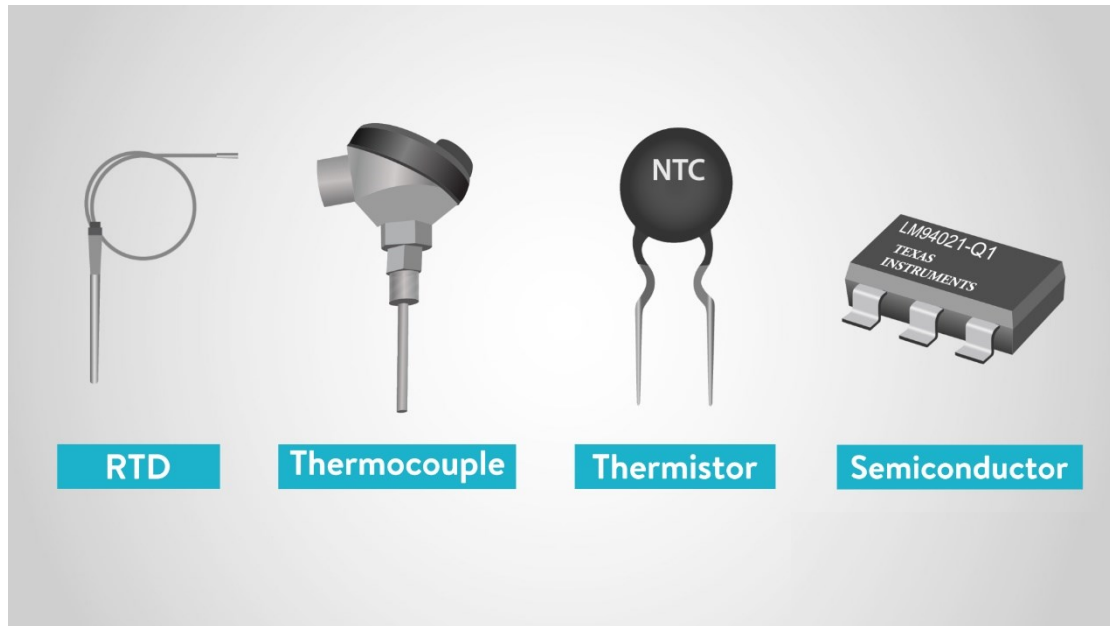


## Τι είναι ένας αισθητήρας θερμοκρασίας; (RTD, Θερμοζεύγος, Θερμίστορ)

Σε αυτό το μάθημα, θα μάθετε τι είναι ένας αισθητήρας θερμοκρασίας και πώς λειτουργούν οι αισθητήρες θερμοκρασίας.



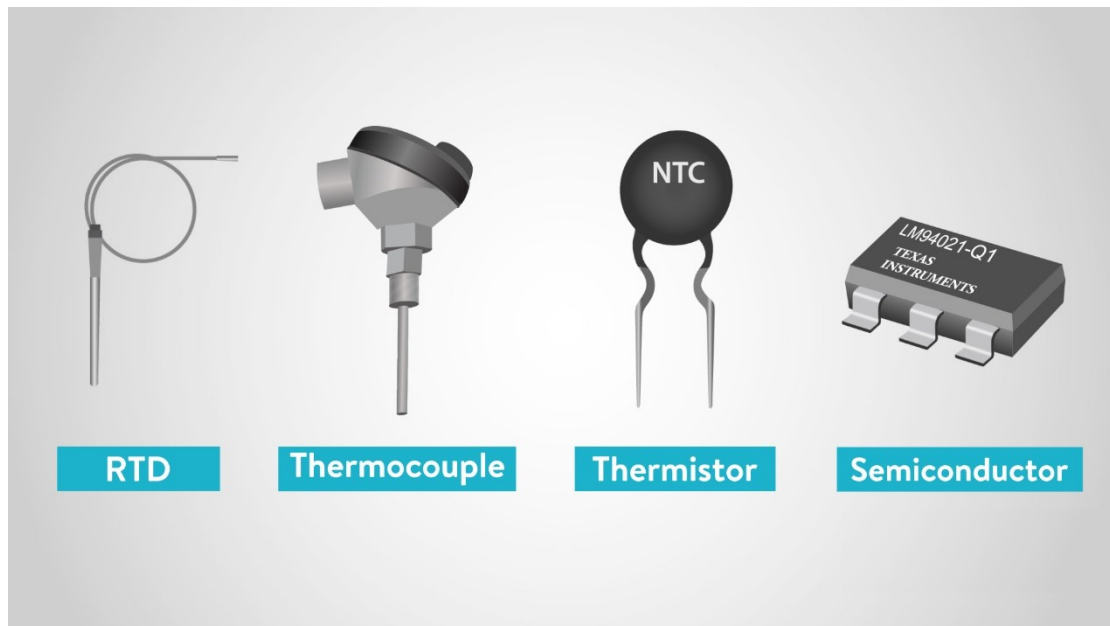
Στην καθημερινή σας ζωή και σε διάφορους κλάδους της βιομηχανίας, υπάρχουν πολλές περιπτώσεις στις οποίες απαιτείται να γνωρίζετε τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, μέσα σε έναν αντιδραστήρα, το τύλιγμα μιας ηλεκτρικής μηχανής και ούτω καθεξής. Αυτός ο στόχος θα επιτευχθεί με τη χρήση ενός αισθητήρα θερμοκρασίας.

