

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Μελετάται ένα στοιχείο μετατροπέα που χρησιμοποιεί τις μεταβολές του μήκους ενός υλικού για να προκαλέσει μεταβολή στην αντίστασή του.

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Περιγραφή	Ποσό- τητα
Πακέτο μετρήσεων TK2941M	1
Εξοπλισμός για τη λειτουργία γραμμικών μετατροπέων TK294	1
Υπομονάδα γραμμικής αντίστασης TK294K	1
Τροφοδοτικό, $\pm 15V$ dc	1
Δεκαδική αντίσταση 1Ω ως $100k\Omega$	1
Ψηφιακό πολύμετρο (DMM)	1

ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

9.1 Αντίσταση και Μήκος

9.2 Απ'ευθείας ένδειξη της Τιμής της Αντίστασης

ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Να επιβεβαιώσουμε τη σχέση μεταξύ του μήκους και της αντίστασης ενός υλικού.
- Να παρατηρήσουμε πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή η σχέση σε ένα μετατροπέα μεταβλητού μήκους.
- Να ψάξουμε να βρούμε έναν τρόπο για να παίρνουμε απ'ευθείας την ένδειξη της τιμής της αντίστασης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

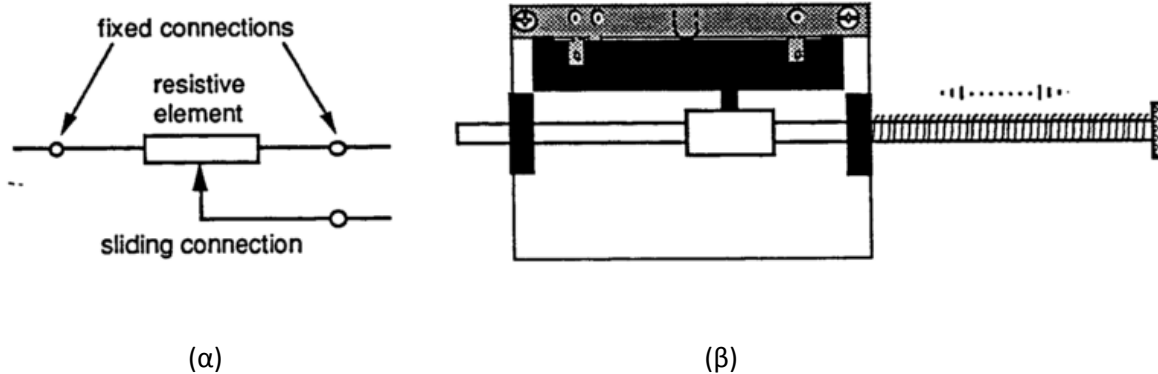
Γνωρίζουμε ότι η ωμική αντίσταση (resistance) ενός σώματος είναι ευθέως ανάλογη προς το μήκος του , όπως δίνεται από τον τύπο:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

Ας μελετήσουμε τη σχέση της αντίστασης με το μήκος χρησιμοποιώντας μια πειραματική διάταξη, η οποία επιτρέπει στο μήκος l να μεταβάλλεται, ενώ κρατάει σταθερά την ειδική αντίσταση (ρ) και το εμβαδόν της διατομής (A) του δοκιμίου.

Πρώτα, ας παρατηρήσουμε την υπο-μονάδα μεταβλητής αντίστασης, TK294K, που χρησιμοποιείται με τον εξοπλισμός TK294, για τη δοκιμή γραμμικών μετατροπέων. Όπως θα δείτε, έχει τρεις συνδέσεις. Δύο από αυτές τις συνδέσεις (fixed connections) είναι απ'ευθείας με το στοιχείο της αντίστασης (resistive element), μια σε κάθε πλευρά της και η τρίτη σύνδεση (sliding connection) είναι με μια ολισθαίνουσα επαφή, η οποία μπορεί να κινείται από τη μια άκρη της αντίστασης ως την άλλη. Η θέση αυτής της ολισθαίνουσας επαφής μπορεί να μεταβάλλεται πιέζοντας μέσα-έξω την περαστή ράβδο με την οποία συνδέεται.

Το σχηματικό σύμβολο του μετατροπέα δείχνεται στην Εικ. 4.9.1(α) και το σχέδιο του στην Εικ. 4.9.1(β).



