

5. ΤΟ ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ

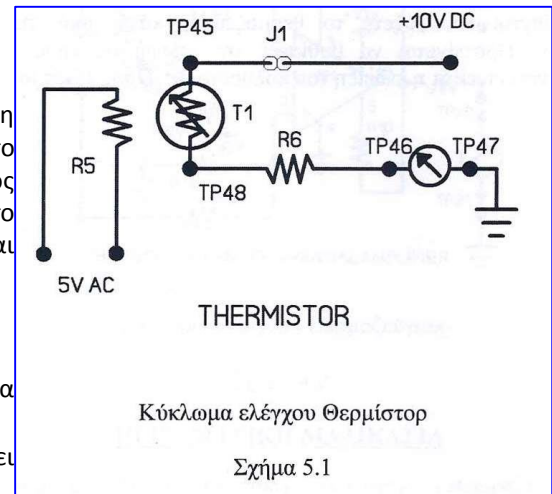
Εργαστηριακό Πείραμα

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Σε αυτό το πείραμα θα μελετηθούν τα χαρακτηριστικά και η απόδοση ενός αισθητήρα θερμοκρασίας τύπου θερμίστορ και θα αξιολογηθούν. Στο πείραμα περιλαμβάνεται η μέτρηση της μεταβολής της αντίστασης ενός θερμίστορ και η θερμική σταθερά χρόνου. Εντοπίστε το κύκλωμα με το θερμίστορ, THERMISTOR, που βρίσκεται στην πινακίδα 1002-A το οποίο είναι ίδιο με αυτό του σχήματος 5.1.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Θέστε OFF τα J1, J2 και J3.
2. Συνδέστε ένα πολύμετρο για μέτρηση ρεύματος στην κλίμακα 2mA DC.
3. Τροφοδοτήστε το κύκλωμα από 0 έως 10VDC έχοντας ρυθμίσει την τάση στα 0V περίπου.
4. Συνδέστε ένα ψηφιακό πολύμετρο ανάμεσα στη γη και στην τροφοδοσία DC.
5. Θέστε ON το J1, το οποίο συνδέει την τροφοδοσία στο θερμίστορ.
6. Αυξήστε την τροφοδοσία στις παρακάτω τάσεις όπως εμφανίζονται στο ψηφιακό πολύμετρο. Σε κάθε μέτρηση του πολυμέτρου επιτρέψτε στο ρεύμα του θερμίστορ να σταθεροποιηθεί. Καταγράψτε το σταθεροποιημένο ρεύμα του θερμίστορ για κάθε ένδειξη του ψηφιακού πολυμέτρου.



DMM (VDC)	1.0 mA Όργανο Πίνακος
1,5	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

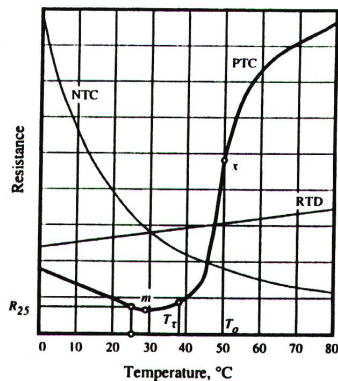


7. Είναι η καμπύλη γραμμική ; _____
8. Θέστε την τάση έτσι ώστε το μιλιαμπερόμετρο να δείχνει 0.4mA. Τροφοδοτήστε το κύκλωμα με 5V AC στις αντίστοιχες υποδοχές και δώστε στη θερμαντική αντίσταση των 10 Ω, χρόνο ώστε να φτάσει στη μέγιστή της θερμοκρασία (2 έως 5 λεπτά).
ΠΡΟΣΟΧΗ : Κατά την εκτέλεση του βήματος 9, προσέξτε. Η θερμαντική αντίσταση των 10 Ω μπορεί να γίνει πολύ ζεστή. Είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσετε κάτι άλλα αντί για το δάκτυλο σας για να κρατήσετε το θερμίστορ πάνω στη θερμαντική αντίσταση των 10 Ω.
9. Τοποθετήστε το θερμίστορ στην θερμαντική αντίσταση και κρατήστε το στη θέση του. Τι συμβαίνει στο ρεύμα DC; _____.
Ποια είναι η τιμή του ρεύματος μετά από 30 seconds ; _____.
10. Υπολογίστε τη διαφορά μεταξύ του μέγιστου ρεύματος και του ρεύματος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (0,4mA). Υπολογίστε το 63,2% της διαφοράς και αφαιρέστε το αποτέλεσμα από τη μέγιστη τιμή του ρεύματος. Αυτό είναι το ρεύμα στη μία σταθερά χρόνου αφού το θερμίστορ έχει αφαιρεθεί από την πηγή θερμότητας. Καταγράψτε αυτή την τιμή. _____.
11. Όταν το ρεύμα που περνά από το θερμίστορ αυξάνεται, η αντίσταση του θερμίστορ _____. Ο αισθητήρας έχει ένα _____ συντελεστή θερμοκρασίας.
12. Μηδενίστε την τροφοδοσία για να αποκτήσετε ένα ρεύμα 0,4 mA στο θερμίστορ. Επαναλάβετε το βήμα 9. Ακουμπήστε το θερμίστορ στην θερμαντική αντίσταση τόσο όσο χρειάζεται για το ρεύμα να φτάσει στη μέγιστή του τιμή που αποκτήθηκε προηγουμένως. Μετρήστε το χρόνο που χρειάζεται για το ρεύμα να πέσει στην τιμή που υπολογίσατε στο βήμα 10. Αυτός ο χρόνος είναι η θερμική σταθερά χρόνου του θερμίστορ. Καταγράψτε αυτή την τιμή. _____.
13. Ένα θερμίστορ με μεγάλη γυάλινη επιφάνεια έκθεσης θα έχει μεγαλύτερη ή μικρότερη σταθερά χρόνου ; _____.
14. Όταν το J1 είναι OFF, ποια είναι η αντίσταση του θερμίστορ όπως μετράται με ένα ωμό μέτρο ; _____.
15. Είναι τα θερμίστορ γραμμικές διατάξεις; _____.

