

6^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Τμ. Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών

Εργ. Ηλεκτρικών Μετρήσεων

Βανδίκας Ν. Ιωάννης, Ε.Δι.Π.

Στόχοι εργασίας

- Κατανόηση του Θερμίστορ και του αρνητικού θερμικού συντελεστή.
- Να κατανοήσουμε την πρακτική σημασία του φαινομένου της αυτοθέρμανσης.
- Να φτιάχνουμε την καμπύλη βαθμονόμησης του.

Αισθητήρες Μέτρησης Θερμοκρασίας

- Θερμοζεύγος
- Θερμίστορ
- Αισθητήρας Πλατίνας (PT100)
- Διμεταλλικό στοιχείο
- Ηλεκτρονικοί αισθητήρες (LM35, DS1820...)

Εισαγωγή

Τα Θερμίστορ (**Thermal Resistor**= Thermistor) ανήκουν στην κατηγορία αισθητηρίων όπου μεταβάλλεται η ειδική αντίσταση με την θερμοκρασία. Η εξάρτηση αυτή είναι αρκετά μεγάλη και έντονα μη γραμμική. Στις περισσότερες εφαρμογές έχουμε θερμίστορ Αρνητικού Θερμικού Συντελεστή (NTC) και κατασκευάζονται από οξειδία μετάλλων (π.χ. νικελίου, μαγγανίου, σιδήρου, χαλκού).

Χαρακτηριστικά Θερμίστορ

Η σχέση που συνδέει την αντίσταση του θερμίστορ με τη θερμοκρασία του δίνεται από μια εξίσωση της μορφής

