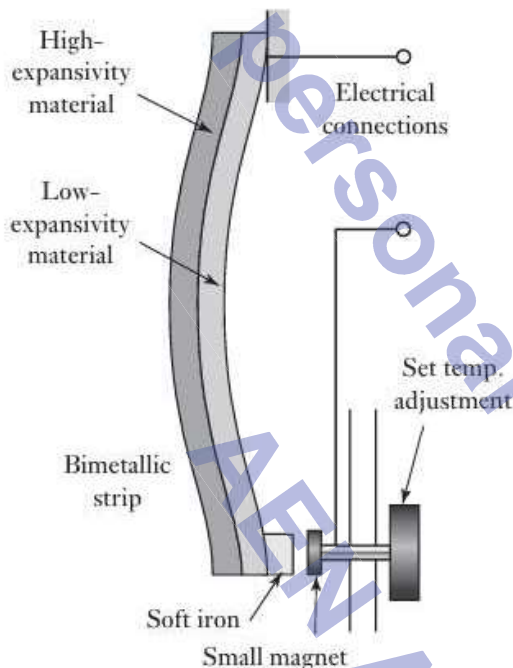


Διμεταλλικά Ελάσματα



Το διάγραμμα παρουσιάζει ένα διμεταλλικό διακόπτη θερμοκρασία (ή θερμοστάτης).

Υπάρχουν δύο διαφορετικά μέταλλα (κολλημένα μεταξύ τους) τα οποία έχουν διαφορετικό συντελεστή διαστολής.

Όταν αλλάζει η θερμοκρασία, το ένα μέταλλο διαστέλλεται περισσότερο από το άλλο.

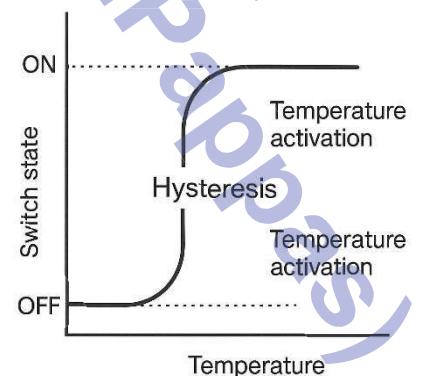
Αυτό κάνει το διμεταλλικό έλασμα να λυγίζει.

Το μέταλλο με τον υψηλότερο συντελεστή διαστολής είναι στην εξωτερική πλευρά της καμπύλης.

Όταν το έλασμα λυγίσει αρκετά, αγγίζει ή απομακρύνεται από μια ηλεκτρική επαφή, ανοίγοντας ή κλείνοντας το κύκλωμα.

Ο μικρός μαγνήτης προσθέτει μια υστέρηση (hysteresis):

- Η θερμοκρασία ενεργοποίησης (όταν κλείνει το κύκλωμα) είναι διαφορετική από τη θερμοκρασία απενεργοποίησης (όταν ανοίγει το κύκλωμα). Έτσι αποφεύγονται γρήγορες και συνεχείς εναλλαγές ON/OFF αν η θερμοκρασία "παίζει" γύρω από ένα όριο.
- Έστω ένας θερμοστάτης ρυθμισμένος στους 20°C . Αν η θερμοκρασία πάει πάνω από 20°C , ο θερμοστάτης κλείνει. Αν πέσει κάτω από 20°C , ανοίγει.
- Αν η θερμοκρασία είναι κοντά 20°C , τότε το σύστημα ανοίγει και κλείνει συνέχεια, γιατί αλλάζει συνεχώς η θερμοκρασία, φθείροντας τον αισθητήρα.
- Ορίζουμε μια θερμοκρασία ενεργοποίησης, π.χ 22°C και μια θερμοκρασία απενεργοποίησης π.χ 18°C .
- Όταν η θερμοκρασία ανέβει στους 22°C , το κύκλωμα κλείνει (π.χ. ενεργοποιείται ψύξη). Δεν θα ανοίξει ξανά **αμέσως** μόλις πέσει λίγο η θερμοκρασία. Θα απενεργοποιηθεί μόνο όταν πέσει κάτω από τους 18°C .