Εικ. 4.9.1

Χρησιμοποιώντας μία από τις σταθερές συνδέσεις και την ολισθαίνουσα σύνδεση, μπορούμε να έχουμε ένα στοιχείο αντίστασης του οποίου το ενεργό μήκος μεταβάλλεται με τη θέση της ολισθαίνουσας επαφής, αλλά, του οποίου η ειδική αντίσταση και η διατομή παραμένουν σταθερές. Αυτή είναι η κατάσταση που θέλουμε.

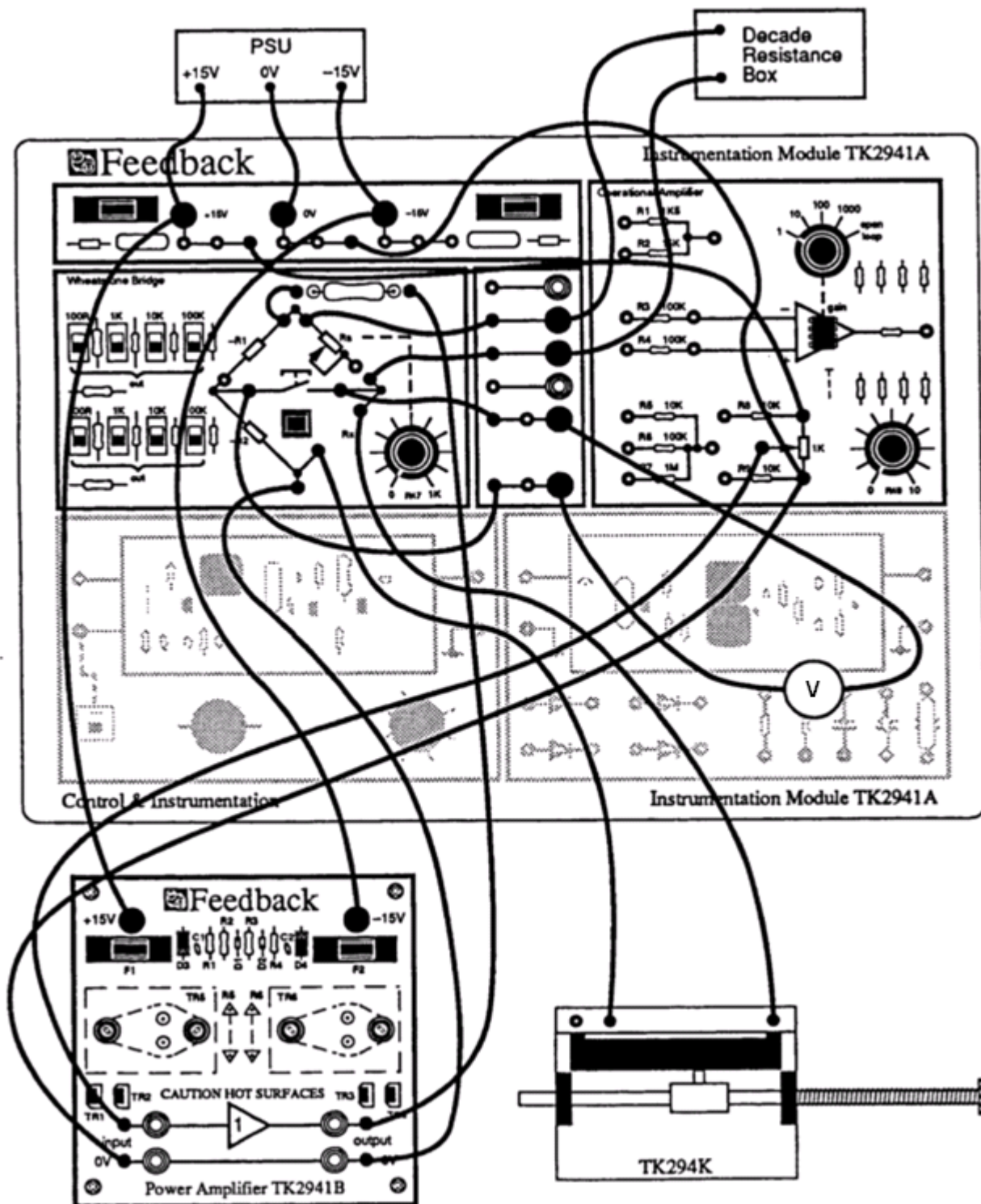
Συναρμολογήστε την γραμμική αντίσταση TK294K πάνω στο TK294 ευθυγραμμίζοντας τις δύο τρύπες του TK294 με τους δύο μικρούς πείρους της γραμμικής αντίστασης TK294K και μετά πιέζετε τη γραμμική αντίσταση να έλθει στη θέση της. Η γραμμική αντίσταση ασφαλιζέται πάνω στη διάταξη σφίγγοντας τη βίδα με το χέρι.

