

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Μάθημα: Δομή & Ηλεκτρικές Ιδιότητες Των υλικών

1^η Εργαστηριακή Άσκηση

Βασική οργανολογία- Αγωγιμότητα υλικού & αντίσταση

Ονοματεπώνυμο: Δόντη Ειρήνη

Αριθμός Μητρώου: 03119839

Αριθμός Εγγραφής: 139

Ομάδα: 3

Εξάμηνο: 2^ο

Αθήνα
Ιούνιος 2020

Πίνακας περιεχομένων:

1. Θεωρητικό Μέρος:.....	1
Υπολογισμός Συχνότητας Στον Παλμογράφο:	3
Σφάλματα Στις Εργαστηριακές Μετρήσεις:	3
2. Πειραματικό Μέρος:	4
1.Μέτρηση Τιμής Αντίστασης:	4
1.4. Τιμή Αντίστασης:	4
1.5. Χρώματα Λωρίδων:.....	4
2.Μέτρηση Συχνότητας Στον Παλμογράφο:.....	4
2.4. Βήμα:	4
2.5.Βήμα:	5
2.6.Βήμα:	5
2.7.Βήμα:	5
2.8.Βήμα:	5
2.9.Βήμα:	5
3. Θεωρητικό Μέρος:.....	6
Αγωγοί:.....	6
Ημιαγωγοί:	7
4. Πειραματικό Μέρος:	7
Άσκηση 1: Μέτρηση Αντίστασης Αγωγού Συναρτήσει Θερμοκρασίας:	7
1.1.Βήμα:	7
1.3.Βήμα:	7
1.4.Βήμα:	8
1.5.Βήμα:	8
1.6.Βήμα:	8
Άσκηση 2: Μέτρηση Αντίστασης Ημιαγωγού Si Συναρτήσει Θερμοκρασίας:	9
2.1.Βήμα:	9
2.2.Βήμα:	9
2.3.Βήμα:	9
2.4.Βήμα:	9
2.5.Βήμα:	10
2.6.Βήμα:	10
5.Συμπεράσματα:	11
1.Μέτρηση Τιμής Αντίστασης:	11
2.Μέτρηση Συχνότητας Στον Παλμογράφο:.....	11
Άσκηση 1 & 2: Μέτρηση Αντίστασης Αγωγού Συναρτήσει Θερμοκρασίας - Μέτρηση Αντίστασης Ημιαγωγού Si Συναρτήσει Θερμοκρασίας:	11
Πίνακας Εικόνων-Διαγραμμάτων:.....	12
Βιβλιογραφία:	12

1. Θεωρητικό Μέρος: Υπολογισμός Τιμής Αντίστασης:

Η συσκευή που εμποδίζει την διέλευση ρεύματος, μετατρέποντας την ηλεκτρική ενέργεια σε θερμότητα, ονομάζεται αντιστάτης. Ο αντιστάτης στον οποίον η τάση V που εφαρμόζεται στα άκρα του είναι ανάλογη με την ένταση I που τον διαρρέει (δηλαδή ισχύει η σχέση $V = I \cdot R$), ονομάζεται ωμικός αντιστάτης.

Στο εργαστήριο, η μέτρηση της τιμής της αντίστασης γίνεται με ένα **πολύμετρο**. Η τιμή που προκύπτει, είναι η λεγόμενη **πραγματική αντίσταση**. Το πολύμετρο είναι μία συσκευή (αναλογική ή ψηφιακή), η οποία πραγματοποιεί διάφορες ηλεκτρικές μετρήσεις όπως: τάση & ένταση (συνεχή ή εναλλασσόμενη), αντίσταση, χωρητικότητα πυκνωτή, πτώση τάσης διόδου, συχνότητα και θερμοκρασία.

Η διαδικασία μέτρησης της αντίστασης με ένα απλό πολύμετρο είναι η εξής: Οι ακροδέκτες του οργάνου τοποθετούνται ένας στην θέση COM και ένας στην θέση με μονάδα Ω . Ρυθμίζουμε το πολύμετρο ώστε να μετρά αντίσταση και τοποθετούμε τον επιλογέα στη μέγιστη θέση. Σταδιακά, μέχρι να εμφανιστεί η ένδειξη «1» ή O.L (Over Limit), μειώνουμε τις προσφερόμενες τιμές του πολυμέτρου και στο τέλος επαναφέρουμε στην αμέσως προηγούμενη τιμή που είχε ο επιλογέας. Έπειτα από την χρήση, επαναφέρουμε τον επιλογέα στην θέση OFF.