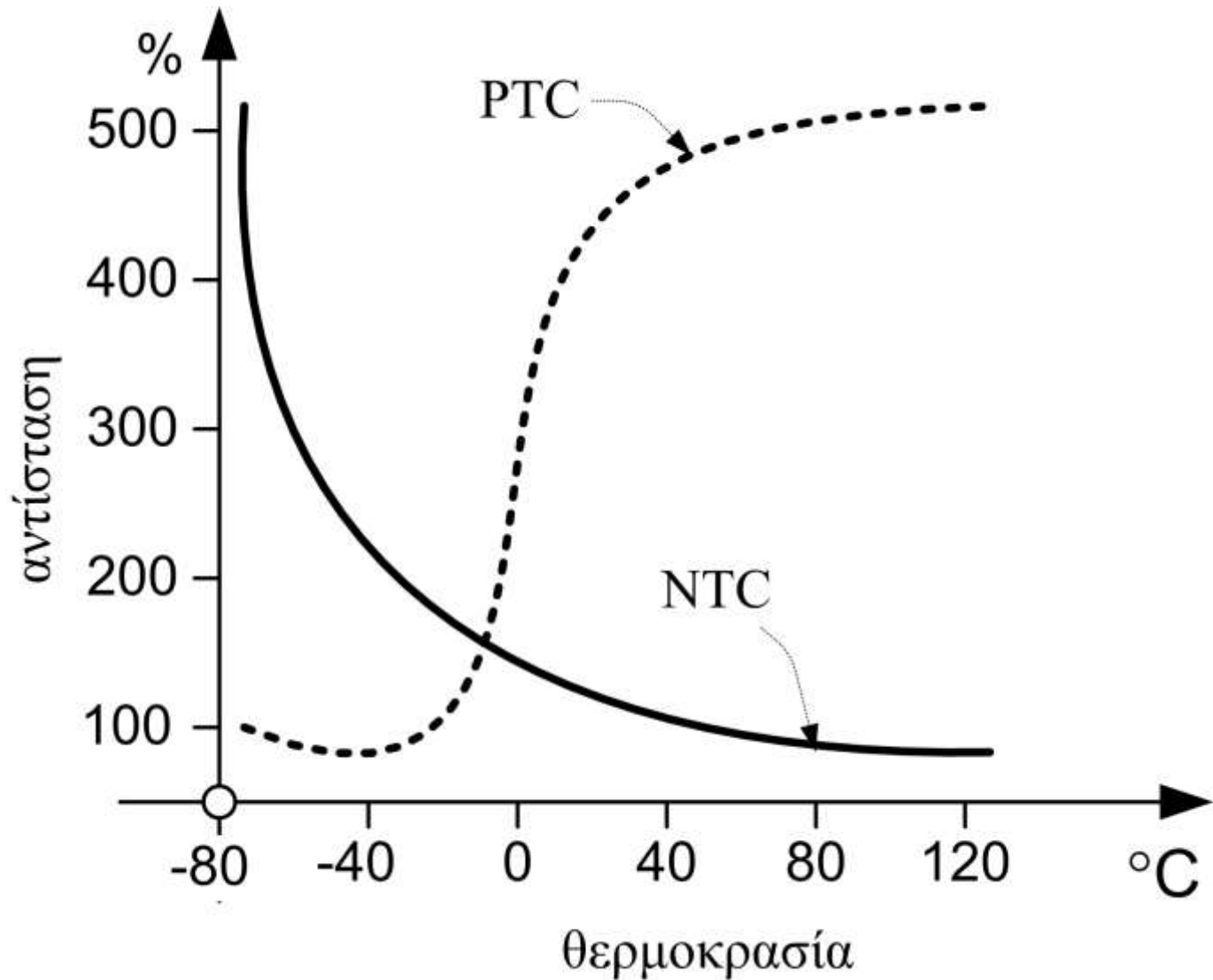
$$R = Ae^{b/T}$$

όπου: R είναι η αντίσταση σε Ω

T είναι η απόλυτη θερμοκρασία (σε Kelvin) και

A και b είναι σταθεροί αριθμοί.

Χαρακτηριστική Θερμίστορ



Πλεονεκτήματα

- Υψηλή ακρίβεια
- Μεγάλη ευαισθησία
- Μεγάλη ταχύτητα απόκρισης
- Καλή επαναληψιμότητα
- Καλή σταθερότητα Μακράς περιόδου
- Μικρό μέγεθος και βάρος
- Χαμηλό Κόστος

Μειονεκτήματα

- Μη γραμμικό.
- Μικρή περιοχή λειτουργίας $-40\dots+150\text{C}$

Θερμίστορ

The image shows a circuit diagram and several physical components. The circuit includes a 5V DC source, a switch, a voltmeter (V) with a reading of 0.000, a thermistor (R_T), a 220 Ω resistor, and an ammeter (I) with a reading of 0.000. The current through the thermistor is labeled I' , and the current through the 220 Ω resistor is labeled I_{FS} . Below the diagram, there are several thermistors with different colored heads (green, orange, silver) and a single orange thermistor. The text "The rmistor" is written above the thermistors. The equation $I' = I - \frac{V}{V_{FS}} I_{FS}$ is written below the thermistors. The equation $R = \frac{V}{I'}$ is written below the thermistors. The text "το θερμίστορ είναι" is written to the left of the thermistors, and "στο θερμίστορ είναι $P = V \cdot I'$ " is written at the bottom.