Η ράβδος της υπο-μονάδας γραμμικής αντίστασης έχει ένα ελατήριο επαναφοράς και λειτουργεί πιέζοντας στο άκρο της ράβδου με τον άξονα του μικρόμετρου.

ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 9.1

Αντίσταση και Μήκος

Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα της Εικ. 4.9.2, αφού πρώτα βεβαιωθείτε ότι το ποτενσιόμετρο του τελεστικού ενισχυτή είναι στο μηδέν.



Εικ. 4.9.2

Επειδή το αμπερόμετρο σε γέφυρα μπορεί εύκολα να καταστραφεί, θα χρησιμοποιήσετε βολτόμετρο και θα μετράτε τη διαφορά τάσης στη γέφυρα.

Αριστερά από τη γέφυρα Wheatstone, υπάρχουν 2 ομάδες διακοπών που επιλέγουν τις αντιστάσεις στον αριστερό κλάδο της γέφυρας. Και στις 2 ομάδες, ρυθμίστε στην επάνω θέση, μόνο τις αντιστάσεις 10 k Ω (sw3 και sw7).

Βάλτε το μικρόμετρο στη θέση 10mm (για να μάθετε τη ρύθμιση του μικρομέτρου, δείτε το Παράρτημα Β). Βάλτε την ολισθαίνουσα επαφή του TK294 στο σημείο 70mm της κλίμακας. Βρείτε αυτήν τη θέση πάνω στην κλίμακα χρησιμοποιώντας την χαραγμένη γραμμή στο μπροστινή πλευρά της ολισθαίνουσας επαφής. Επειδή αυτή η τιμή τοποθετεί την ολισθαίνουσα επαφή του ποτενσιόμετρου στο αριστερό του άκρο, προσέξτε να μην εφαρμόσετε μεγάλη δύναμη και καταστρέψετε το ποτενσιόμετρο.

Βάλτε το βολτόμετρο να μετρήσει την έξοδο του ενισχυτή της μικρής πλακέτας (TK2491B) και ρυθμίστε τη μεταβλητή dc τάση περίπου στα 10 volts, ρυθμίζοντας το ποτενσιόμετρο κάτω από τον T.E..

Ισορροπήστε τη γέφυρα με το συνηθισμένο τρόπο, χρησιμοποιώντας την πρότυπη ρυθμιζόμενη αντίσταση και καταγράψτε τα αποτελέσματά σας σε ένα δικό σας αντίγραφο του πίνακα της Εικ. 4.9.3.

Θέση Ολισθαίνουσας Επαφής (mm)	Αντίσταση (Ω)
70	
65	
60	
55	
50	
45	
40	
35	
30	
25	

Εικ. 4.9.3

Μετακινήστε την ολισθαίνουσα επαφή 5mm προς τα δεξιά και διαβάστε τη θέση της πάνω στην κλίμακα.

Ξαναισορροπήστε τη γέφυρα και καταγράψτε τα αποτελέσματά σας στον πίνακα.

Επαναλάβετε τη διαδικασία μετατοπίζοντας κάθε φορά την ολισθαίνουσα επαφή κατά 5mm, για όλες τις θέσεις του πίνακα.

Ερώτηση 9.1 Αλλάζει η αντίσταση του μετατροπέα με τη θέση της ολισθαίνουσας επαφής;

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα του πίνακα, που πήρατε, σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της αντίστασης ως προς τη θέση.