Η τιμή που έχει δοθεί από τον κατασκευαστή στην αντίσταση (με χρωματιστές γραμμές στο σώμα της), ονομάζεται **αναγραφόμενη αντίσταση** και μπορεί να εκτιμηθεί μέσω του **χρωματικού κώδικα των αντιστάσεων**:

ΧΡΩΜΑ		1 ^η ΛΩΡΙΔΑ	2 ^η ΛΩΡΙΔΑ	3 ^η ΛΩΡΙΔΑ	4 ^η ΛΩΡΙΔΑ	5 ^η ΛΩΡΙΔΑ
Μαύρο		0	0	0	x1Ω	
Καφέ		1	1	1	x10Ω	±1%
Κόκκινο		2	2	2	x100Ω	±2%
Πορτοκαλί		3	3	3	x1kΩ	
Κίτρινο		4	4	4	x10kΩ	
Πράσινο		5	5	5	x100kΩ	±0.5%
Μπλε		6	6	6	x1MΩ	±0.25%
Μωβ		7	7	7	x10MΩ	±0.1%
Γκρι		8	8	8		±0.05%
Λευκό		9	9	9		
Χρυσό					x0.1Ω	±5%
Ασημί					x0.01Ω	±10%

Εικόνα 1.

Όπως φαίνεται στον πίνακα, το κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε διαφορετική τιμή.

Έτσι, ο υπολογισμός της αντίστασης γίνεται ως εξής:

Τοποθετούμε προς την δεξιά, την μεριά που η λωρίδα της αντίστασης απέχει περισσότερο από τις υπόλοιπες. Οι πρώτες δύο λωρίδες, από αριστερά, δηλώνουν έναν διψήφιο αριθμό. Η τρίτη λωρίδα, δηλώνει το μέγεθος που πολλαπλασιάζεται με τον διψήφιο αριθμό που αναφερθήκαμε πριν (τον πολλαπλασιαστή), ενώ η τέταρτη δηλώνει το ποσοστό απόκλισης τιμής που μπορεί να έχει η εργαστηριακή μέτρηση της αντίστασης από αυτή του κατασκευαστή.

Η απόκλιση τιμής (σφάλμα) στα πλαίσια του εργαστηρίου, υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Σφάλμα}\% = \pm \frac{|R \text{ κατασκευαστή} - \text{υπολογισμένη στο εργαστήριο } R|}{R \text{ κατασκευαστή}} 100\%$$

Οι αντιστάσεις μπορούν να τοποθετηθούν στην ονομαζόμενη **εργαστηριακή πλακέτα (breadboard)**, η οποία χρησιμοποιείται για άμεση τοποθέτηση ηλεκτρονικών συσκευών στις οπές της, με σκοπό την δημιουργία και τον έλεγχο των κυκλωμάτων.

Υπολογισμός Συχνότητας Στον Παλμογράφο:

Η **γεννήτρια συχνοτήτων** είναι το όργανο, το οποίο παράγει επιλεγμένα εναλλασσόμενα σήματα με συγκεκριμένη κυματομορφή, πλάτος και περίοδο. Η σύνδεση της γεννήτριας με κάποιο κύκλωμα επιτυγχάνεται με καλώδιο BNC – «Κροκοδειλάκια», ενώ με τον παλμογράφο με ένα καλώδιο BNC – BNC.

Οι **παλμογράφοι** είναι συσκευές (αναλογικές ή ψηφιακές) που απλώς απεικονίζουν τα ηλεκτρικά σήματα που δημιουργούνται, για παράδειγμα, σε μία γεννήτρια συχνοτήτων. Επίσης, κάνουν μετρήσεις σε σχετικά μεγέθη όπως: συχνότητα, περίοδος, πλάτος κλπ. Οι μετρήσεις αυτές είναι μετρημένες με αναλογία τα κουτάκια που δημιουργούνται από το πλέγμα (κάθετες και οριζόντιες διακεκομμένες γραμμές) του παλμογράφου. Άρα, αν θέλουμε να μετρήσουμε μία περίοδο σε ένα επαναλαμβανόμενο σήμα με οριζόντιο άξονα τον χρόνο, θα μετρούσαμε τα κουτάκια που παρεμβάλλονται οριζόντια από το μέγιστη τιμή της γραφικής, μέχρι την ακριβώς επόμενη μέγιστη τιμή (ή από το ελάχιστο σημείο, αλλά peak to peak). Έπειτα, τα πολλαπλασιάζουμε με την κλίμακα του οριζόντιου άξονα (με προσοχή στις μονάδες μέτρησης που αναγράφονται στην κλίμακα). Εφόσον έχουμε υπολογίσει την περίοδο του επαναλαμβανόμενου σήματος μπορούμε να υπολογίσουμε την συχνότητα με τον εξής τύπο που συνδέει αυτά τα μεγέθη: $f = \frac{1}{T}$.