Θερμίστορ

Είναι αντιστάσεις που αλλάζουν την τιμή τους ανάλογα με τη θερμοκρασία.

Κατασκευάζονται από οξείδια μετάλλων, όπως:

Οξείδιο του χρωμίου (Cr)

Οξείδιο του κοβαλτίου (Co)

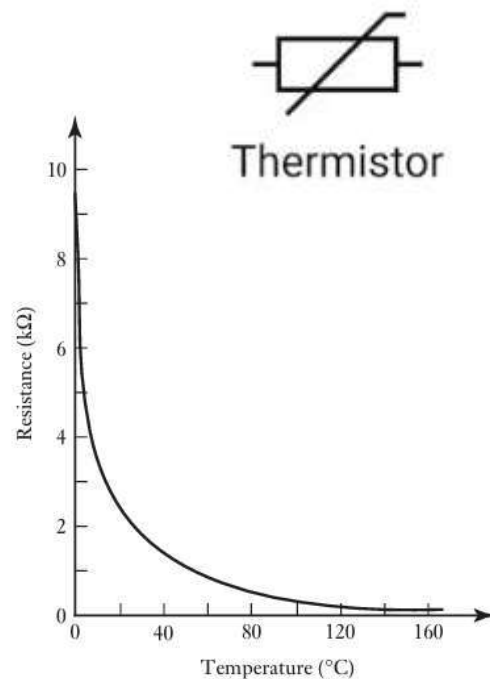
Οξείδιο του σιδήρου (Fe)

Οξείδιο του μαγγανίου (Mn)

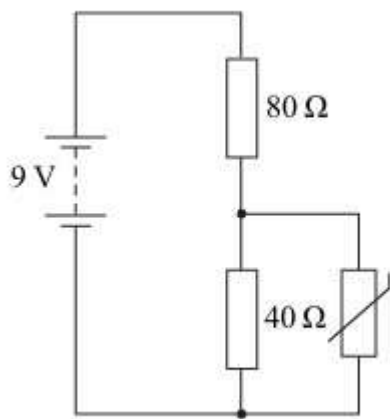
Οξείδιο του νικελίου (Ni)

Αυτά τα υλικά είναι ημιαγωγοί, δηλαδή η αγωγιμότητά τους επηρεάζεται έντονα από τη θερμοκρασία. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο αυξάνεται και η αγωγιμότητά τους (δηλαδή μειώνεται η αντίσταση). Αυτοί είναι οι Negative Coefficient Thermistors (NTC).

Συνήθως χρησιμοποιούνται ως διαιρέτες τάσης.



Παράδειγμα:

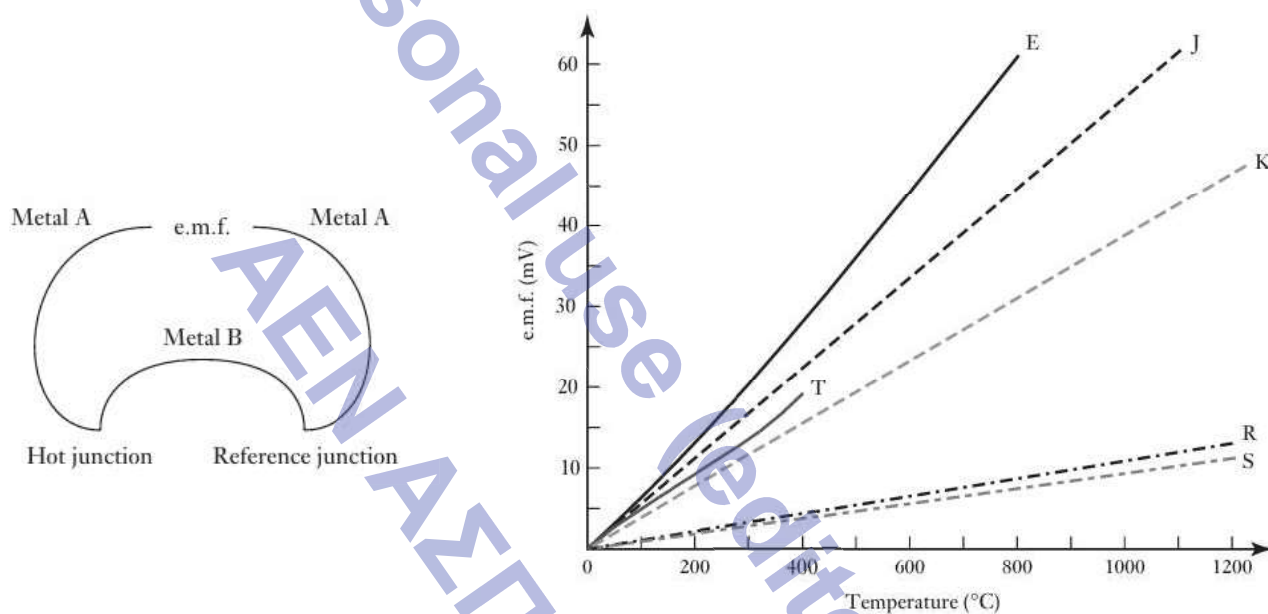


Το θερμίστορ βρίσκεται αρχικά σε θερμοκρασία 100 °C και η αντίστασή του είναι 20 Ω. Καθώς ψύχεται, η θερμοκρασία του μειώνεται και η αντίστασή του αυξάνεται (NTC).

Τι συμβαίνει με το συνολικό ρεύμα (αυξάνεται/μειώνεται/μένει ίδιο) και την τάση στην αντίσταση των 80Ω;

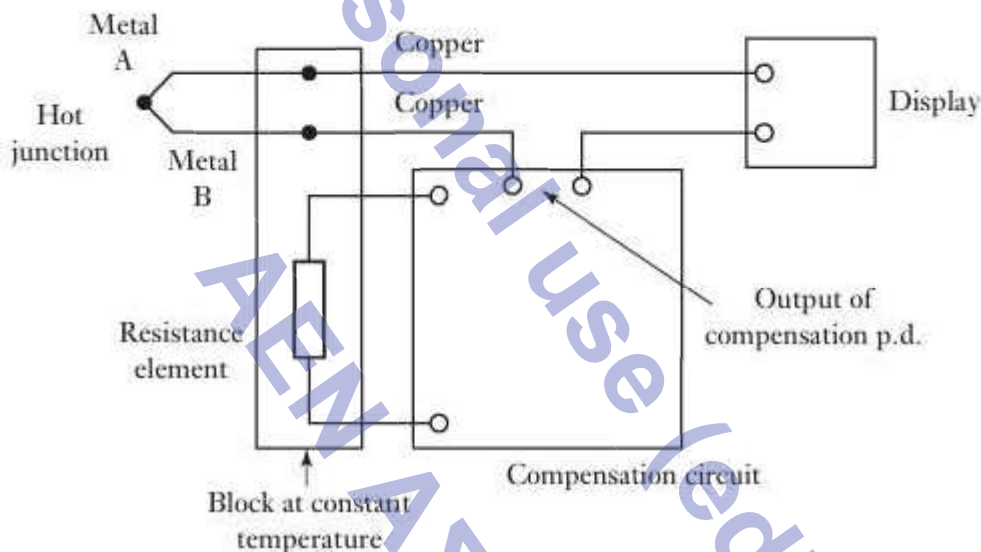
Θερμοζεύγος

Αν δύο διαφορετικά μέταλλα ενωθούν μεταξύ τους, δημιουργείται μια διαφορά δυναμικού στο σημείο ένωσης. Η διαφορά δυναμικού εξαρτάται από τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται και από τη θερμοκρασία της ένωσης. Ένα θερμοζεύγος (thermocouple) είναι ένα πλήρες κύκλωμα που περιλαμβάνει δύο τέτοιες ενώσεις.