4.2.2 Θερμίστορ

Πρόκειται για αντιστάτες, η τιμή των οποίων εξαρτάται από την θερμοκρασία στην οποία βρίσκονται. Κατασκευάζονται από την μίξη οξειδίων μετάλλων με χαρακτηριστικά ημιαγωγών και έχουν σχήμα κυλινδρικό, σφαιρικό, ορθογώνιο και λεπτού φιλμ. Διαιρούνται σε δύο κατηγορίες : αρνητικού συντελεστή θερμοκρασίας (*negative temperature coefficient - NTC*) και θετικού συντελεστή θερμοκρασίας (*positive temperature coefficient - PTC*).

Στο σχήμα 4.2.3 βλέπουμε τις χαρακτηριστικές καμπύλες ενός PTC και ενός NTC θερμίστορ, σε σύγκριση με ένα RTD αισθητήριο.

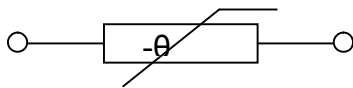


Σχήμα 4.2.3 Χαρακτηριστικές PTC, NTC, RTD.

NTC Θερμίστορ

Στα θερμίστορ αυτά η αντίσταση μειώνεται καθώς η θερμοκρασία αυξάνει, παρουσιάζουν δηλαδή αρνητικό θερμικό συντελεστή. Η σχέση μεταξύ της αντίστασης και της θερμοκρασίας είναι ισχυρά μη γραμμική*, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.2.2.

Στο σχήμα 4.2.4 βλέπουμε τον συμβολισμό ενός NTC.

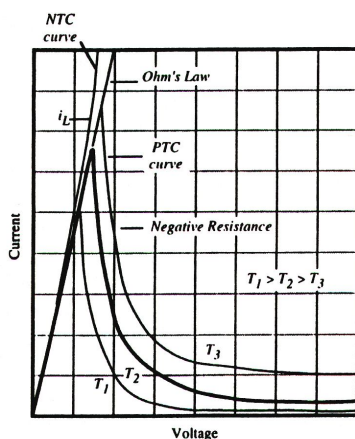


Σχήμα 4.2.4 Συμβολισμός θερμίστορ NTC

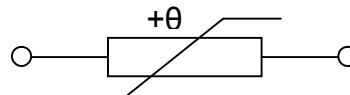
PTC Θερμίστορ

Στα θερμίστορ αυτά σε μια μεγάλη περιοχή θερμοκρασίας, η αντίστασή τους αυξάνει καθώς η θερμοκρασία αυξάνει, παρουσιάζουν δηλαδή θετικό θερμικό συντελεστή. Όλα τα μέταλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή PTC, παρουσιάζουν όμως χαμηλό θερμικό συντελεστή. Αντίθετα άλλα (κεραμικά) υλικά παρουσιάζουν υψηλό συντελεστή και για αυτό προτιμούνται.

Στο σχήμα 4.2.5 βλέπουμε τις χαρακτηριστικές καμπύλες ρεύματος-τάσης ενός PTC για τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες (σε σύγκριση με την καμπύλη ενός NTC και το νόμο του Ωμ). Στο σχήμα 4.2.6 βλέπουμε τον συμβολισμό ενός PTC.



Σχήμα 4.2.5 Χαρακτηριστικές PTC



Σχήμα 4.2.6 Συμβολισμός PTC

Εφαρμογές

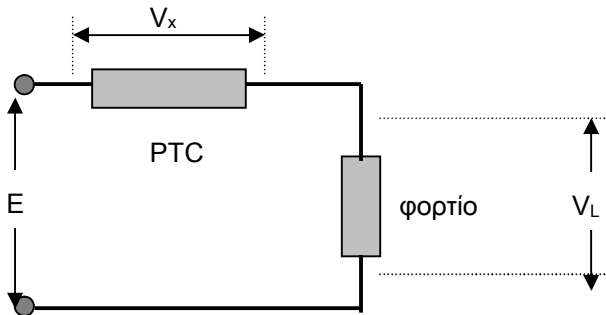
Ένα υλικό που παρουσιάζει αρνητικό συντελεστή θερμικής αντίστασης, όταν συνδεθεί σε πηγή με μικρή αντίσταση εξόδου, ελαττώνει την αντίστασή του, λόγω του φαινομένου αυτοθέρμανσης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ρεύματος που το διαρρέει, άρα μεγαλύτερη θέρμανσή του. Αν δεν υπάρχει απαγωγή θερμότητας από το αισθητήριο, τότε η αυτοθέρμανση θα οδηγήσει σε υπερθέρμανση και πιθανόν καταστροφή του.

