εργασίας

1.9 Φύλλο εργασίας 1

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σχηματίστε ομάδες των 2 ατόμων για να εργαστείτε η κάθε ομάδα σε έναν υπολογιστή.

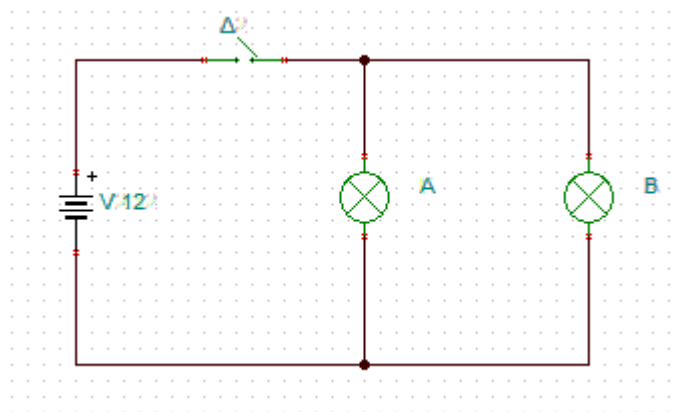
Δραστηριότητα 1η: Σύνδεση λαμπτήρων παράλληλα

Υπόθεση 1η: Σε ένα κύκλωμα με δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους αν ό ένας από του δύο καεί ο άλλος θα εξακολουθεί να ανάβει.

- Ανοίγουμε το Tina
- Με τη βοήθεια των υλικών συνδέστε τους λαμπτήρες A και B παράλληλα, κατασκευάζοντας το παρακάτω κύκλωμα.

Τα απαραίτητα εξαρτήματα για τη δημιουργία του κυκλώματος είναι:

- ο συσσωρευτής (μπαταρία) 12V
 - ο Διακόπτης (Δ1)
 - ο 2 Λαμπτήρες (12V)
 - ο Αγωγοί σύνδεσης των εξαρτημάτων
- Αποθηκεύστε τα κυκλώματα με το όνομα Δραστηριότητα1_1.

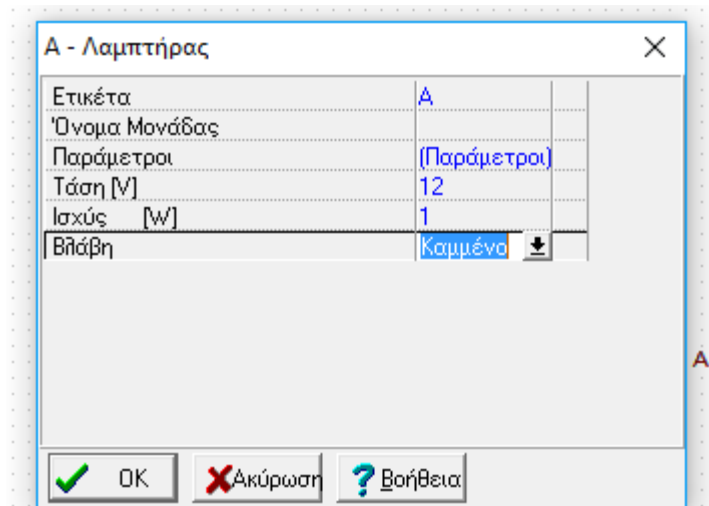


Κύκλωμα 1^{ης} δραστηριότητας

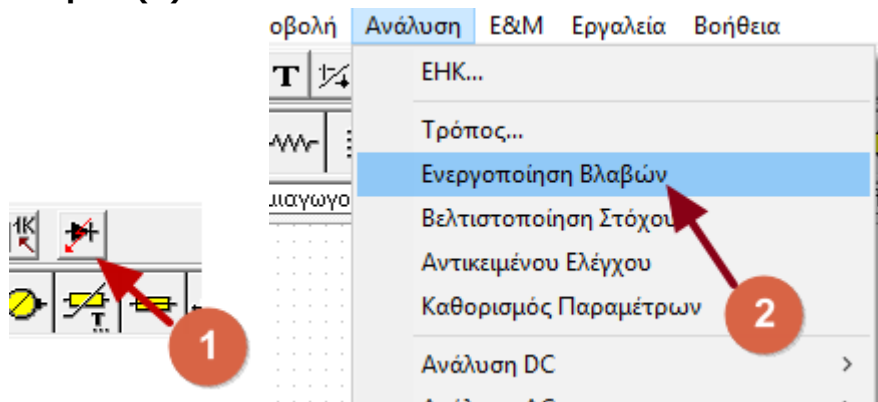
- Μπορούμε τώρα να ξεκινήσουμε την προσομοίωση του κυκλώματος πατώντας το κουμπί DC που βρίσκεται στη γραμμή εργαλείων.