5 V
SU

V
0.000

I
0.000

R_T

I_{FS}

220 Ω

The rmistor

$I' = I - \frac{V}{V_{FS}} I_{FS}$

$R = \frac{V}{I'}$

το θερμίστορ είναι

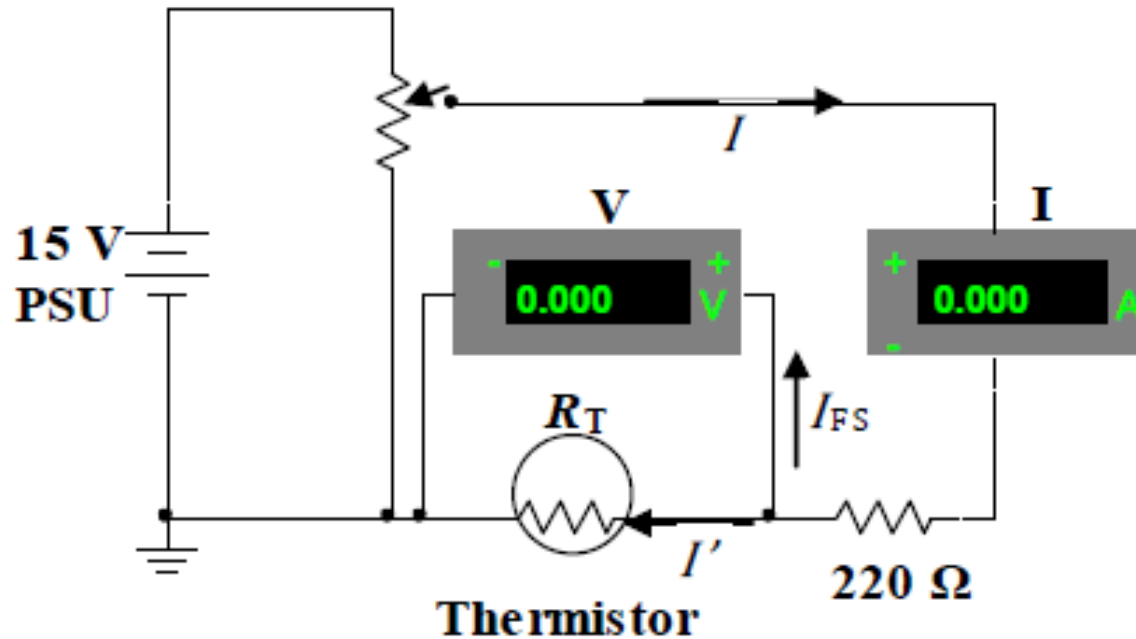
στο θερμίστορ είναι $P = V \cdot I'$

Αυτό – Θέρμανση Θερμίστορ

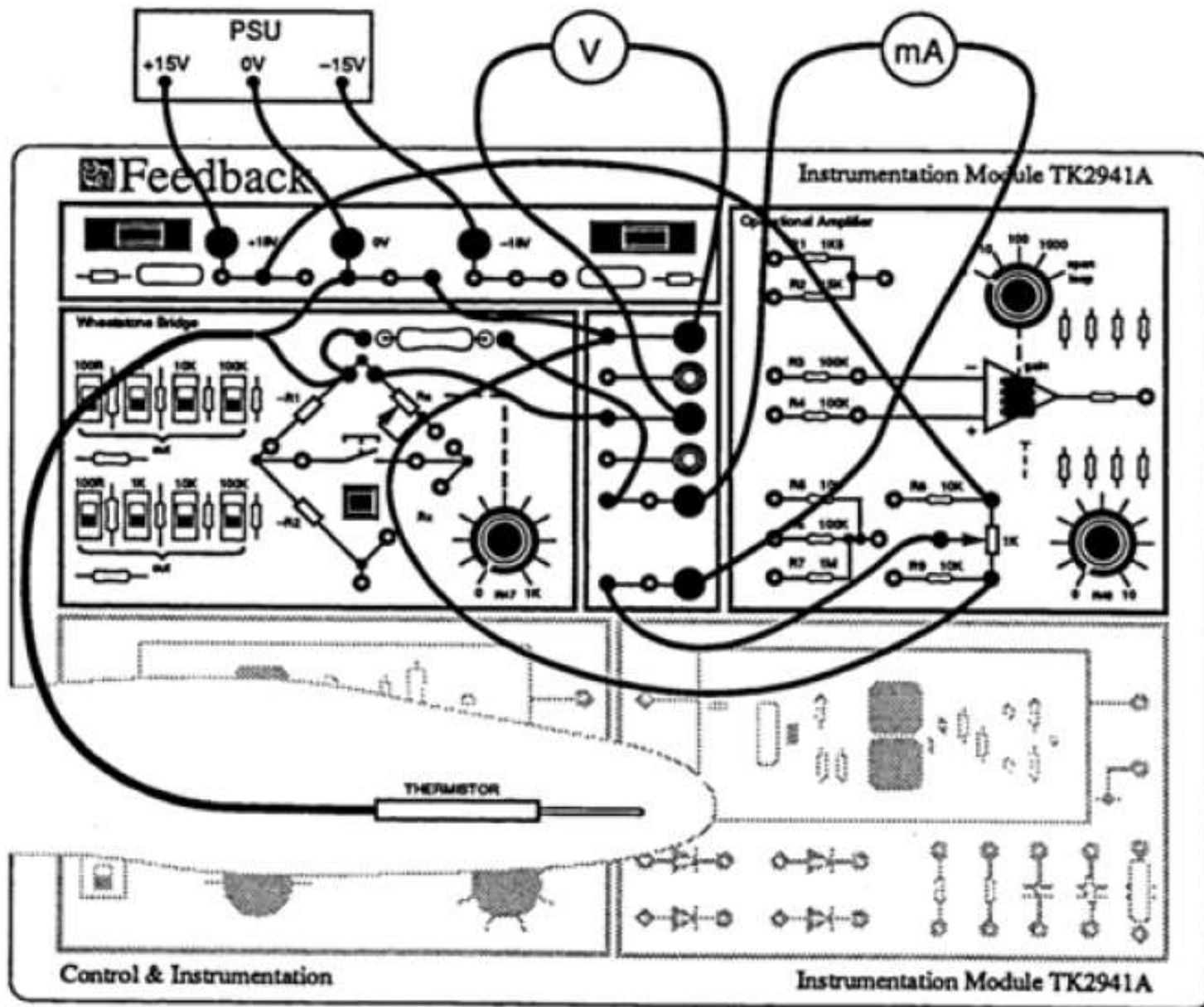
Το φαινόμενο στο οποίο προσπαθώντας να μετρήσουμε την αντίσταση του προκαλούμε αύξηση της πραγματικής θερμοκρασίας.

Πως το ελαχιστοποιούμε ?