Επίσης, αν αναφερόμαστε σε ημιτονοειδές σήμα, μπορούμε να υπολογίσουμε την συνάρτηση ημιτονοειδούς κύματος με τον τύπο: $V(t) = V \sin(\omega t)$ με $\omega = 2\pi f$ & $V = \frac{V_{peak\ to\ peak}}{2}$. Η τάση $V_{peak\ to\ peak}$, που μπορούμε να μετρήσουμε από τα κάθετα κουτάκια του παλμογράφου που περιλαμβάνονται στη μέγιστη και ελάχιστη θέση της απεικόνισης επί την κάθετη κλίμακα, είναι ίση με την απόσταση από την μέγιστη θέση ως την ελάχιστη θέση της ημιτονοειδούς αναπαράστασης. Δηλαδή είναι ίση με το διπλάσιο του πλάτους.

Σφάλματα Στις Εργαστηριακές Μετρήσεις:

Τα πειράματα στο εργαστήριο έχουν αρκετές φορές σφάλματα που οφείλονται, είτε στα όργανα που χρησιμοποιούμε, είτε στις δικές μας μετρήσεις. Με άλλα λόγια, μπορεί το όργανο που χρησιμοποιούμε να έχει κάποιο πρόβλημα (εξωτερική αιτία) ή να ακολουθούμε λάθος πρακτική στις μετρήσεις που κάνουμε (υποκειμενική αιτία). Κάποια από αυτά τα σφάλματα, προκαλούνται είτε με άγνωστα αίτια (γι' αυτό

ονομάζονται τυχαία), είτε συνηθέστερα λόγω της κατάστασης και της ρύθμισης των οργάνων (γι' αυτό ονομάζονται συστηματικά).

2. Πειραματικό Μέρος:

1. Μέτρηση Τιμής Αντίστασης:

Σε αυτή την άσκηση, μας ζητείται να υπολογίσουμε την πραγματική αντίσταση ενός σύρματος και να την συγκρίνουμε με την αντίσταση που ενδείκνυται από τον κατασκευαστή. Η μέθοδος που ακολουθούμε, αναφέρεται στο θεωρητικό μέρος.

1.4. Τιμή Αντίστασης: $R = 98.3 \Omega$

1.5. Χρώματα Λωρίδων: 1^η Καφέ – 2^η Μαύρη – 3^η Καφέ – 4^η Χρυσή.

Τα χρώματα λωρίδων μεταφράζονται με βάση τον χρωματικό κώδικα αντιστάσεων ως εξής:

Καφέ: 1 Μαύρο: 0 Καφέ: $\times 10$ Χρυσό: ± 0.5 .

Άρα, η τιμή της αντίστασης εκτιμάται από τον κατασκευαστή: $10 \times 10 = 100 \Omega$ με ανοχή τιμής: $\pm 5\%$.

Το σφάλμα, όπως αναφέρθηκε στο θεωρητικό μέρος, υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Σφάλμα}\% = \frac{|100 - 98.3|}{100} 100\% = 1.7\% < 5\%$$
 (Είναι μέσα στο ποσοστό που προτείνει ο κατασκευαστής.)

2. Μέτρηση Συχνότητας Στον Παλμογράφο:

Σε αυτή την άσκηση, σκοπός είναι, αφενός η εξοικείωση με τον παλμογράφο και την γεννήτρια συχνοτήτων και αφετέρου ο υπολογισμός μεγεθών (π.χ. συχνότητα & περίοδος) με την βοήθεια των εργαστηριακών οργάνων.

2.4. Βήμα:

Η περίοδος T & συνεπώς η συχνότητα του σήματος $f = \frac{1}{T}$ υπολογίζονται ως εξής:

Μετρούμε τα κουτάκια (μισά και ολόκληρα) που παρεμβάλλονται στην οριζόντια ευθεία που ενώνονται δύο διαδοχικά σημεία στα οποία η γραφική παράσταση μεγιστοποιείται. Στην προκειμένη περίπτωση είναι 10. Όμως, ο χρόνος ανά (/) κουτί είναι 0.1 ms /div . Άρα η **περίοδος** που προκύπτει από τον παλμογράφο είναι το γινόμενο των παραπάνω μεγεθών: $T = 10 \times 0.1 \times 10^{-3} = 10^{-3} \text{ sec}$ και σύμφωνα με τον τύπο που συσχετίζει συχνότητα και περίοδο, η **συχνότητα** υπολογίζεται $f = 10^3 \text{ Hz}$. (Δεν υπάρχουν αποκλίσεις σε αυτή την περίπτωση γιατί θέσαμε εξ αρχής $f = 1 \text{ kHz}$.)