- Για να δημιουργήσουμε βλάβη στον λαμπτήρα A και να ελέγξουμε τη λειτουργία του υπόλοιπου κυκλώματος χρησιμοποιούμε την επιλογή «**Ενεργοποίηση βλαβών**» πραγματοποιώντας τα παρακάτω βήματα.
 - Κάνουμε δύο φορές αριστερό κλικ πάνω στο λαμπτήρα A ή δεξί κλικ και **Ιδιότητες** και στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε από το πτυσσόμενο μενού **Βλάβη** : «**Καμμένο**» όπως φαίνεται στην εικόνα.



- Στη συνέχεια για να ενεργοποιήσουμε τη βλάβη πατάμε το αντίστοιχο πλήκτρο από τη **γραμμή εργαλείων (1)** ή από το μενού **Ανάλυση** επιλέγουμε **Ενεργοποίηση βλαβών (2)**.



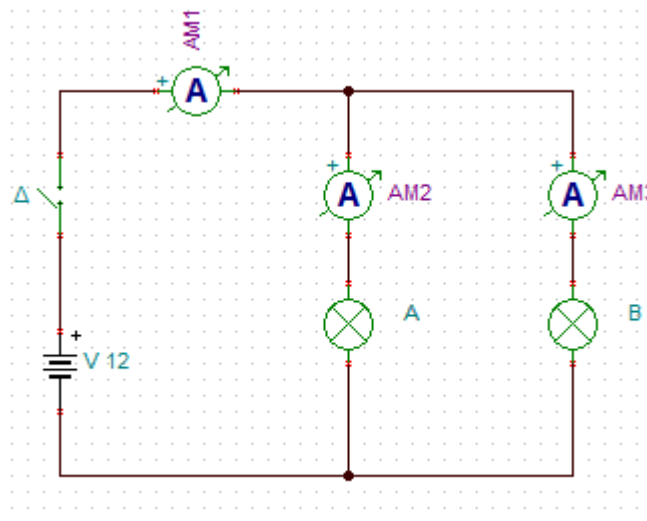
- Κλείστε το διακόπτη Δ του κυκλώματος και παρατήστε τι συμβαίνει σε ένα κύκλωμα με δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους, όταν ο ένας καταστραφεί.

- Επαναφέρετε στην ορθή λειτουργία τον Λαμπτήρα A και ενεργοποιήστε την βλάβη «καμένος» για τον λαμπτήρα B. Παρατηρήστε τη λειτουργία του κυκλώματος.
 - Συζητήστε με την ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας στην παρακάτω ερώτηση.
1. Ποια σύνδεση καταναλώσεων χρησιμοποιούμε κυρίως σε μία ηλεκτρολογική εγκατάσταση; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
- Διακόψτε την προσομοίωση του κυκλώματος πατώντας το κουμπί DC που βρίσκεται στη γραμμή εργαλείων.



Υπόθεση 2η: Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα το ολικό ρεύμα του κυκλώματος μοιράζεται στις αντιστάσεις.

- Συνδέστε αμπερόμετρα σε όλους τους κλάδους του κυκλώματος που κατασκευάσατε και μετρήστε το ρεύμα που περνάει από όλα τα στοιχεία του κυκλώματος, όπως φαίνεται στο παρακάτω κύκλωμα.
- Αποθηκεύστε το κύκλωμα με το όνομα Δραστηριότητα1_2.



