**Ζωγραφίζοντας και υπολογίζοντας τη συχνότητα εναλλασσόμενου ρεύματος με λίγη… χημεία**

**Συσκευές και υλικά**

* Διηθητικό χαρτί ή φίλτρο μηχανής καφέ
* Φύλλο αλουμινίου διαστάσεων λίγο μεγαλύτερων από το διηθητικό χαρτί ή το φίλτρο.
* Τροφοδοτικό συνεχούς τάσης ή μπαταρία 9V
* Γεννήτρια συχνοτήτων (για πειράματα με εναλλασσόμενο ρεύμα)
* Ροοστάτης (10 – 20 Ω και τουλάχιστον 2 A)
* Ένα καλώδιο με ακροδέκτες «μπανάνες» στα δύο άκρα του και δύο καλώδια με έναν ακροδέκτη «μπανάνα» και έναν ακροδέκτη «κροκοδειλάκι»
* Υδατικά διαλύματα ιωδιούχου καλίου και αμύλου
* Χρονόμετρο

**Προετοιμασία διαλυμάτων**

Παρασκευάζουμε διάλυμα ιωδιούχου καλίου 0,1 Μ. Ζυγίζουμε 1,6 g ΚΙ και το τοποθετούμε σε ποτήρι ζέσεως των 250 ml. Προσθέτουμε 70 ml αποσταγμένου νερού και ανακατεύουμε. Όταν διαλυθεί, προσθέτουμε αποσταγμένο νερό μέχρι τα 100 ml.

Ανακατεύουμε 1 g αμύλου με λίγα ml αποσταγμένο νερό σε ένα ποτήρι ζέσεως των 250 ml. Βράζουμε 80 ml αποσταγμένου νερού και τα προσθέτουμε στο διάλυμα, ανακατεύοντας. Αφήνουμε να κρυώσει και συμπληρώνουμε με αποσταγμένο νερό ως τα 100 ml. Προσθέτουμε περίπου 10 ml από το τελικό διάλυμα σε 100 ml διαλύματος ΚΙ. Το διάλυμα αμύλου δεν είναι απολύτως απαραίτητο, όπως θα φανεί στη συνέχεια.

**Διαδικασία**

**Δοκιμή με συνεχές ρεύμα**

* Βυθίζουμε ένα διηθητικό χαρτί στο διάλυμα αμύλου και ιωδιούχου καλίου και το τοποθετούμε –χωρίς να στεγνώσει– πάνω στο φύλλο αλουμινίου. Προτείνουμε το φύλλο αλουμινίου να έχει τυλιχθεί γύρω από ένα πλαστικοποιημένο φύλλο Α4.
* Συνδέουμε τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας ή της πηγής συνεχούς τάσης στο φύλλο αλουμινίου.
* Συνδέουμε τον θετικό πόλο με ένα καλώδιο με «μπανάνα» και «κροκοδειλάκι» και φέρνουμε το «κροκοδειλάκι» σε επαφή με το φίλτρο. Παρατηρούμε πως σχηματίζεται ένα καφέ σημάδι (ή μπλε αν έχουμε προσθέσει τον δείκτη αμύλου).
* Αυτό συμβαίνει γιατί αν διέλθει ρεύμα από ένα διάλυμα KI τότε ιόντα ιωδίου συγκεντρώνονται στην άνοδο (θετικό ηλεκτρόδιο) με αποτέλεσμα να εμφανίζεται καφέ χρώμα (ή μπλε μαζί με τον δείκτη αμύλου).
* Μετακινούμε το καλώδιο πάνω στο φίλτρο διατηρώντας συνεχώς τον ακροδέκτη σε επαφή μαζί του. Παρατηρούμε πως σχηματίζεται μία συνεχής γραμμή, το οποίο μας δίνει τη δυνατότητα να σχεδιάσουμε ή να γράψουμε ό,τι θέλουμε.
* Δοκιμάζουμε να αντιστρέψουμε την πολικότητα των δύο καλωδίων. Τι θα παρατηρήσουμε;