Αυτό – Θέρμανση Θερμίστορ



Διάταξη Μέτρησης Αυτό – Θέρμανση Θερμίστορ



Μετρήσεις Αυτό – Θέρμανση Θερμίστορ

$R_v = 10\text{M}\Omega$

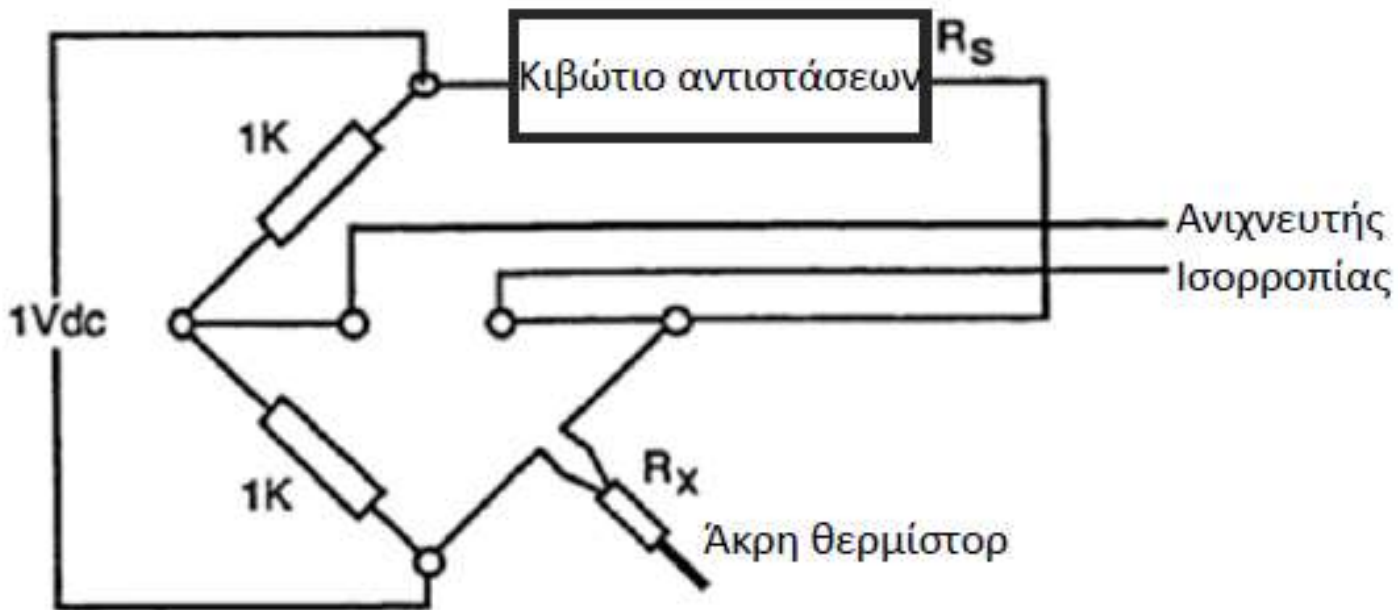
I (mA)	V (V)	I' (mA)	$R = V / I' (\Omega)$	$P = VI$ (mW)
1	2,475			
2	4,51			
4	6,31			
10	7,11			
15	6,51			
20	5,99			