* η έννοια της γραμμικότητας ενός αισθητηρίου έχει παρουσιαστεί στο κεφάλαιο 2.

Αντίθετα, ένα υλικό με θετικό συντελεστή θερμικής αντίστασης δεν παρουσιάζει υπερθέρμανση, όταν συνδέεται σε πηγή με μικρή αντίσταση εξόδου. Και αυτό γιατί αύξηση της θερμοκρασίας λόγω αυτοθέρμανσης, θα οδηγήσει σε αύξηση της αντίστασης, άρα σε μείωση του ρεύματος που τη διαρρέει, επομένως και της θερμότητας που αναπτύσσεται σ' αυτή. Υπάρχει δηλαδή μια δράση αυτοπεριορισμού.

Η δράση αυτή δίνει την δυνατότητα στα PTC θερμίστορ (προτιμούνται τα PTC από τους αισθητήρες αντίστασης RTD που θα παρουσιαστούν πιο κάτω, γιατί παρουσιάζουν μεγαλύτερη μεταβολή της αντίστασης με την θερμοκρασία) να χρησιμοποιούνται σε αρκετές εφαρμογές, όπως:

- Προστασία κυκλωμάτων από υψηλά ρεύματα. Στο σχήμα 4.2.7 βλέπουμε μια τέτοια συνδεσμολογία



Σχήμα 4.2.7 Κύκλωμα προστασίας από υψηλά ρεύματα

Στην θερμοκρασία δωματίου η τιμή της αντίστασης του PTC είναι χαμηλή (τυπική τιμή μεταξύ 10 και 140 Ω). Ρεύμα I δημιουργεί μια τάση V_L στο φορτίο και V_s στο θερμίστορ ($V_L \gg V_s$). Στο θερμίστορ παρέχεται τότε μια ισχύς $P=IV_s$ που αυξάνει την θερμοκρασία του. Κατά την κανονική λειτουργία της συσκευής (φορτίο) το ρεύμα I έχει χαμηλή τιμή, άρα μικρή είναι και η αύξηση της θερμοκρασίας του θερμίστορ, ώστε τελικά δεν επηρεάζεται η τιμή της ολικής αντίστασης του κυκλώματος. Όταν όμως συμβεί κάποιο βραχυκύκλωμα, η αντίσταση του φορτίου ελαττώνεται κατά πολύ, οπότε έχουμε μια μεγάλη αύξηση του ρεύματος. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του θερμίστορ λόγω αυτοθέρμανσης, με αποτέλεσμα την αύξηση της αντίστασής του. Έτσι η ολική αντίσταση του κυκλώματος αυξάνει και επομένως το ρεύμα μειώνεται

- Δημιουργία μικρο-θερμοστατών για εφαρμογές στην μικροηλεκτρονική, βιονική, κλπ. Το σημείο σταθεροποίησης της θερμοκρασίας εξαρτάται από τις φυσικές ιδιότητες του υλικού από το οποίο κατασκευάζεται ο θερμοστάτης.
- Δημιουργία κυκλώματος χρονικής υστέρησης.
- Σχεδίαση ροομέτρων και ανιχνευτών στάθμης υγρών.

Συμπεράσματα

Όπως παρατηρούμε στο σχήμα 4.2.3 τα θερμίστορ (PTC ή NTC) δεν παρουσιάζουν γραμμική συμπεριφορά και γι αυτό δεν χρησιμοποιούνται ευρέως στην βιομηχανία για μέτρηση θερμοκρασίας. Είναι όμως 10 φορές πιο ευαίσθητα σε αλλαγές της θερμοκρασίας από τα θερμοζεύγη και παρουσιάζουν πολύ καλλίτερη σταθερότητα στην συμπεριφορά τους κατά την διάρκεια μακρόχρονης χρήσης του.

Επίσης έχουν μικρές διαστάσεις και δεν χρειάζονται ειδική συρμάτωση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε θερμοκρασιακές περιοχές από -100°C έως 400°C. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός probe θερμίστορ, φαίνονται στον πίνακα 4.2.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.1

Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμίστορ

Περιοχή θερμοκρασίας	-10°C έως 200°C
Αντίσταση	2000Ω στους 20°C 1680Ω±2% στους 25°C 40Ω στους 200°C
Φαινόμενο αυτοθέρμανσης	1°C / 1.5mW
Χρόνος απόκρισης	msec
Διάμετρος	4mm
Μήκος ακίδας	150mm