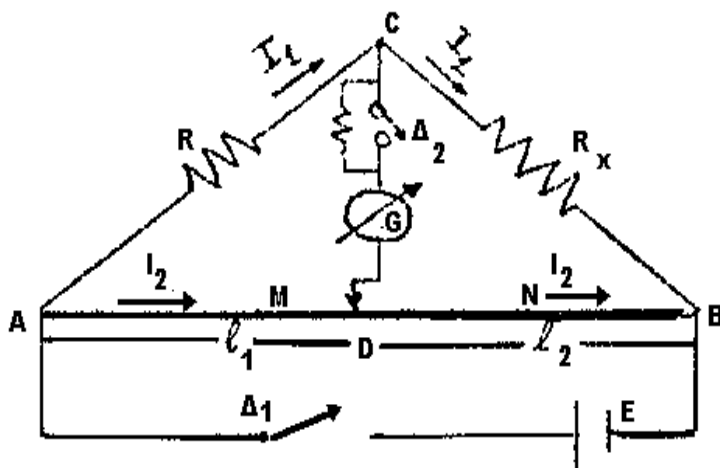


ΑΣΚΗΣΗ 3

ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΓΕΦΥΡΑ WHEATSTONE ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

ΣΥΣΚΕΥΗ

Κιβώτιο γνωστών αντιστάσεων, κιβώτιο αγνώστων αντιστάσεων, μπαταρία, γαλβανόμετρο, διακόπτης, διακόπτης με προστατευτική αντίσταση, πηνίο, δύο γυάλινα δοχεία, θερμόμετρο, αναδευτήρας, πουάρ, βραστήρας και γέφυρα Wheatstone.



Σχήμα 1

ΘΕΩΡΙΑ:

Μια γέφυρα Wheatstone αποτελείται από τέσσερες αντιστάσεις R, R_x, M, N , συνδεδεμένες όπως φαίνεται στο Σχ.1. Η συσκευή τροφοδοτείται από την πηγή E . Οι αντιστάσεις M, N αποτελούν τμήματα του σύρματος AB .

Εάν μετακινώντας το σημείο επαφής D κατά μήκος του σύρματος AB επιτύχουμε μηδενική απόκλιση του γαλβανομέτρου G , τότε τα σημεία C και D ευρίσκονται στο ίδιο δυναμικό. Επομένως η πτώση τάσης στον κλάδο AC είναι ίση με εκείνη στον κλάδο AD , δηλαδή

$$I_1 R = I_2 M \quad (1)$$

και

$$I_1 R_x = I_2 N \quad (2)$$

Εαν διαιρέσουμε τις (1) και (2) κατά μέλη, έχουμε:

$$\frac{R}{R_x} = \frac{M}{N} \quad (3)$$

Εφ' όσον το σύρμα AB είναι ομοιόμορφο, ισχύει:

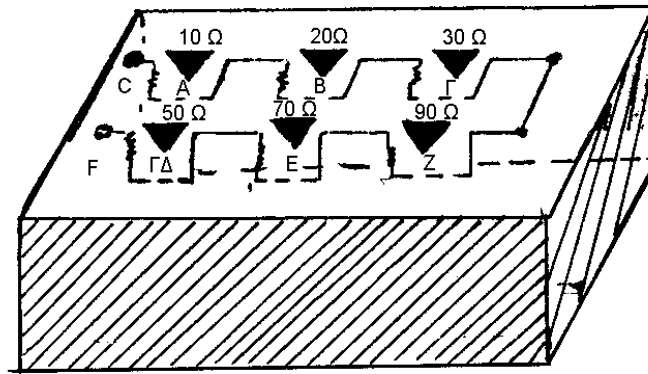
$$M = kl_1 \quad \text{και} \quad N = kl_2 \quad (4)$$

όπου k αντίσταση του σύρματος ανά μονάδα μήκους. Επομένως η (3) γράφεται:

$$\frac{R}{R_x} = \frac{kl_1}{kl_2} = \frac{l_1}{l_2} \quad (5)$$

Περιγραφή κιβωτίου γνωστών αντιστάσεων

Το κιβώτιο γνωστών αντιστάσεων αποτελείται από αντιστάσεις συνδεδεμένες σε σειρά όπως δείχνει το Σχ.2. Στις θέσεις A,B,Γ,Δ... υπάρχουν κουμπιά που όταν είναι τοποθετημένα



Σχήμα 2

βραχυκυκλώνουν τις αντιστάσεις. Επομένως εάν δεν υπάρχει κουμπί π.χ. στη θέση B υπάρχει αντίσταση στο κύκλωμα ίση με 20Ω. Εάν υπάρχουν κενά στις θέσεις A και Z υπάρχει αντίσταση R ίση προς $R=(10+90)\Omega=100\Omega$.