Κύκλωμα 1^{ης} δραστηριότητας με αμπερόμετρα

- Ενεργοποιήστε την προσομοίωση του κυκλώματος πατώντας το κουμπί DC που βρίσκεται στη γραμμή εργαλείων.



- Καταγράψτε τις τιμές που ρεύματος που μετρήσατε στο κύκλωμα με τους δύο λαμπτήρες σε παράλληλη σύνδεση στον Πίνακα 1.

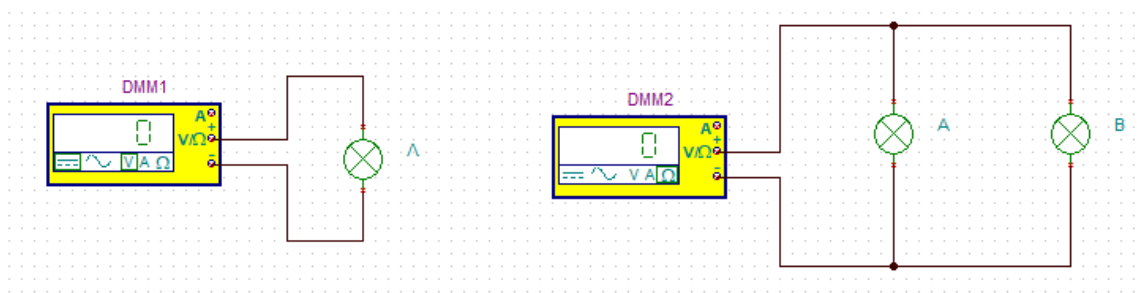
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

	Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος (mA)
AM1 (Αμπερόμετρο 1)	
AM2 (Αμπερόμετρο 2 -Λαμπτήρας A)	
AM1 (Αμπερόμετρο 3 -Λαμπτήρας B)	

- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας στην παρακάτω ερώτηση.
2. Από ποιον λαμπτήρα περνάει περισσότερο ρεύμα και από ποιον λιγότερο; Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

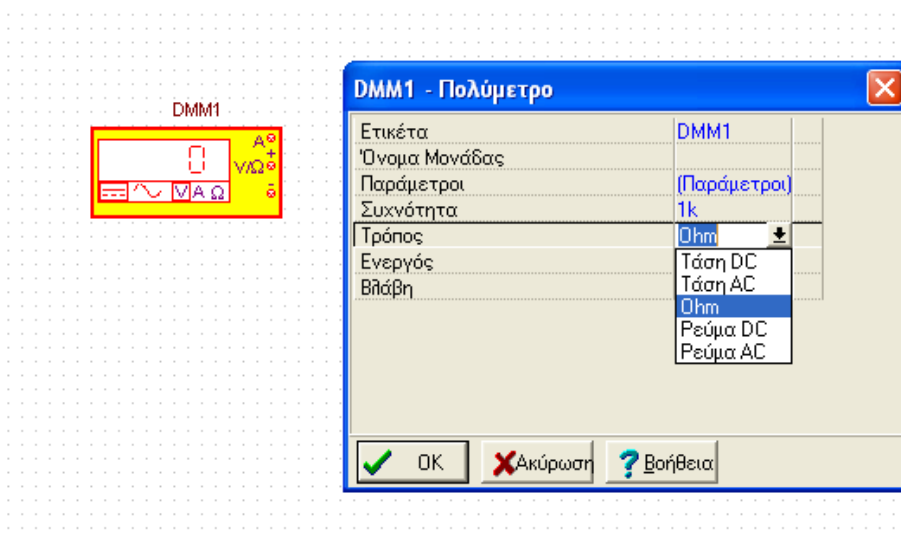
Υπόθεση 3η: Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα η ολική αντίσταση του κυκλώματος μειώνεται.

- Επιλέξτε “Αρχείο” > “Δημιουργία” νέου κυκλώματος.
- Χρησιμοποιώντας τις βιβλιοθήκες «Βασικά» και «Όργανα», κατασκευάστε τα παρακάτω κυκλώματα στο ίδιο αρχείο.