Ref.	Materials	Range (°C)	($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)
B	Platinum 30% rhodium/platinum 6% rhodium	0 to 1800	3
E	Chromel/constantan	-200 to 1000	63
J	Iron/constantan	-200 to 900	53
K	Chromel/alumel	-200 to 1300	41
N	Nirosil/nisil	-200 to 1300	28
R	Platinum/platinum 13% rhodium	0 to 1400	6
S	Platinum/platinum 10% rhodium	0 to 1400	6
T	Copper/constantan	-200 to 400	43

Αν και τα δύο junctions βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, δεν υπάρχει ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ)/τάση. Αν όμως υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο ενώσεων, τότε δημιουργείται ΗΕΔ. Η τιμή αυτής της τάσης E , εξαρτάται από τα δύο μέταλλα που χρησιμοποιούνται και τις θερμοκρασίες T των δύο σημείων ένωσης. Συνήθως, το ένα σημείο ένωσης διατηρείται στους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Για να διατηρηθεί το **Cold Junction/Reference Junction** ενός θερμοζεύγους στους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ χρειάζεται ένα κύκλωμα αντιστάθμισης (compensation circuit). Αυτό μετράει την πραγματική θερμοκρασία της **Cold Junction/Reference Junction** και υπολογίζει την ΗΕΔ που θα έδινε αν ήταν στους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Προσθέτει αυτήν την τιμή στο σήμα του θερμοζεύγους. Έτσι η τελική μέτρηση είναι σαν να είχαμε το **Cold Junction/Reference Junction** στους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, (βλ. Σχήμα).

Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας, όπως ένα θερμόμετρο αντίστασης (RTD), μετράει τη θερμοκρασία του Cold Junction/Reference Junction (π.χ. $25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Για κάθε τύπο θερμοζεύγους υπάρχουν επίσημοι πίνακες ή εξισώσεις ($\text{ΗΕΔ} = \alpha T + \beta T^2$ α και β σταθερές που εξαρτώνται από τα υλικά) που δείχνουν πόσα mV παράγει σε κάθε θερμοκρασία σε σχέση με το Cold Junction/Reference Junction στους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Θερμοζεύγος τύπου K στους $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ με Cold Junction/Reference Junction στους $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow$ παράγει π.χ. $4,1\text{ mV}$

Αν όμως το Cold Junction/Reference Junction είναι στους $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, τότε η διαφορά είναι μικρότερη και η πραγματική ΗΕΔ είναι π.χ. $3,0\text{ mV}$

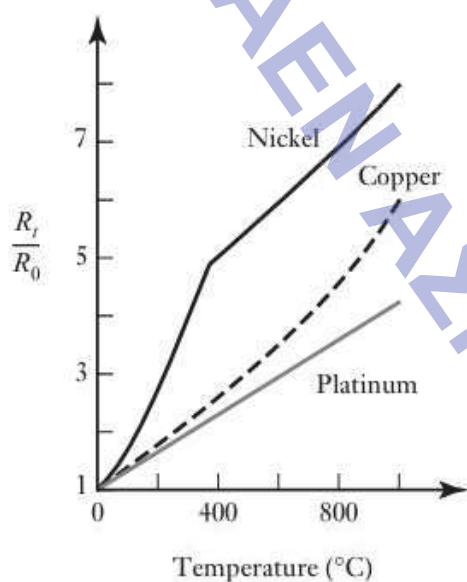
Το compensation circuit προσθέτει +1,1 mV, που είναι η ΗΕΔ που θα έδινε το θερμοζεύγος αν το Cold Junction/Reference Junction ήταν στους 0 °C.

Αυτό γίνεται ηλεκτρονικά: με ψηφιακή επεξεργασία ή με τη τάση εξόδου του RTD που "μετατρέπεται" σε αντίστοιχη ΗΕΔ.

Τα θερμοζεύγη από κοινά μέταλλα (τύποι E, J, K και T) είναι σχετικά φθηνά, αλλά χάνουν τις ιδιότητές τους με την πάροδο του χρόνου. Έχουν ακρίβεια περίπου $\pm 1\%$ έως 3% . Τα θερμοζεύγη μετάλλων τύπου R, είναι πιο ακριβά αλλά πιο σταθερά και ανθεκτικά. Έχουν ακρίβειες της τάξης του $\pm 1\%$ ή και καλύτερες.