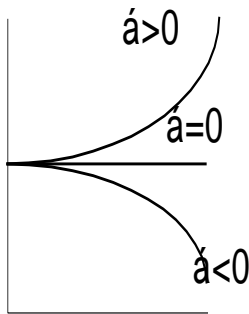
Μεταβολή της αντίστασης με τη θερμοκρασία

Η αντίσταση των υλικών μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση

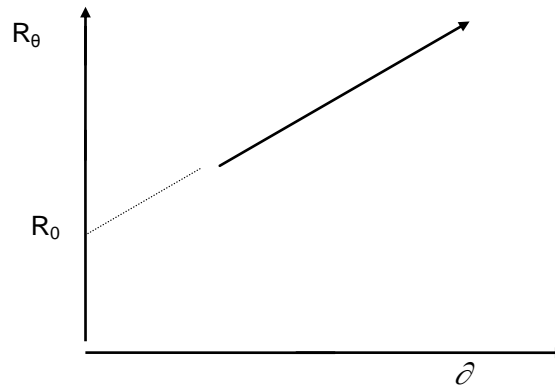
$$R_\theta = R_0(1 + \alpha\theta) \quad (6)$$

όπου R_0 η τιμή της αντίστασης σε 0°C και α ο θερμικός συντελεστής αντίστασης. Ο συντελεστής α εξαρτάται από τη θερμοκρασία και επομένως η R_θ δεν είναι γραμμική

συνάρτηση της θερμοκρασίας, όπως φαίνεται στο Σχ.3. Επίσης ο θερμικός συντελεστής αντίστασης μπορεί να πάρει θετικές ή αρνητικές τιμές, ανάλογα με το υλικό. Για τα μέταλλα έχουμε $\alpha > 0$, για ημιαγωγούς και ηλεκτρολύτες $\alpha < 0$. Για ορισμένα κράματα $\alpha = 0$.



Σχήμα 3



Σχήμα 4

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

1. Να γίνει η συνδεσμολογία όπως δείχνει το Σχ.1. Στη θέση R_x συνδέεται μια άγνωστη αντίσταση και στη θέση R το κιβώτιο γνωστών αντιστάσεων.
2. Ο διακόπτης Δ_1 ανοίγει και κλείνει το κύκλωμα. Ο διακόπτης Δ_2 έχει προστατευτική αντίσταση για να προφυλάσσει το γαλβανόμετρο από μεγάλα ρεύματα. Όταν ο Δ_2 είναι κλειστός, το ρεύμα περνάει από το γαλβανόμετρο χωρίς να παρεμβάλλεται η προστατευτική αντίσταση. Γι' αυτό, έχοντας το διακόπτη Δ_2 ανοικτό και κρατώντας το δρομέα στο μέσο του σύρματος, διαλέξτε κατάλληλη αντίσταση R από το κιβώτιο γνωστών αντιστάσεων, ώστε ο δείκτης του γαλβανομέτρου να είναι στην θέση μηδέν (η γέφυρα βρίσκεται στη θέση ισορροπίας).

3. Κλείστε τώρα το διακόπτη Δ_2 , οπότε η προστατευτική αντίσταση είναι έξω από το κύκλωμα και θα παρατηρήσετε μικρή απόκλιση του δείκτη του γαλβανομέτρου την οποία θα μηδενίστε μετακινώντας **ΜΟΝΟ** τον δρομέα. Μετρείστε τα μήκη l_1 και l_2 και καταχωρείστε τις τιμές στον πίνακα μετρήσεων. Γράψτε επίσης την τιμή της R .

Παρατήρηση: Το μετρούμενο μήκος l_1 πρέπει να ισούται περίπου προς l_2 . Γι αυτό, αν κλείνοντας τον διακόπτη Δ_2 παρατηρήσετε μεγάλη απόκλιση του δείκτη του γαλβανομέτρου, σημαίνει ότι δεν έχει εκλεγεί η κατάλληλη αντίσταση R στη προηγούμενη διαδικασία και είναι απαραίτητο να επαναλάβετε τη διαδικασία αυτή.

4. Να ξαναγίνουν οι εργασίες 2 και 3 για κάθε μια άγνωστη αντίσταση που σας δίνεται.
5. Συνδέστε τις δοσμένες άγνωστες αντιστάσεις σε σειρά και μετρείστε, όπως προηγουμένως, την ολική αντίσταση.
6. Συνδέστε τις δοσμένες άγνωστες αντιστάσεις παράλληλα και μετρείστε, όπως προηγουμένως την ολική αντίσταση.
Η ολική αντίσταση των αντιστάσεων όταν είναι συνδεδεμένες σε σειρά δίνεται ως:

$$R_s = \sum_{i=1}^v R_{x_i} \quad (7)$$

και η ολική αντίσταση αντιστάσεων που είναι παράλληλα συνδεδεμένες δίνεται ως:

$$\frac{1}{R_p} = \sum_{i=1}^v \frac{1}{R_{x_i}} \quad (8)$$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ I

α/α	R (Ω)	l_1 (cm)	l_2 (cm)	R_x (Ω)
1				
2				
3				
4				
5				
R_s				
R_p				

7. Συνδέστε στη θέση R_x ειδική αντίσταση (thermistor) την οποία βάζετε σε δοχείο με νερό. Μετρήστε την αντίσταση του πηνίου και πάρετε την ένδειξη του θερμομέτρου το οποίο βάζετε επίσης στο δοχείο.
8. Προσθέτοντας ζεστό νερό και ανακατεύοντας με τον αναδευτήρα ώστε να πετύχετε ομοιόμορφη θερμοκρασία, επαναλάβετε το 7 έξι φορές ακόμη. **Προσοχή** η μεταβολή της θερμοκρασίας πρέπει να είναι 5-10⁰C κάθε φορά.
9. Καταχωρήστε τις τιμές στον πίνακα μετρήσεων II. -

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ II

θ ($^{\circ}$ C)	$R_{\gamma v}$ (Ω)	l_1 (cm)	l_2 (cm)	R_{θ} (Ω)	R_0 (Ω)	R_{θ}/R_0

10. Παραστήστε γραφικά $R_{\theta}=f(\theta)$ και προσδιορίστε την αντίσταση R_0
11. Σχεδιάστε την ευθεία $R_{\theta}/R_0 = f(\theta)$ και βρείτε τον συντελεστή α .