Κυκλώματα 1^{ης} δραστηριότητας με πολύμετρα

- Ρυθμίστε τα πολύμετρα από την επιλογή «**Τρόπος**», ώστε να μετρούν αντίσταση (Ωμωμόμετρο), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



- Αποθηκεύστε τα κυκλώματα με το όνομα Δραστηριότητα1_3.
- Ενεργοποιήστε την προσομοίωση του κυκλώματος πατώντας το κουμπί DC που βρίσκεται στη γραμμή εργαλείων.



- Καταγράψτε στον Πίνακα 2 τις ενδείξεις των πολύμετρων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Κύκλωμα	Αντίσταση (Ω)
Ένας (1) λαμπτήρας	
Δύο (2) λαμπτήρες παράλληλα	

- Διακόψτε την προσομοίωση του κυκλώματος.
- Συζητήστε με την ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε τα συμπεράσματά σας για το ρεύμα και για την ολική αντίσταση των λαμπτήρων όταν τους συνδέω παράλληλα.

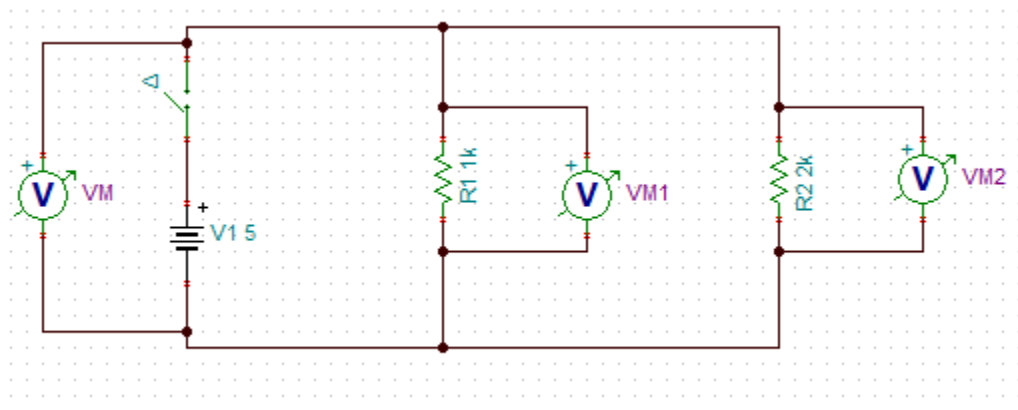
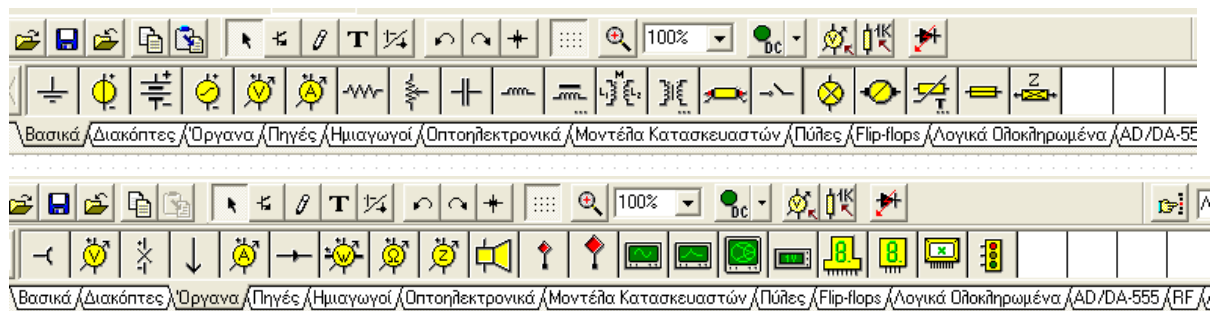
Δραστηριότητα 2η : Μέτρηση ηλεκτρικής τάσεως σε κυκλώματα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων.

Υπόθεση 4η: Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα, στα άκρα της κάθε αντίστασης μετρώ την ίδια τάση που είναι η τιμή της ίση με τη τάση τροφοδοσίας του κυκλώματος.

- Επιλέξτε **“Αρχείο” > “Δημιουργία”** νέου κυκλώματος.
- Χρησιμοποιώντας τις βιβλιοθήκες **«Βασικά»** και **«Όργανα»** συνδέστε τις αντιστάσεις R1 και R2 παράλληλα.