2.5.Βήμα:

Ο υπολογισμός της συνάρτησης προϋποθέτει την γνώση της τάσης V . Η τάση (peak to peak) ήδη είναι δεδομένη, αλλά μπορούμε να την υπολογίσουμε μετρώντας τα κουτάκια που παρεμβάλλονται κάθετα και περιλαμβάνονται στην γραφική παράσταση (τα κουτάκια ανάμεσα στην μέγιστη και ελάχιστη θέση που καταλαμβάνει η γραφική παράσταση) και έπειτα να πολλαπλασιάσουμε τον αριθμό τους με τα Volt /div που αναγράφονται. Επίσης, για να υπολογίσουμε την παρεχόμενη τάση, διαιρούμε διά δύο την τάση peak to peak. Άρα, **η συνάρτηση του ημιτονοειδούς κύματος** $V(t) = 3,5\sin(2000\pi t)$, αφού $\omega = 2\pi f = 2000\pi \text{ rad/s}$.

2.6.Βήμα:

Όμοια, τα κουτάκια που απεικονίζονται οριζόντια (όπως και πριν) είναι πάλι 10. Γι' αυτό η **περίοδος** υπολογίζεται $T = 10 \times 10 \times 10^{-6} = 10^{-4} \text{ sec}$ (αφού ο χρόνος ανά κουτί είναι $10 \text{ } \mu\text{s/div}$) και αντίστοιχα η **συχνότητα** υπολογίζεται $f = 10^4 \text{ Hz}$. (Δεν υπάρχουν αποκλίσεις σε αυτή την περίπτωση γιατί θέσαμε εξαρχής $f = 10 \text{ kHz}$.) Επίσης όμοια, **η συνάρτηση ημιτονοειδούς κύματος** $V(t) = 2,5\sin(20000\pi t)$.

2.7.Βήμα:

Όμοια, τα κουτάκια που απεικονίζονται οριζόντια (όπως και πριν) είναι πάλι 10. Γι' αυτό η **περίοδος** υπολογίζεται $T = 10 \times 1 \times 10^{-6} = 10^{-5} \text{ sec}$ (αφού ο χρόνος ανά κουτί είναι $1 \text{ } \mu\text{s/div}$) και αντίστοιχα η **συχνότητα** υπολογίζεται $f = 10^5 \text{ Hz}$. (Δεν υπάρχουν αποκλίσεις σε αυτή την περίπτωση γιατί θέσαμε εξαρχής $f = 100 \text{ kHz}$.)

Επίσης, **η συνάρτηση ημιτονοειδούς κύματος** $V(t) = 1,5\sin(200000\pi t)$ (η παρεχόμενη τάση μπορεί να υπολογιστεί όπως αναλύσαμε προηγουμένως, δηλαδή υπολογίζουμε 6 κουτάκια και γι' αυτό $V_{\text{peak to peak}} = 6 \times 500 \times 10^{-3} = 3 \text{ Volt}$, οπότε $V = \frac{3}{2} V = 1,5 V$).

2.8.Βήμα:

Όμοια, τα κουτάκια που απεικονίζονται οριζόντια (όπως και πριν) είναι πάλι 10. Γι' αυτό η **περίοδος** υπολογίζεται $T = 10 \times 0,1 \times 10^{-3} = 10^{-3} \text{ sec}$ (αφού ο χρόνος ανά κουτί είναι $0,1 \text{ ms /div}$) και αντίστοιχα η **συχνότητα** υπολογίζεται $f = 10^3 \text{ Hz}$. (Δεν υπάρχουν αποκλίσεις σε αυτή την περίπτωση γιατί θέσαμε εξαρχής $f = 1 \text{ kHz}$.)

2.9.Βήμα:

Όμοια, τα κουτάκια που απεικονίζονται οριζόντια (όπως και πριν) είναι πάλι 10. Γι' αυτό η **περίοδος** υπολογίζεται $T = 10 \times 0,1 \times 10^{-3} = 10^{-3} \text{ sec}$ (αφού ο χρόνος

ανά κουτί είναι 0,1 ms /div) και αντίστοιχα η **συχνότητα** υπολογίζεται $f = 10^3$ Hz. (Δεν υπάρχουν αποκλίσεις σε αυτή την περίπτωση γιατί θέσαμε εξαρχής $f = 1$ kHz.)