**Δοκιμή με εναλλασσόμενο ρεύμα**

* Επιλέγουμε, αρχικά, τιμή συχνότητας ίση με 4 Hz στη γεννήτρια συχνοτήτων.
* Πατάμε μέσα το κουμπί POWER OUT και το κουμπί με το σήμα του ημιτόνου, ακριβώς στα δεξιά του.
* Συνδέουμε τη φάση (κόκκινος ακροδέκτης) του POWER OUT της γεννήτριας με το ένα άκρο του ροοστάτη (με το καλώδιο με τις δύο «μπανάνες) και θέτουμε αρχικά τον δρομέα του ροοστάτη στο μέγιστο της διαδρομής του.
* Συνδέουμε τον ουδέτερο πόλο (μαύρος ακροδέκτης) του POWER OUT της γεννήτριας με το αλουμινόχαρτο με το ένα καλώδιο με «μπανάνα» και «κροκοδειλάκι».
* Στη συνέχεια συνδέουμε τον δρομέα του ροοστάτη με το άλλο καλώδιο με «μπανάνα» και «κροκοδειλάκι» αφήνοντας το δεύτερο προς το παρόν «στον αέρα» (εικόνα 1).
* Θέτουμε σε λειτουργία τη γεννήτρια συχνοτήτων και ρυθμίζουμε τον κυκλικό επιλογέα Amplitude στη μεσαία θέση. Αν φέρουμε σε επαφή το ελεύθερο άκρο του καλωδίου, που είναι συνδεδεμένο με τον δρομέα, με την επιφάνεια του φίλτρου θα δούμε να σχηματίζεται ένα καφέ σημάδι[[1]](#footnote-1) (ή μπλε αν έχουμε προσθέσει τον δείκτη αμύλου) όπως ακριβώς και στην περίπτωση του συνεχούς ρεύματος.



**Εικόνα 1.** Η προτεινόμενη συνδεσμολογία.

* Ωστόσο, αν μετακινήσουμε το καλώδιο πάνω στο φίλτρο, διατηρώντας πάντα τον ακροδέκτη σε επαφή μαζί του, θα παρατηρήσουμε πως αυτή τη φορά δεν σχηματίζεται μία συνεχής καφέ γραμμή αλλά μία διακεκομμένη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως η φάση του POWER OUT έχει θετική τιμή τάσης μόνο για μισή περίοδο (οπότε και σχηματίζονται ιόντα ιωδίου) ενώ στην επόμενη μισή περίοδο έχει αρνητική τιμή τάσης και το φίλτρο παραμένει λευκό.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το φαινόμενο και τη συνδεσμολογία για να μετρήσουμε τη συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος.

**Υπολογισμός συχνότητας εναλλασσόμενου ρεύματος**

* Ρυθμίζουμε τη συχνότητα στη γεννήτρια συχνότητας σε μία τυχαία τιμή[[2]](#footnote-2) ή ακόμα καλύτερα αφήνουμε κάποιον άλλον να τη ρυθμίσει σε μία άγνωστη για εμάς τιμή, ενώ δεν έχουμε οπτική επαφή με την κλίμακα συχνοτήτων.
* Θέτουμε το χρονόμετρο σε λειτουργία και ταυτόχρονα φέρνουμε το ηλεκτρόδιο της φάσης της γεννήτριας σε επαφή με το φίλτρο και το κινούμε διαρκώς αλλά ήρεμα πάνω του σχηματίζοντας μία σπείρα[[3]](#footnote-3).
* Εκμεταλλευόμαστε όλη την επιφάνεια του φίλτρου, ώστε η κίνηση να έχει την κατά το δυνατόν μεγαλύτερη διάρκεια και σταματάμε το χρονόμετρο τη στιγμή που το ηλεκτρόδιο χάνει οριστικά επαφή με το φίλτρο. Έστω t η τιμή του χρόνου που έχει καταγραφεί.
* Πάνω στο φίλτρο έχει σχηματιστεί μία διακεκομμένη σπείρα (εικόνα 2), στην οποία είναι εύκολο να μετρήσουμε τον αριθμό Ν των επιμέρους τμημάτων. Η τιμή της συχνότητας του εναλλασσόμενου ρεύματος είναι: f=N/t.



**Εικόνα 2.** Η διακεκομμένη σπείρα.

**Βιβλιογραφία**

Institute of Physics (IOP). Wet paper demonstration of electrolysis. Ανασύρθηκε στις 20/12/2020 από: <https://spark.iop.org/wet-paper-demonstration-electrolysis#gref>

Sibbons, C. (1988). Experiments in Physics. Oxford: Basil Blackwell. σ. 134.

1. Αν δεν δούμε να σχηματίζεται κάτι τέτοιο τότε μετακινούμε τον δρομέα του ροοστάτη προς το μέσο της διαδρομής του. Σε καμία περίπτωση δεν τον τοποθετούμε κοντά στην αρχή της διαδρομής του. Κίνδυνος βλάβης της γεννήτριας συχνοτήτων. [↑](#footnote-ref-1)
2. Η διαδικασία δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα για σχετικά μικρές τιμές συχνότητας. Αρχικά, δοκιμάστε συχνότητες 0,2 - 4 Hz. [↑](#footnote-ref-2)
3. Ο Sibbons προτείνει τη χρήση ενός πικάπ. Η ιδέα είναι ενδιαφέρουσα καθώς καθιστά περιττό το χρονόμετρο, αλλά καθώς είναι μάλλον δύσκολο να υπάρχει πρόσβαση σε πικάπ από κάθε σχολική μονάδα η πρότασή μας κινείται διαφορετικά. [↑](#footnote-ref-3)