Τα απαραίτητα εξαρτήματα για τη δημιουργία του κυκλώματος είναι:

- ο συσσωρευτής (μπαταρία) 5V
 - Διακόπτης (Δ)
 - 2 Αντιστάσεις R1 και R2
 - 3 βολτόμετρα
 - Αγωγοί σύνδεσης των εξαρτημάτων
- Αποθηκεύστε το κύκλωμα με το όνομα Δραστηριότητα2_1.



Κύκλωμα 2^{ης} δραστηριότητας

- Ρυθμίστε τις αντιστάσεις R_1 και R_2 στα $1\text{ K}\Omega$ και $2\text{ K}\Omega$ αντίστοιχα και την πηγή τάσης στα 5V DC .
 - Συζητήστε με την ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
- 3. Θα άλλαζε κατά τη γνώμη σας η ένδειξη των δύο βολτομέτρων αν η R_1 ήταν μεγαλύτερη από τη R_2 ;
 - Ενεργοποιήστε την προσομοίωση του κυκλώματος και κλείστε το διακόπτη Δ του κυκλώματος.
 - Σημειώστε τις ενδείξεις των βολτομέτρων για την 1η μέτρηση στον Πίνακα 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

	Αντιστάσεις (Ω)		Τάσεις Βολτομέτρων (V)	
α/α	R1	R2	U1	U2
1^η Μέτρηση	1KΩ	2 KΩ		
2^η Μέτρηση	10 KΩ	10 KΩ		
3^η Μέτρηση	2 KΩ	1 KΩ		

- Ρυθμίστε τις δύο αντιστάσεις R_1 και R_2 σύμφωνα με τις τιμές της 2ης μέτρησης και σημειώστε τις ενδείξεις των βολτομέτρων στον Πίνακα 3.
 - Ρυθμίστε τις δύο αντιστάσεις R_1 και R_2 σύμφωνα με τις τιμές της 3ης μέτρησης και σημειώστε τις ενδείξεις των βολτομέτρων στον Πίνακα 3.
 - Διακόψτε την προσομοίωση του κυκλώματος.
 - Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
4. Τι παρατηρείτε ότι ισχύει για τις τάσεις U_1 και U_2 για όλες τις μετρήσεις του Πίνακα 3;
 5. Αν αλλάξω τη θέση των αντιστάσεων (συνδέσω πρώτη την R_2) νομίζετε ότι θα αλλάξουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων στον πίνακα 3;
 6. Συγκρίνετε τις τάσεις U_1 και U_2 με τη τάση της πηγής; Τι παρατηρείτε;

Δραστηριότητα 3η: Μέτρηση εντάσεως ηλεκτρικού ρεύματος σε κυκλώματα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων.

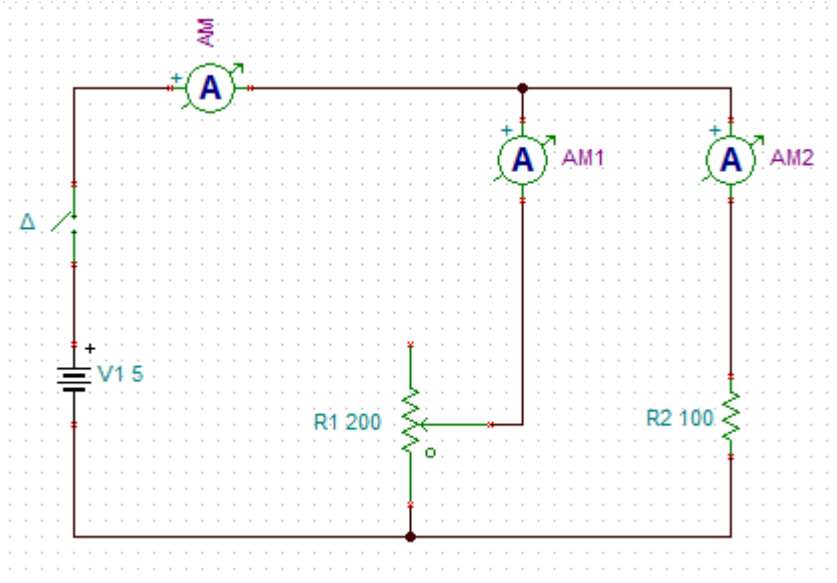
Υπόθεση 5η: Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα την μεγαλύτερη τιμή ρεύματος θα την μετρήσω στο κλάδο του κυκλώματος που θα έχει την μικρότερη τιμή αντίστασης.