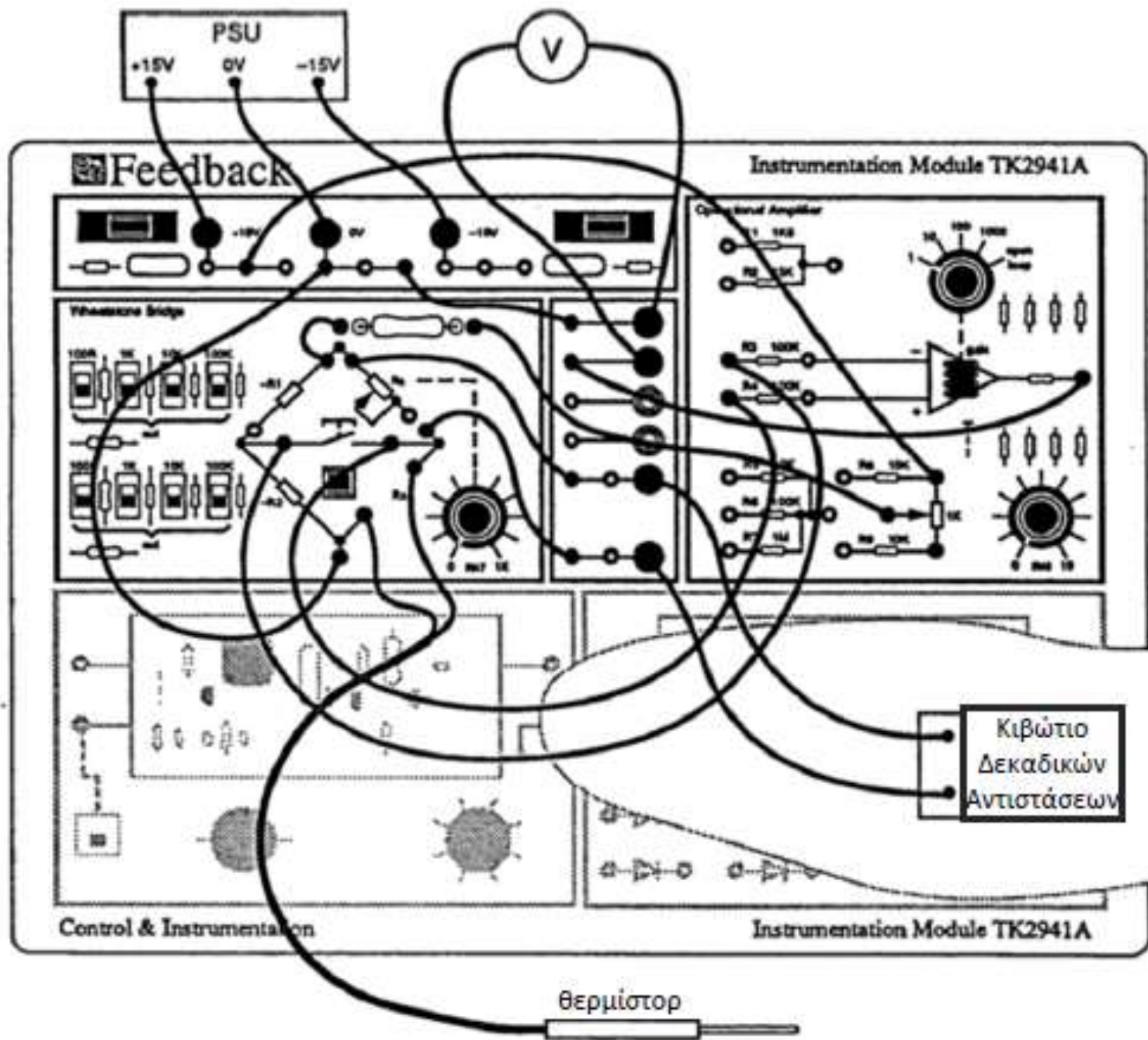
Τρόποι μέτρησης αντίστασης- Θερμίστορ



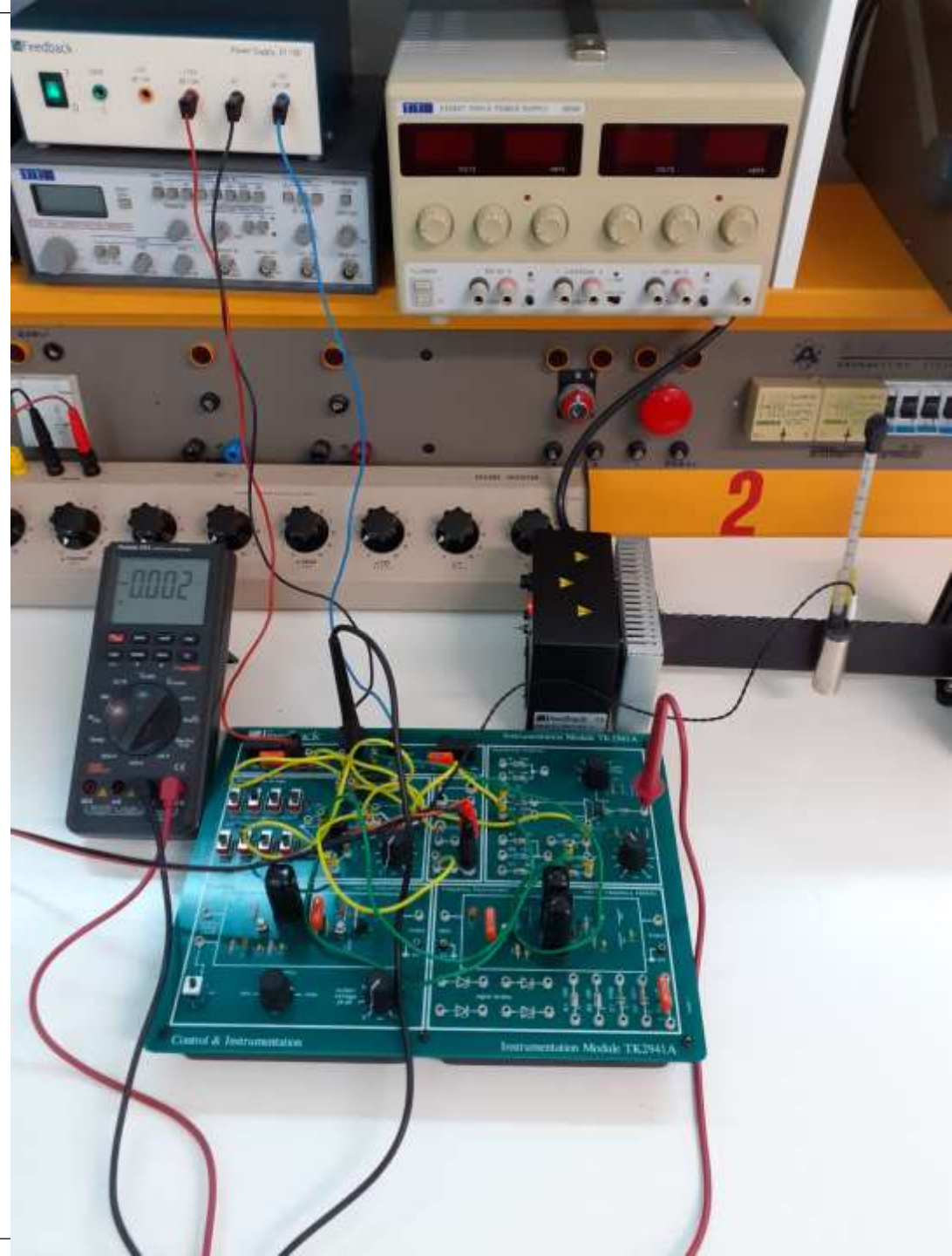
Τρόποι μέτρησης αντίστασης- Θερμίστορ

- Με γέφυρα Wheatstone





Τρόποι μέτρησης Θερμίστορ



Μετρήσεις

Σχισμή	Θερμοκρασία σε οC	Αντίσταση σε Ω
20	44	693
18	49	559
16	53	495
14	59	397
12	64	331
10	69	273
8	77	231
6	83	196
4	89	166
2	98	132

Παρατηρήσεις

Από την πρακτική άσκηση επιβεβαιώνουμε την επίδραση της αυτό-θέρμανσης και την βαθμονόμηση του θερμίστορ. Από τα γραφήματα προκύπτει η μη γραμικότητα του και έχουν αναπτυχθεί τεχνικές για την μείωση αυτής.

Χρήσεις

- Κλιματιστικά – Ψυγεία
- Μετεωρολογικοί σταθμοί
- Ηλεκτρονικά θερμόμετρα
- Θερμοστάτες χώρου
- Κύκλωμα ελέγχου θερμοκρασίας

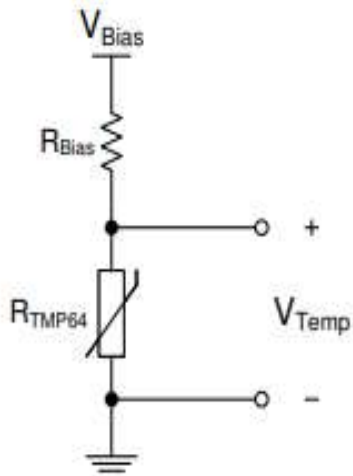
Συμπεράσματα