3. Θεωρητικό Μέρος:

Οι αγωγοί, οι ημιαγωγοί και οι μονωτές αποτελούν υλικά με διαφορετικές ηλεκτρικές ιδιότητες, εξαιτίας της διαφορετικής απόστασης μεταξύ του επάνω μέρους της ζώνης σθένους και του κάτω μέρους της ζώνης αγωγιμότητας τους (δηλαδή έχουν διαφορετικό ενεργειακό διάκενο). Συγκεκριμένα, στους αγωγούς, η ζώνη σθένους με την ζώνη αγωγιμότητας ταυτίζονται, με αποτέλεσμα τα ηλεκτρόνια να μεταπηδούν αβίαστα από την μία ζώνη στην άλλη. Αντίθετα, στους ημιαγωγούς και στους μονωτές δεν συμβαίνει αυτό. Στους ημιαγωγούς, το ενεργειακό διάκενο είναι μικρό, με αποτέλεσμα η μεταπήδηση των ηλεκτρονίων από την μία ζώνη στην άλλη να υφίστανται με κάποια διέγερση ηλεκτρονίων (π.χ με αύξηση της θερμοκρασίας). Από την άλλη, οι μονωτές έχουν σχετικά μεγάλο ενεργειακό διάκενο με αποτέλεσμα να μην μπορούν σε καμία περίπτωση τα ηλεκτρόνια να μεταπηδήσουν από την μία ζώνη στην άλλη.

Αγωγοί:

Η αντίσταση ενός γραμμικού ηλεκτρικού, σε συνάρτηση με το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο, είναι ανάλογη με το μήκος του l και αντιστρόφως ανάλογη με το εμβαδόν της ομοιόμορφης διατομής S . Ισχύει λοιπόν: $R = \rho \frac{l}{S}$ (1) με $\rho = \frac{1}{\sigma}$ ($\Omega \times m$) την ειδική αντίσταση του υλικού του αγωγού και σ την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα του αγωγού, η οποία εκφράζει την ευκολία διέλευσης του ρεύματος σε ορισμένο αγωγό.

Σε έναν αγωγό, η κινητικότητα των ηλεκτρονίων αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Αποτέλεσμα αυτού, είναι η αύξηση των σκεδάσεων μεταξύ ηλεκτρονίων και συνεπώς η μέση ελεύθερη διαδρομή τους μειώνεται. Άρα, η ειδική ηλεκτρική αντίσταση αυξάνεται.

Ισχύει, λοιπόν, η σχέση: $\rho = \rho_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$ (2), $\rho_{20\text{ }^{\circ}\text{C}}$ είναι η ηλεκτρική αντίσταση στους 20 °C, ΔT η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας που αναζητούμε και την θερμοκρασία των 20 °C και α είναι ο θερμικός συντελεστής της αντίστασης.

Από τις σχέσεις (1) & (2), προκύπτει ότι η αύξηση της θερμοκρασίας ενός αγωγού, θα επιφέρει την ανάλογη **γραμμική** αύξηση της αντίστασης του.

Στο πειραματικό μέρος, αποδεικνύουμε μέσω πειράματος το παραπάνω συμπέρασμα.

Ημιαγωγοί:

Η αύξηση της θερμοκρασίας (που μπορεί να προκληθεί αν συνδέσουμε στο ρεύμα τον ημιαγωγό), μειώνει ακόμη περισσότερο την απόσταση μεταξύ των ζωνών σθένους και αγωγιμότητας, λόγω της αύξησης της κινητικότητας των ηλεκτρονίων. Για αυτόν τον λόγο, τα ηλεκτρόνια θα αποκτήσουν την κατάλληλη ενέργεια ώστε να μπορούν να μεταπηδήσουν ανεξέλεγκτα από την ζώνη σθένους στην ζώνη αγωγιμότητας (αφήνοντας τον ίδιο αριθμό οπών πίσω στην ζώνη σθένους). Οπότε, η αύξηση της θερμοκρασίας ενός ημιαγωγού συνεπάγεται με την μείωση **(με μη γραμμικό τρόπο)** της αντίστασης του.

Στο πειραματικό μέρος, αποδεικνύουμε μέσω πειράματος το παραπάνω συμπέρασμα.

4. Πειραματικό Μέρος:

Άσκηση 1: Μέτρηση Αντίστασης Αγωγού Συναρτήσει Θερμοκρασίας:

Όπως, αποδείχθηκε με συλλογισμούς στο θεωρητικό μέρος, θα αποδείξουμε πειραματικά πως η αντίσταση του αγωγού μεταβάλλεται γραμμικά σε σχέση με την θερμοκρασία.