- Επιλέξτε **“Αρχείο” > “Δημιουργία”** νέου κυκλώματος.

Χρησιμοποιήστε τις βιβλιοθήκες **«Βασικά»** και **«Όργανα»** για να συνδέσετε το ροοστάτη R1 παράλληλα με την αντίσταση R2. Συνδέστε επίσης από ένα αμπερόμετρο σε κάθε κλάδο.

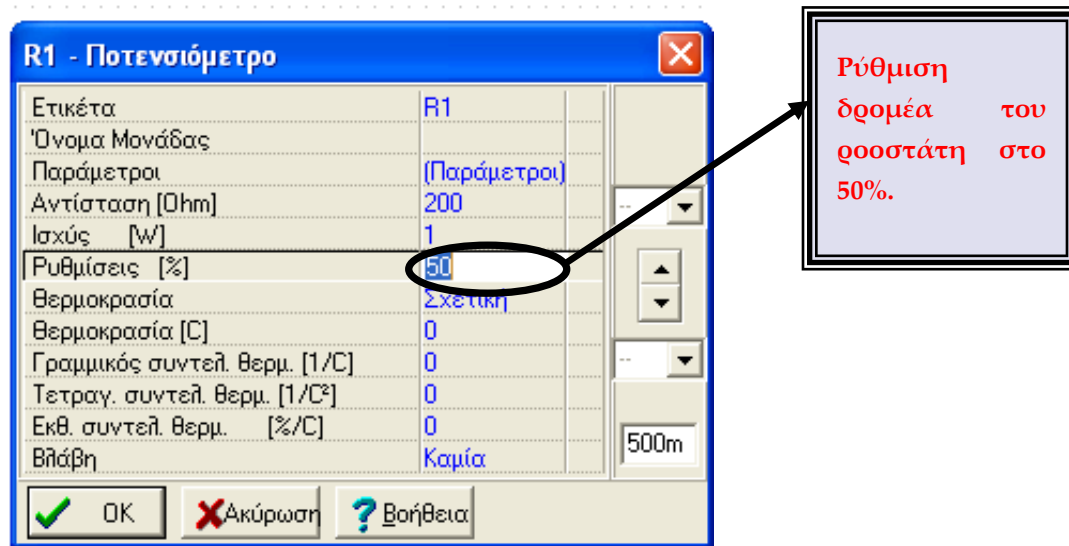
Τα απαραίτητα εξαρτήματα για τη δημιουργία του κυκλώματος είναι:

- Συσσωρευτής (μπαταρία) 5V
 - Διακόπτης (Δ)
 - Μεταβλητή αντίσταση R1 (0-200 Ω)
 - Αντίσταση R2 (100 Ω)
 - 3 Αμπερόμετρα
 - Αγωγοί σύνδεσης των εξαρτημάτων
- Αποθηκεύστε το κύκλωμα με το όνομα Δραστηριότητα3_1.