Το θερμίστορ αποτελεί ευκολόχρηστο αισθητήρα υψηλής ακρίβειας, πολύ διαδεδομένο σε οικιακές εφαρμογές με εξαιρετικά χαμηλό κόστος. Στο αντίποδα η μη γραμμικότητα και το περιορισμένο ευρος θερμοκρασιών είναι τα βασικά μειονεκτήματα του.

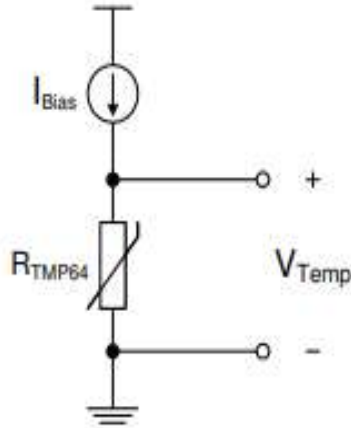
TMP-64 Linear Thermistor (Sept 2020)

- Silicon-based thermistor with a positive temperature coefficient (PTC)
- Linear resistance change across temperature
- 47-k Ω nominal resistance at 25 °C (R25) – $\pm 1\%$ maximum (0 °C to 70 °C)
- Wide operating temperature of -40 °C to $+150$ °C
- Consistent sensitivity across temperature – 6400 ppm/°C TCR (25 °C)
– 0.2% typical TCR tolerance across temperature range
- Fast thermal response time of 0.6 s (DEC)
- Long lifetime and robust performance – Built-in fail-safe in case of short-circuit failures – 0.5% typical long term sensor drift

TMP-64 Linear Thermistor (Sept 2020)