Ερώτηση 9.2 Μπορείτε να παρατηρήσετε καμία σχέση μεταξύ της θέσης και της αντίστασης;

Ερώτηση 9.3 Αν ναι, ποιά είναι αυτή η σχέση;

Ερώτηση 9.4 Είναι η σχέση που περιμένατε από τη θεωρία που γνωρίζετε;

Φαίνεται, επομένως, ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αρχή της μεταβολής του μήκους ενός στοιχείου αντίστασης σε μετατροπείς για να δίνουν μια μεταβολή της αντίστασης η οποία μπορεί να μετρηθεί.

Ερώτηση 9.5 Αν αυτή η μέθοδος χρησιμοποιούνταν στην πράξη, για να μετρήσουμε τη θέση κάποιου μηχανικού εξαρτήματος, θα ήταν βολική η μέθοδος προσδιορισμού της αντίστασης με τη γέφυρα;

Ερώτηση 9.6 Θα ήταν βολική, αν το μηχανικό εξάρτημα ήταν σε συνεχή κίνηση;

Θα ήταν μακράν πολύ πιο βολικό, αν είχαμε μια μέθοδο που να μπορούμε να διαβάζουμε την αντίσταση απ'ευθείας στην ένδειξη ενός οργάνου, βαθμονομημένου, ίσως, απ'ευθείας για να δείχνει τη θέση ή σαν μια τάση, την οποία θα μπορούσαμε να δούμε σε ένα παλμογράφο, πολύμετρο ή καταγραφικό.

Στο Παράρτημα Γ, δείχνεται ότι μπορεί να βρεθεί μια εξίσωση για το ρεύμα στον κλάδο ανίχνευσης μιας γέφυρας Wheatstone, όταν η γέφυρα είναι εκτός ισορροπίας, αλλά αρκετά κοντά σ'αυτήν. Η εξίσωση αυτή είναι:

$$I = \frac{-V \cdot \delta n}{n(1 + n)(R_a + R_b) + (1 + n)^2 R_L}$$

όπου V είναι η τάση τροφοδοσίας της γέφυρας

R_a και nR_a είναι οι αντιστάσεις των κλάδων του λόγου

R_b είναι η πρότυπη αντίσταση

$(n+\delta n) \cdot R_b$ είναι η άγνωστη αντίσταση και

R_L είναι η αντίσταση του ανιχνευτή.

Μπορεί να δει κανείς ότι το ρεύμα, I , είναι ευθεώς ανάλογο της εκτός ισορροπίας κατάστασης της γέφυρας που εκφράζεται από το δn .

Επομένως, ένα αμπερόμετρο θα μπορούσε να βαθμονομηθεί, ώστε να δίνει απ'ευθείας ένδειξη της θέσης. Αυτή η εξίσωση, όμως, ισχύει μόνο για αρκετά μικρές αποκλίσεις της γέφυρας από την ισορροπία και όχι για όλη την κλίμακα αντιστάσεων που δίνει ο μετατροπέας μας, 0 - 10kΩ. Θα ήταν χρήσιμη, παρ'όλα αυτά, αν η κίνηση ήταν μικρή γύρω από ένα σταθερό σημείο ή αν η αντίσταση του μετατροπέα ήταν ένα μικρό μόνο μέρος της ολικής αντίστασης του άγνωστου κλάδου της γέφυρας.

Αυτό που πραγματικά χρειάζεται είναι ένας τρόπος μέτρησης της αντίστασης που να δίνει απ'ευθείας την τάση εξόδου η οποία είναι ανάλογη της αντίστασης.

Θεωρήστε το κύκλωμα του τελεστικού ενισχυτή με αντίσταση ανάδρασης (resistive feedback). Το κύκλωμα αυτό εξηγείται πλήρως στο Παράρτημα Δ και η εξίσωση λειτουργίας του δίνεται από την:

$$V_{out} = \frac{-R_f V_{in}}{R_{in}}$$

Τώρα, αν V_{in} και R_{in} κρατούνται σταθερά και η R_f αλλάζει, η τάση εξόδου θα είναι ανάλογη της R_f .