1.1.Βήμα:

Αρχική Τιμή Θερμοκρασίας Σύρματος: $\theta = 32\text{ }^{\circ}\text{C}$

1.3.Βήμα:

Ζεύγη Τιμών Θερμοκρασίας & Παρεχόμενης Τάσης (Με Ένταση 2.5A):

V[V]	$\theta[^{\circ}\text{C}]$
4.2	32
4.3	37
4.4	41
4.5	46
4.6	53
4.7	58
4.8	63
4.9	72
5.0	77
5.1	83
5.2	88

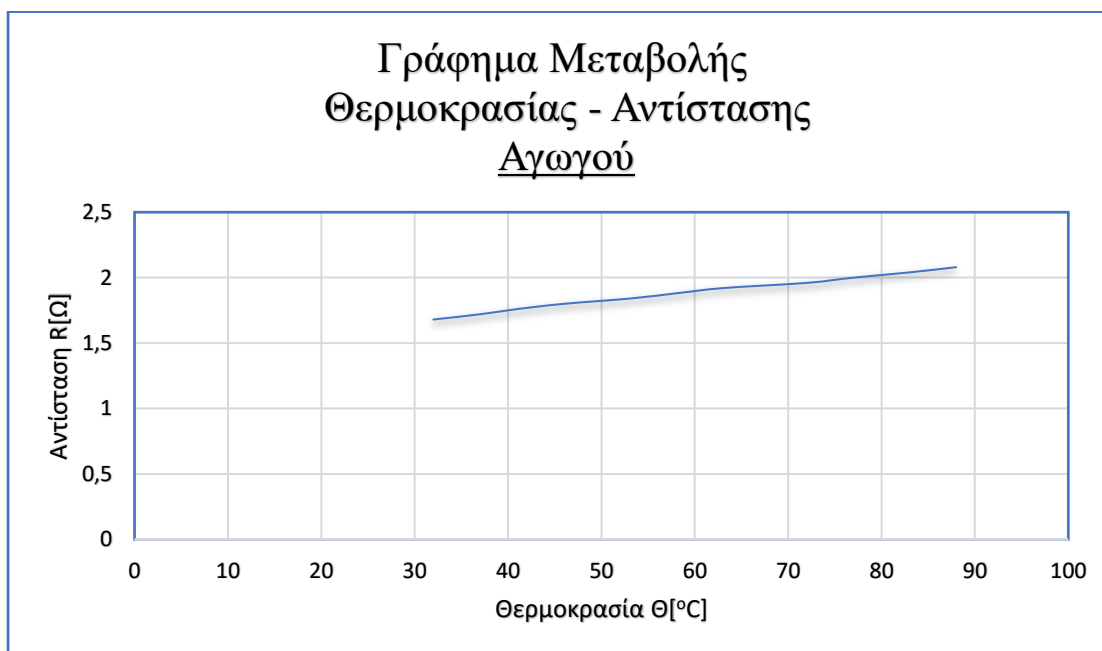
Πίνακας 1.

1.4.Βήμα:

Η μεταβολή της παρεχόμενης τάσης υποδεικνύει πως η τάση εξαρτάται από την θερμοκρασία και μάλιστα με τρόπο σχεδόν γραμμικό, αφού η θερμοκρασία μεταβάλλεται (αυξάνεται) περίπου κατά 5°C κάθε φορά που η τάση αυξάνεται κατά 0.1 V .

1.5.Βήμα:

Γραφική Παράσταση Μεταβολής Αντίστασης – Θερμοκρασίας:



Γραφική Παράσταση 1.

1.6.Βήμα:

Σχολιασμός Γραφικής Παράστασης:

Η γραφική παράσταση είναι μια ευθεία γραμμή που δεν περνά από την αρχή των αξόνων (σχεδόν γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών) και έχει σταθερή θετική κλίση σε κάθε σημείο της. Αυτό σημαίνει πως για σταθερή ένταση, οι τιμές της αντίστασης είναι ανάλογες με τις τιμές της θερμοκρασίας. Καθώς οι τιμές της θερμοκρασίας αυξάνονται στον αγωγό, αυξάνεται με παρόμοιο τρόπο και η αντίσταση. Η απόκλιση κάποιων τιμών από την ευθεία γραμμή, οφείλονται σε σφάλματα στις μετρήσεις ή στα σφάλματα των οργάνων και των υλικών. Όμως, αυτή η γραφική παράσταση επαρκεί, ώστε να επιβεβαιώσουμε τον συλλογισμό που αναφέραμε στο θεωρητικό μέρος.