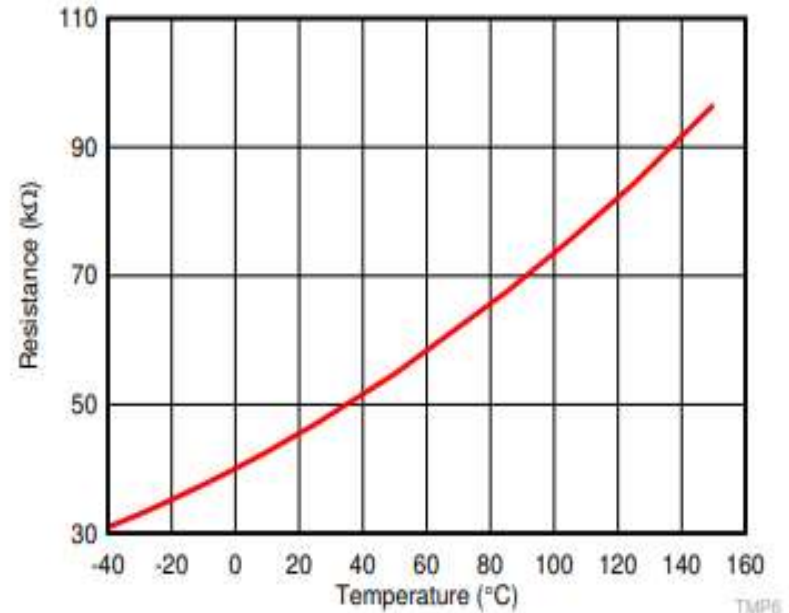


$$V_{Temp} = \frac{V_{Bias} * R_{TMP64}}{R_{Bias} + R_{TMP64}}$$

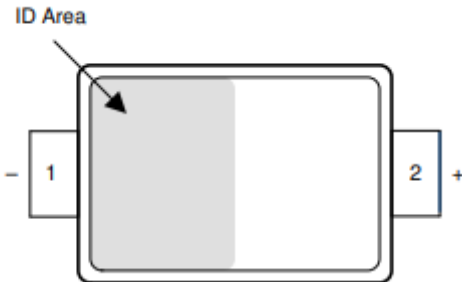


$$V_{Temp} = I_{Bias} * R_{TMP64}$$

Typical Implementation Circuits



Typical Resistances vs Ambient Temperature



Device Information (1)

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
TMP64	X1SON	0.60 mm × 1.00 mm
	SOT-5X3	0.60 mm × 1.00 mm

Σύγκριση αισθητηρίων

Ιδιότητες	Θερμοζεύγη	RTD	Θερμίστορ	Ημιαγωγικοί αισθητήρες
<i>Εναισθησία</i>	δεκάδες $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	0.00300 έως 0.00672 $\frac{\Omega}{^\circ\text{C}}$	εκατοντάδες $\Omega/^\circ\text{C}$	δεκάδες $\text{mV}/^\circ\text{C}$
<i>Περιοχή μέτρησης</i>	-250°C έως $+1700^\circ\text{C}$	-260°C έως $+850^\circ\text{C}$	-60°C έως $+300^\circ\text{C}$	-25°C έως $+105^\circ\text{C}$
<i>Ελάχιστη διάμετρος</i>	0.0625 mm	2 mm	0.25 mm	2.5 mm
<i>Πλεονεκτήματα</i>	Δεν απαιτείται τάση τροφοδοσίας, μεγάλη περιοχή μέτρησης	Καλύτερη γραμμικότητα από τα θερμοζεύγη, καλή ακρίβεια	Υψηλή εναισθησία	Πολύ καλή γραμμικότητα, καλή ακρίβεια, χαμηλό κόστος
<i>Μειονεκτήματα</i>	Απαιτείται αντιστάθμιση ψυχρής επαφής, χαμηλή τάση εξόδου	Απαιτείται τάση τροφοδοσίας, απαιτούνται 3 ή 4 αγωγοί για μέτρηση με ακρίβεια	Μη-γραμμικό, απαιτείται τάση τροφοδοσίας	Απαιτείται τάση τροφοδοσίας, μικρό εύρος μέτρησης