Ερώτηση 9.7 Αν η V_{in} τεθεί στα $-15V$ και η R_{in} είναι $15k\Omega$, τι τάση εξόδου θα παίρνατε για μια τιμή της R_f των 500Ω ;

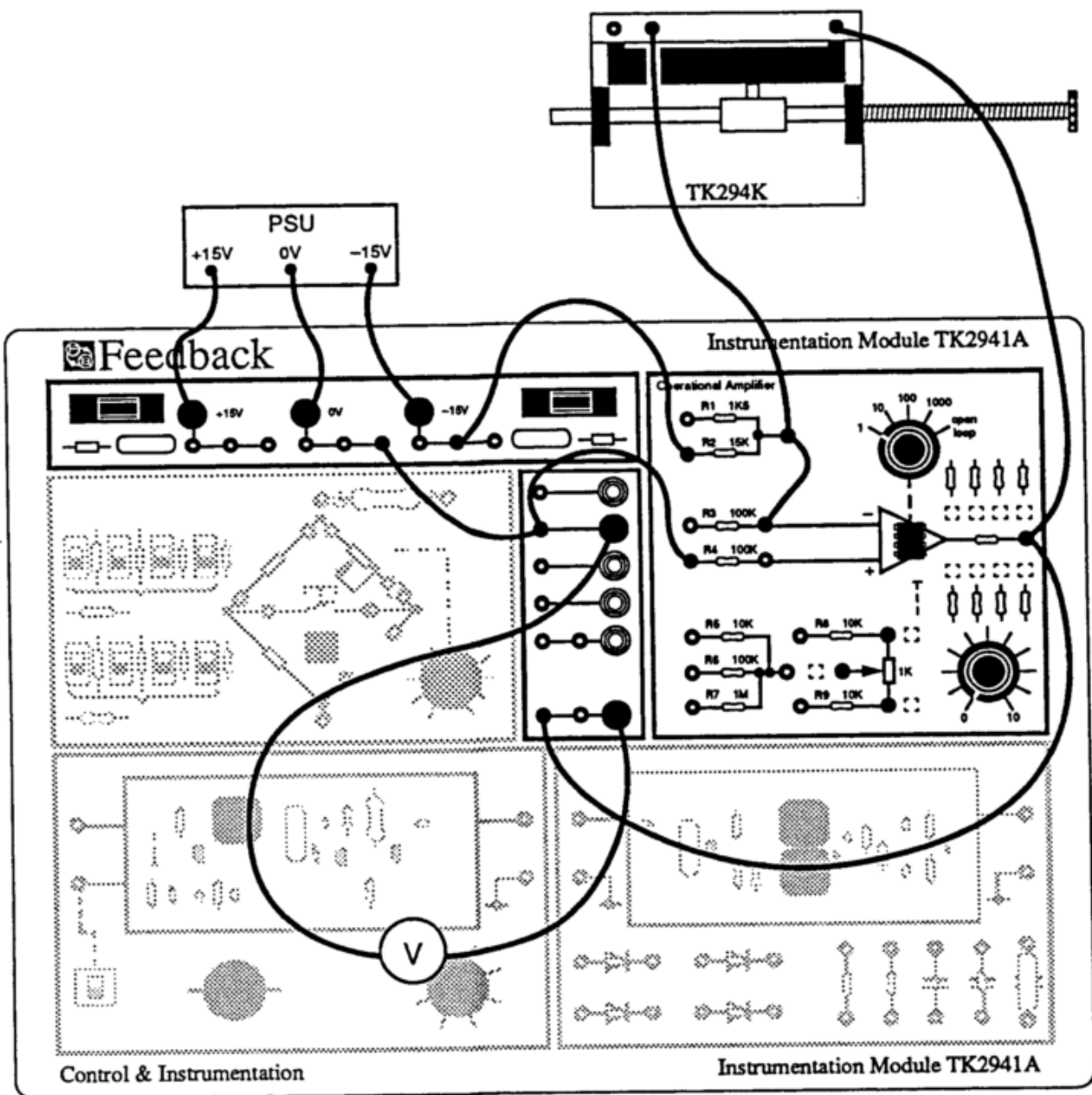
Ερώτηση 9.8 Τι V_{out} θα παίρνατε για $R_f = 1239\Omega$;

Μπορείτε να δείτε ότι η έξοδος σε volts είναι ακριβώς η ίδια με την τιμή της αντίστασης R_f σε kilohms.

ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 9.2

Απ'ευθείας Ένδειξη της Τιμής της Αντίστασης

Μηδενίστε τη μεταβλητή dc τάση (ρυθμίζοντας το ποτενσιόμετρο στην αριστερή θέση του), κλείστε το διακόπτη του τροφοδοτικού και συνδεσμολογήστε το κύκλωμα της Εικ. 4.9.4.



Εικ. 4.9.4

Ανοίξτε το διακόπτη του τροφοδοτικού.

Γυρίστε την ολισθαίνουσα επαφή της διάταξης γραμμικής κίνησης στη θέση 10mm, διαβάστε την θέση από την κλίμακα και πάρτε την ένδειξη του οργάνου.

Καταγράψτε αυτές τις ενδείξεις σε ένα δικό σας αντίγραφο του πίνακα της Εικ. 4.9.5.

Θέση Ολισθαίνουσας Επαφής (mm)	Τάση Εξόδου (V)	Αντίσταση (kΩ)	
		Υπολογισμένη	Από τη γραφική παράσταση
25			
30			
35			
40			
45			
50			
55			
60			
65			
70			

Μετατοπίστε την ολισθαίνουσα επαφή 5mm προς τα αριστερά και πάρτε πάλι τις ενδείξεις.

Επαναλάβετε αυτήν τη διαδικασία για διαστήματα των 5mm για όλη τη διαδρομή του μετατροπέα και καταγράψτε όλα τα αποτελέσματα στον πίνακα.

Πάρτε, επίσης, τις τιμές από τη γραφική σας παράσταση της αντίστασης για κάθε θέση της ολισθαίνουσας επαφής.

Ερώτηση 9.9 Πως συγκρίνονται οι τιμές της αντίστασης, που υπολογίζονται από την τάση εξόδου, με τις τιμές από τη γραφική παράσταση;

Ερώτηση 9.10 Είναι η μέθοδος του τελεστικού ενισχυτή περισσότερο ή λιγότερο βολική από τη μέθοδο της γέφυρας;

Ερώτηση 9.11 Θα μπορούσε η έξοδος του ενισχυτή να οδηγηθεί σε έναν παλμογράφο ή ένα καταγραφικό της θέσης;

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ

Είδαμε σ'αυτήν την εργασία πως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ολισθαίνουσα επαφή ενός γραμμικού ποτενσιόμετρου για να μεταβάλλουμε την αντίσταση γραμμικά με τη μεταβολή της θέσης. Με τη χρήση ενός τελεστικού ενισχυτή, είναι δυνατή η γραμμική ενίσχυση των μικρών εκτός ισορροπίας ρευμάτων, έτσι ώστε να επιτρέπει την ακριβή βαθμονόμηση του μετατροπέα.

Η απλή κατασκευή και η αρχή λειτουργίας αυτού του τύπου μετατροπέα τον έκαναν έναν από τους πρώτους τύπους μετατροπέων που χρησιμοποιήθηκαν με την ανάπτυξη της ηλεκτρικής τεχνολογίας. Είναι ένας μετατροπέας που χρησιμοποιείται σε αυτοκίνητα, για να μετράει τη στάθμη του καυσίμου στο ρεζερβουάρ. Συνδέοντας το ποτενσιόμετρο με έναν πλωτήρα (floater) μέσω ενός μοχλού, ο πλωτήρας κάνει την ολισθαίνουσα επαφή του ποτενσιόμετρου να μετακινείται ανάλογα με το ύψος της στάθμης του καυσίμου στο ρεζερβουάρ. Ένα απλό όργανο, τότε, μετράει το προκύπτον ρεύμα που δείχνει πόσο γεμάτο είναι το ρεζερβουάρ.

Τα ποτενσιόμετρα έχουν ένα μεγάλο μειονέκτημα: η συνεχής κίνηση της ολισθαίνουσας επαφής προκαλεί φθορά και τελικά καταστροφή της αντίστασης πάνω στην οποία ολισθαίνει. Όπου η κίνηση είναι πολύ αργή μπορούμε να αγνοήσουμε αυτήν τη φθορά, αλλιώς, θα πρέπει να τη λάβουμε σοβαρά υπ'όψη και, πιθανώς, αυτός είναι ο λόγος που άλλοι τύποι μετατροπέων, με τους οποίους θα ασχοληθούμε σε πιο κάτω εργασίες, προτιμούνται.