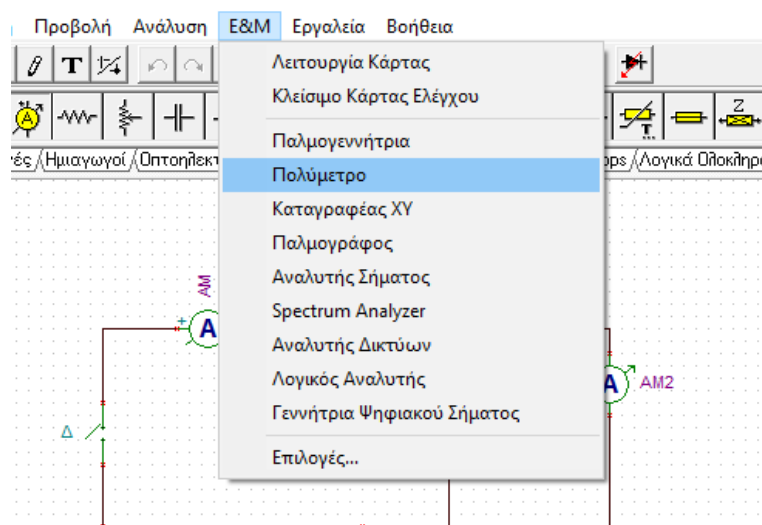


Κύκλωμα 3^{ης} δραστηριότητας

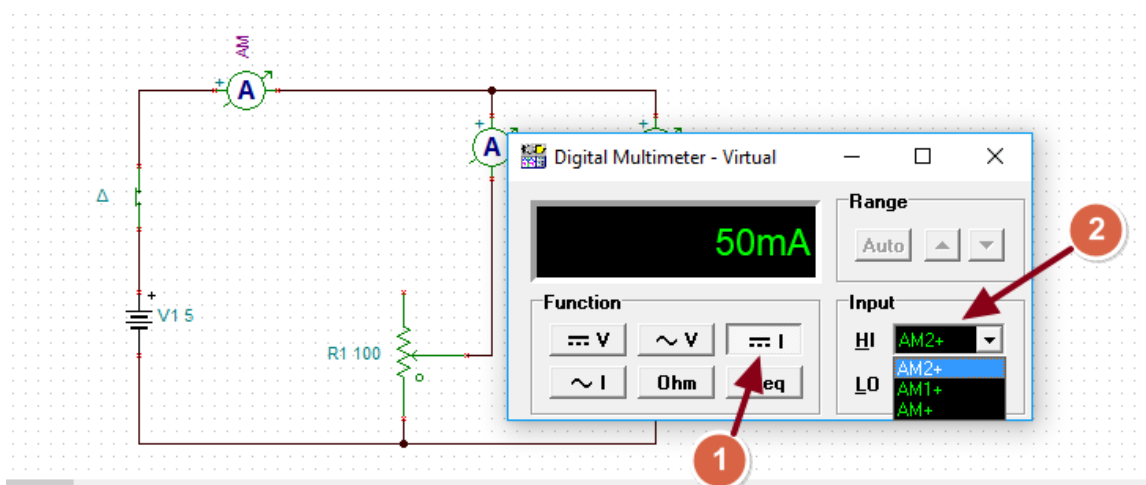
- Ρυθμίστε την αντίσταση R2 στα 100Ω και την πηγή τάσης στα 5V DC και κρατήστε τις τιμές τους σταθερές.
- Ρυθμίστε το ροοστάτη R1 (μεταβλητή αντίσταση) ώστε να έχει μέγιστη αντίσταση 200Ω.
- Ρυθμίστε το δρομέα του ροοστάτη R1 στο 50% (Ρυθμίσεις [%]: 50).



- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
7. Ποιο από τα τρία αμπερόμετρα κατά τη γνώμη σας θα έχει τη μεγαλύτερη ένδειξη;
 8. Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;
- Στο σημείο αυτό θα μπορούσαμε να ενεργοποιήσουμε την προσομοίωση του κυκλώματος και αφού κλείσουμε το διακόπτη Δ του κυκλώματος να πάρουμε τις μετρήσεις μας. Ένας άλλος τρόπος για να πάρουμε μετρήσεις, όταν έχουμε πολλά όργανα μέτρησης, είναι να χρησιμοποιήσουμε τα εικονικά όργανα που διαθέτει το Tina.
 - Στο μενού E&M υπάρχουν εικονικά όργανα με τα οποία μπορούν να μετρηθούν ηλεκτρικά μεγέθη ή/και να τροφοδοτηθούν τα κυκλώματα. Τα όργανα αυτά είναι: Παλμογράφος, Πολύμετρο, Παλμογεννήτρια, Αναλυτής σήματος, κ.ά. Από το μενού E&M επιλέξτε πολύμετρο όπως φαίνεται παρακάτω:



- Στο εικονικό πολύμετρο που εμφανίζεται, επιλέγεται το μέγεθος που θέλετε να μετρήσετε (1: ένταση συνεχούς ρεύματος I_{DC}) στη συνέχεια κλείνετε το διακόπτη Δ του κυκλώματος και στο εικονικό πολύμετρο επιλέγεται για πιο αμπερόμετρο θέλετε να έχετε κάθε φορά ένδειξη (2).