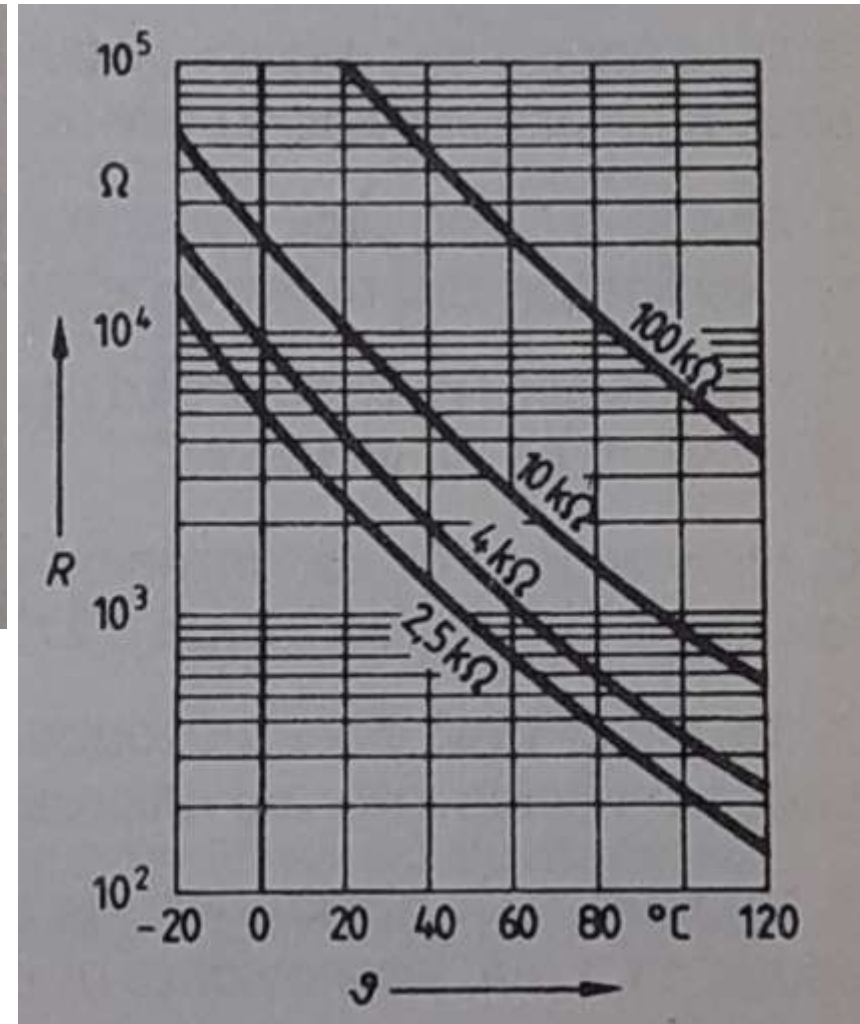
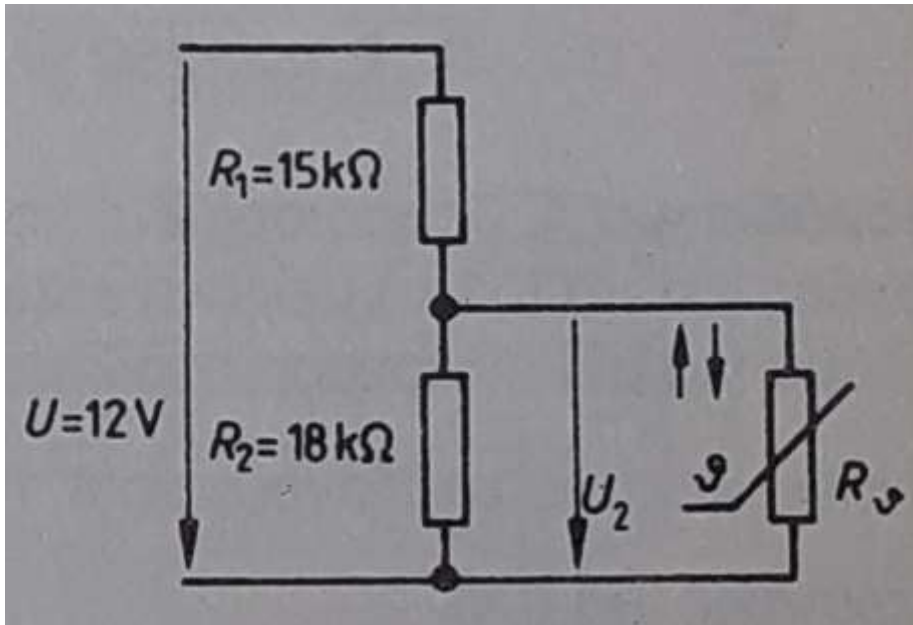
Ερωτήσεις

Συνολικά 8 ερωτήσεις όπως παρουσιάζονται στην εργαστηριακή άσκηση και τα ακόλουθα:

1^η Πως κάνουμε γραμμικοποίηση σε συγκεκριμένη περιοχή θερμοκρασίας ενός θερμίστορ (σχήμα και τύποι υπολογισμών)

2^η Σε έναν ρυθμιστή θερμοκρασίας υπάρχει ο παρακάτω διαιρέτης τάσης με χρησιμοποιούμενη αντίσταση NTC 10K. Υπολογίστε α) την τάση U_2 σε βήματα των 20C από 0 έως 120C και β) σχεδιάστε την U_2 σε συνάρτηση της θερμοκρασίας.

Ερωτήσεις



Ερωτήσεις ?

Ευχαριστούμε!