Άσκηση 2: Μέτρηση Αντίστασης Ημιαγωγού Si Συναρτήσει Θερμοκρασίας:

Θα αποδείξουμε πειραματικά πως η αντίσταση του ημιαγωγού μεταβάλλεται με **μη** γραμμικό τρόπο σε σχέση με την θερμοκρασία.

2.1.Βήμα:

Αρχική Τιμή Θερμοκρασίας Πυριτίου Si: $\theta = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

2.2.Βήμα:

Σύνδεση Πολύμετρου Στα Άκρα Του Si & Μέτρηση Αρχικής Αντίστασης.

2.3.Βήμα:

Μέτρηση Αντίστασης Στη Μέγιστη Θερμοκρασία.

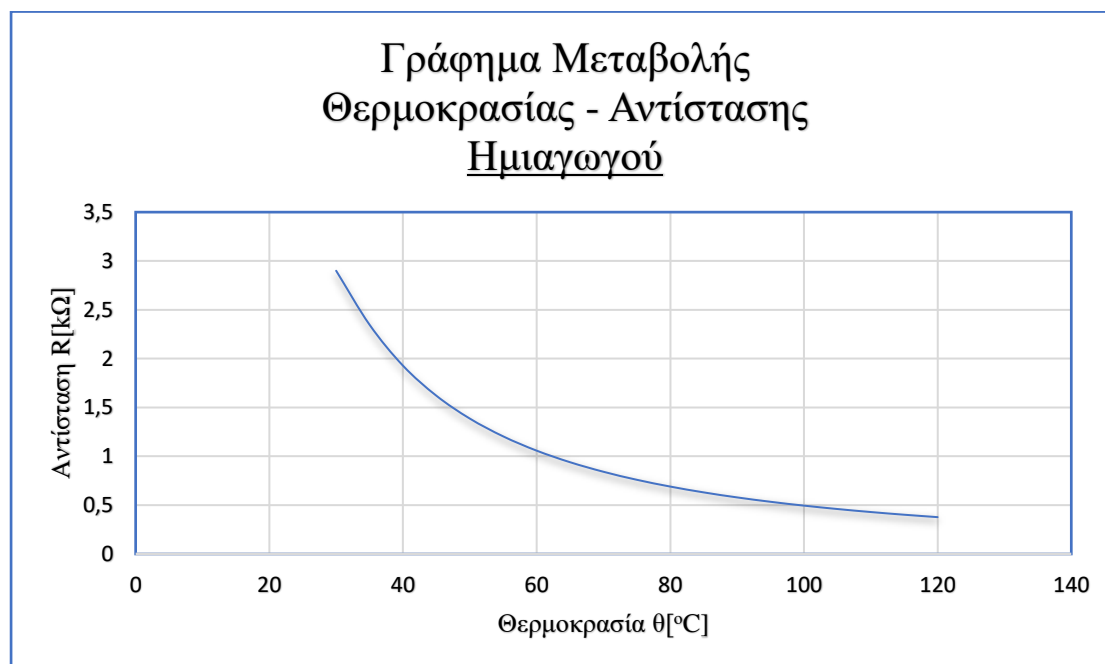
2.4.Βήμα: Ζεύγη Τιμών Θερμοκρασίας & Αντίστασης Μέχρι Αρχική Θερμοκρασία:

$\theta[^{\circ}\text{C}]$	$R[\text{k}\Omega]$
120	0.37721
115	0.40193
110	0.42947
105	0.46031
100	0.49502
95	0.53433
90	0.57914
85	0.63057
80	0.69009
75	0.75960
70	0.84163
65	0.93955
60	1.05805
55	1.20373
50	1.38621
45	1.61994
40	1.92763
35	2.34671
30	2.94314

Πίνακας 2.

2.5.Βήμα:

Γραφική Παράσταση Μεταβολής Αντίστασης – Θερμοκρασίας:



Γραφική Παράσταση 2.

2.6.Βήμα:

Σχολιασμός Γραφικής Παράστασης:

Παρατηρούμε ότι το γράφημα είναι μία φθίνουσα και κυρτή καμπύλη (και δεν έχει ίδια κλίση σε όλα τα σημεία του). Με άλλα λόγια, η σχέση ανάμεσα στην αντίσταση του ημιαγωγού και της θερμοκρασίας του δεν είναι γραμμική. Καθώς, όμως, η θερμοκρασία του ημιαγωγού αυξάνεται, ο ημιαγωγός παρουσιάζει όλο και μικρότερη αντίσταση.