- Σημειώστε τις ενδείξεις τις ενδείξεις των τριών αμπερομέτρων για την 1η μέτρηση στον Πίνακα 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Ρύθμιση R1 αντίστασης	Ένδειξη αμπερομέτρου AM1 (A)	Ένδειξη αμπερομέτρου AM2 (A)	Ένδειξη αμπερομέτρου AM (A)	AM1 + AM2 (A)
50% R1				
70% R1				
90% R1				
40% R1				
10% R1				

- Ρυθμίστε το δρομέα του ροοστάτη R1 σε 2 διαφορετικές τιμές 70% και 90% αυξάνοντας την αντίστασή του και σημειώστε τις μετρήσεις σας στον ΠΙΝΑΚΑ 4.
 - Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία ρυθμίζοντας το δρομέα του ροοστάτη R1 σε 2 διαφορετικές τιμές, στο 40% και 10%, μειώνοντας τώρα την αντίστασή του και σημειώστε τις μετρήσεις σας στον ΠΙΝΑΚΑ 4.
 - Στην επιφάνεια εργασίας επιλέξτε την αριθμομηχανή και υπολογίστε το άθροισμα των ενδείξεων των δύο αμπερομέτρων (AM1 + AM2) για όλες τις μετρήσεις και καταγράψτε τους υπολογισμούς σας στον Πίνακα 4.
 - Διακόψτε την προσομοίωση του κυκλώματος.
- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
9. Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στις ενδείξεις των τριών αμπερομέτρων όταν αυξάνεται η αντίσταση του ροοστάτη R1;
 10. Πού νομίζετε ότι οφείλεται η αλλαγή στις ενδείξεις των οργάνων;
 11. Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στις ενδείξεις των τριών αμπερομέτρων όταν μειώνεται η αντίσταση του ροοστάτη R1;
 12. Τι δείχνει το αμπερόμετρο AM κάθε φορά που αλλάζω την αντίσταση του ροοστάτη R1;
 13. Γιατί ποιο λόγο νομίζετε ότι η ένδειξη του αμπερομέτρου AM δεν παραμένει σταθερή;
 14. Σε ποια περίπτωση οι ενδείξεις των αμπερομέτρων AM1 και AM2 είναι ίσες; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Το παρόν σενάριο περιλαμβάνεται στο επιμορφωτικό υλικό της εκπαίδευσης επιμορφωτών Β' επιπέδου ΤΠΕ στα ΠΑΚΕ (Συστάδα 9: Εκπαιδευτικοί Μηχανικοί), όπως αναπτύχθηκε/προσαρμόστηκε και αξιοποιήθηκε στο πλαίσιο της Πράξης «Επιμόρφωση εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση και εφαρμογή των ψηφιακών τεχνολογιών στη διδακτική πράξη (Επιμόρφωση Β' επιπέδου ΤΠΕ)», <http://e-pimorfosi.cti.gr>, του Ε.Π. «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού – Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση», ΕΣΠΑ 2014-2020, με τελικό δικαιούχο το ΙΤΥΕ «Διόφαντος».

Το επιμορφωτικό υλικό αποτελεί ιδιοκτησία του ΥΠΑΙΘ και καλύπτεται από την ισχύουσα νομοθεσία για την προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων των δημιουργών. Διατέθηκε μέσω της ειδικής πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης της παραπάνω Πράξης (moodle), ενώ την ευθύνη ανάπτυξής του είχε συγγραφική ομάδα εξειδικευμένων εκπαιδευτικών, με επιστημονική υπεύθυνη την κ. Κυπαρισσία Παπανικολάου, Καθηγήτρια στην Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (ΑΣΠΑΙΤΕ), στο Παιδαγωγικό Τμήμα.



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