Resistance Temperature Detector (RTD) / Ανιχνευτής Θερμοκρασίας Αντίστασης

Είναι μια κατηγορία αισθητήρων που αλλάζουν αντίσταση, όταν αλλάζει η θερμοκρασία του μέσου στο οποίο εισάγονται. Αυτή η αλλαγή αντίστασης, είναι ανάλογη με τη θερμοκρασία και μεταβάλλεται με σχεδόν γραμμικό τρόπο με τη θερμοκρασία. Αυτό σημαίνει ότι καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία, αυξάνεται και η αντίσταση του RTD. Έτσι, μετρώντας την αντίσταση του RTD, προσδιορίζουμε τη θερμοκρασία. Αυτό οφείλεται εξ ολοκλήρου στις φυσικές ιδιότητες του υλικού από το οποίο κατασκευάζεται το RTD.



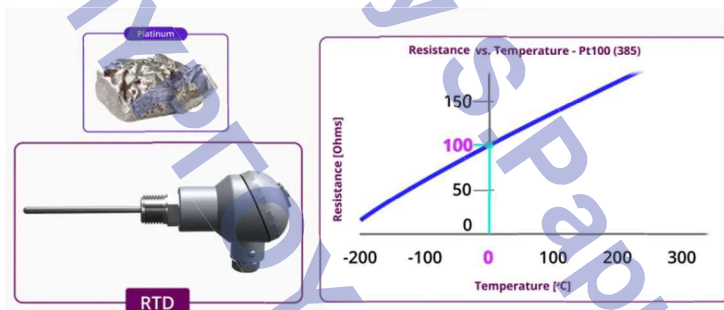
$$R_T = R_0 (1 + \alpha T)$$

R_T = Η Αντίσταση σε θερμοκρασία σε T°C (π.χ 30°C).

R_0 – Η αντίσταση στους 0°C

α = ο θερμικός συντελεστής της αντίστασης του υλικού.

Τα RTD είναι στοιχεία με τη μορφή σπειρών σύρματος από μέταλλα όπως η πλατίνα, το νικέλιο ή κράματα νικελίου-χαλκού.



Αισθητήρας Pt100 <http://www.sensor12.com/xinwendongtai/179.html>

Η αντίσταση της πλατίνας μεταβάλλεται σχεδόν γραμμικά με τη θερμοκρασία, φτάνοντας ακριβώς τα 100Ω στους μηδέν βαθμούς Κελσίου. Από εδώ προέρχεται το «100» στο Pt100.

$$R_T = R_o (1 + \alpha T)$$

$R_o = 100 \, \Omega$ στους μηδέν βαθμούς Κελσίου

$$\alpha = 0.00385 \, ^\circ\text{C}^{-1}$$

Έστω ότι $R_T = 110 \, \Omega$

Από τον τύπο $R_T = R_o (1 + \alpha T)$ βρίσκω την θερμοκρασία: $T = 25.9 \, ^\circ\text{C} \approx 26 \, ^\circ\text{C}$.

Από πίνακες:

$^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Thermoelectric Voltage in mV											
0	0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758	0.798
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.163	1.203
30	1.203	1.244	1.285	1.326	1.366	1.407	1.448	1.489	1.530	1.571	1.612
40	1.612	1.653	1.694	1.735	1.776	1.817	1.858	1.899	1.941	1.982	2.023
50	2.023	2.064	2.106	2.147	2.188	2.230	2.271	2.312	2.354	2.395	2.436
60	2.436	2.478	2.519	2.561	2.602	2.644	2.685	2.727	2.768	2.810	2.851
70	2.851	2.893	2.934	2.976	3.017	3.059	3.100	3.142	3.184	3.225	3.267
80	3.267	3.308	3.350	3.391	3.433	3.474	3.516	3.557	3.599	3.640	3.682
90	3.682	3.723	3.765	3.806	3.848	3.889	3.931	3.972	4.013	4.055	4.096
100	4.096	4.138	4.179	4.220	4.262	4.303	4.344	4.385	4.427	4.468	4.509

Άρα το compensation circuit θα πρέπει να προσθέσει περίπου 1mV στην μετρούμενη ΗΕΔ εξόδου.