Τυχόν αποκλίσεις μπορεί να οφείλονται σε σφάλματα κατά την διάρκεια του πειράματος ή σε σφάλματα των οργάνων, ακόμη και του ίδιου του δείγματος Si (π.χ. φθορά υλικού). Παρόλα αυτά, η γραφική παράσταση επαρκεί στην απόδειξη του συλλογισμού που αναφέραμε στο θεωρητικό μέρος.

5.Συμπεράσματα:

1.Μέτρηση Τιμής Αντίστασης:

Η τιμή της αντίστασης που δίνεται από τον κατασκευαστή (και την υπολογίζουμε με τις χρωματιστές λωρίδες που υπάρχουν στο σώμα της αντίστασης), είναι διαφορετική από αυτή που υπολογίζεται στον πάγκο του εργαστηρίου. Αυτό συμβαίνει γιατί μπορεί να υπάρχει πρόβλημα στο πολύμετρο που χρησιμοποιούμε ή η αντίσταση να μην έχει ακριβώς την τιμή αντίστασης που προτείνει ο κατασκευαστής. Ακόμα και η μέθοδος που χρησιμοποιούμε για να μετρήσουμε την αντίσταση μπορεί να προκαλέσει σφάλματα στην μέτρηση.

2.Μέτρηση Συχνότητας Στον Παλμογράφο:

Η γεννήτρια συχνοτήτων αναπαράγει το σήμα και ο παλμογράφος απλώς το απεικονίζει χωρίς να έχει την δυνατότητα να μεταλλάσσει τα μεγέθη που ορίζονται στην γεννήτρια συχνοτήτων. Άρα η συχνότητα που υπολογίζουμε από την αναπαράσταση του παλμογράφου, εξαρτάται αποκλειστικά από την γεννήτρια συχνοτήτων και όχι από τον ίδιο τον παλμογράφο. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι η συχνότητα που ορίζουμε στην γεννήτρια συχνοτήτων είναι η ίδια με την συχνότητα που προκύπτει μετρώντας τα κουτάκια (με τον τρόπο που ορίσαμε στο θεωρητικό μέρος) και πολλαπλασιάζοντας τα με την κλίμακα που παρέχει ο παλμογράφος.

Επίσης, στα βήματα 2.8 και 2.9 είναι εμφανές πως οι μορφές του επαναλαμβανόμενου σήματος που επιλέγουμε με ίδια συχνότητα από την γεννήτρια συχνοτήτων (τριγωνική ή παλμική ή ημιτονοειδής), δεν επηρεάζουν την συχνότητα που υπολογίζουμε από τον παλμογράφο.

Άσκηση 1 & 2: Μέτρηση Αντίστασης Αγωγού Συναρτήσει Θερμοκρασίας - Μέτρηση Αντίστασης Ημιαγωγού Si Συναρτήσει Θερμοκρασίας:

Οι αγωγοί και οι ημιαγωγοί, όπως αναφέραμε στο πειραματικό μέρος, έχουν διαφορετικές τιμές ενεργειακών διακένων. Αποτέλεσμα αυτού είναι η διαφορετική συμπεριφορά τους στην μεταβολή της θερμοκρασίας. Αποδείξαμε στο πειραματικό μέρος, ότι η γραφική παράσταση της αντίστασης συναρτήσει της θερμοκρασίας σε έναν αγωγό είναι μία ευθεία γραμμή εν αντιθέσει με εκείνη του ημιαγωγού που είναι μία καμπύλη. Με άλλα λόγια, η αντίσταση του αγωγού είναι ανάλογο μέγεθος με την θερμοκρασία, ενώ η αντίσταση του ημιαγωγού είναι αντιστρόφως ανάλογο μέγεθος με την θερμοκρασία.

Πίνακας Εικόνων-Διαγραμμάτων:

Εικόνα 1.....	2
Πίνακας 1.....	7
Γραφική Παράσταση 1.	8
Πίνακας 2.....	9
Γραφική Παράσταση 2.	10

Βιβλιογραφία:

Χριστοφόρου Ε., (2020), «Βασική οργανολογία – Αγωγιμότητα υλικού & αντίσταση», διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση:

http://mycourses.ntua.gr/courses/ECE1388/document/%C5%F1%E3%E1%F3%F4%E7%F1%E9%E1%EA%DD%F2_%E1%F3%EA%DE%F3%E5%E9%F2/1._%C2%E1%F3%E9%EA%DE_%EF%F1%E3%E1%ED%EF%EB%EF%E3%DF%E1_%26%238211%3B_%C1%E3%F9%E3%E9%EC%FC%F4%E7%F4%E1_%F5%EB%E9%EA%EF%FD_%26_%E1%ED%F4%DF%F3%F4%E1%F3%E7.pdf

Προσπελάστηκε 5/6/2020.