### Τεχνολογίες Αισθητήρων Θερμοκρασίας

Με τα χρόνια έχουμε εφεύρει διαφορετικές τεχνολογίες για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία σε διαφορετικές συγκεκριμένες εφαρμογές. Αλλά γιατί διαφορετικές τεχνολογίες;

Αυτό συμβαίνει λόγω διαφορετικών εφαρμογών που καθιστούν μία τεχνική καλύτερη από τις άλλες για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση και δεν υπάρχει μοναδικός τρόπος που να προτείνεται για όλες τις εφαρμογές.

Πολύ πιθανόν να έχετε ακούσει για τα στοιχεία τύπου “RTD”, “Θερμοζεύγος”, “Θερμίστορ”, “Ημιαγωγός” και ούτω καθεξής, τα οποία θα αναφερθούν εδώ.



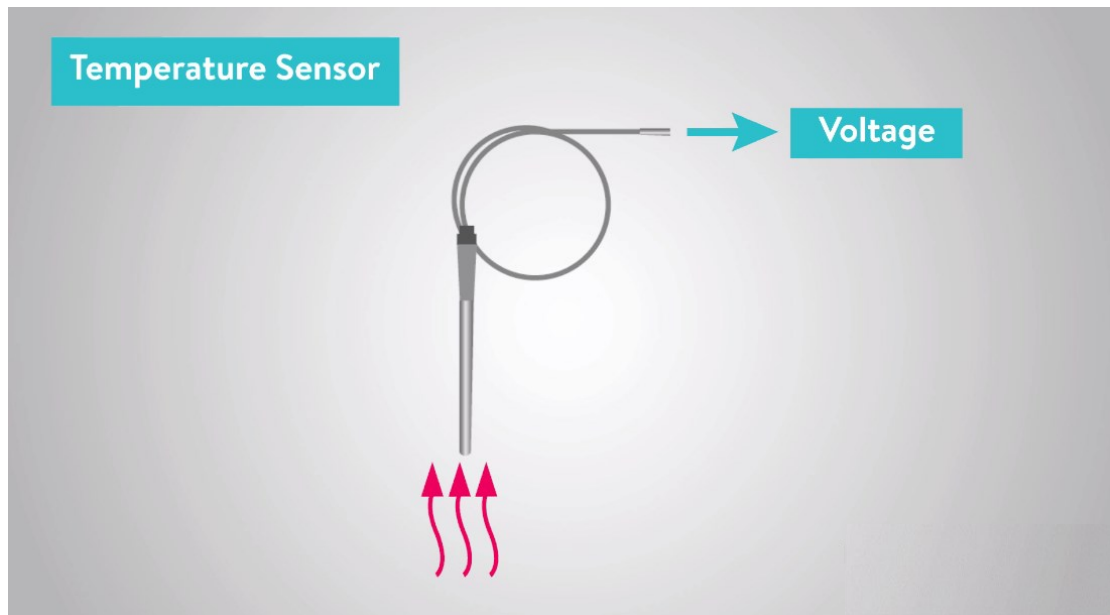
## Μετατροπéας Θερμοκρασίας

Πριν μπω σε λεπτομέρειες αυτού του θέματος, ας δούμε τι είναι ένας “Αισθητήρας Θερμοκρασίας” (Μετατροπέας Θερμοκρασίας) και τι σημαίνει ένας “Πομπός Θερμοκρασίας”.

Γενικά, ένας **αισθητήρας** ή μετατροπέας είναι μια φυσική συσκευή που είναι ικανή να μετατρέπει έναν τύπο μεταβλητής διαδικασίας στον επιθυμητό τύπο σήματος.

Για να επεξηγήσω αυτή τη γενικευμένη πρόταση, ας σας δώσω ένα παράδειγμα.

Η θερμοκρασία, η πίεση, η ροή, κ.λπ., είναι μερικές μεταβλητές διαδικασίας και στην πραγματικότητα, είναι φυσικά χαρακτηριστικά του πραγματικού μας κόσμου. Με τη σύγχρονη τεχνολογία και λόγω των τεράστιων προόδων στην Ηλεκτρική Μηχανική τον τελευταίο αιώνα, μας αρέσει να μετατρέπουμε κάθε μετρήσιμη τιμή διαδικασίας σε ηλεκτρικό σήμα και ένας αισθητήρας θερμοκρασίας είναι μια συσκευή που θα μετατρέψει τη θερμοκρασία σε ηλεκτρικό σήμα, ανεξάρτητα από το πόσο μικρή μπορεί να είναι η ένταση αυτού του σήματος!



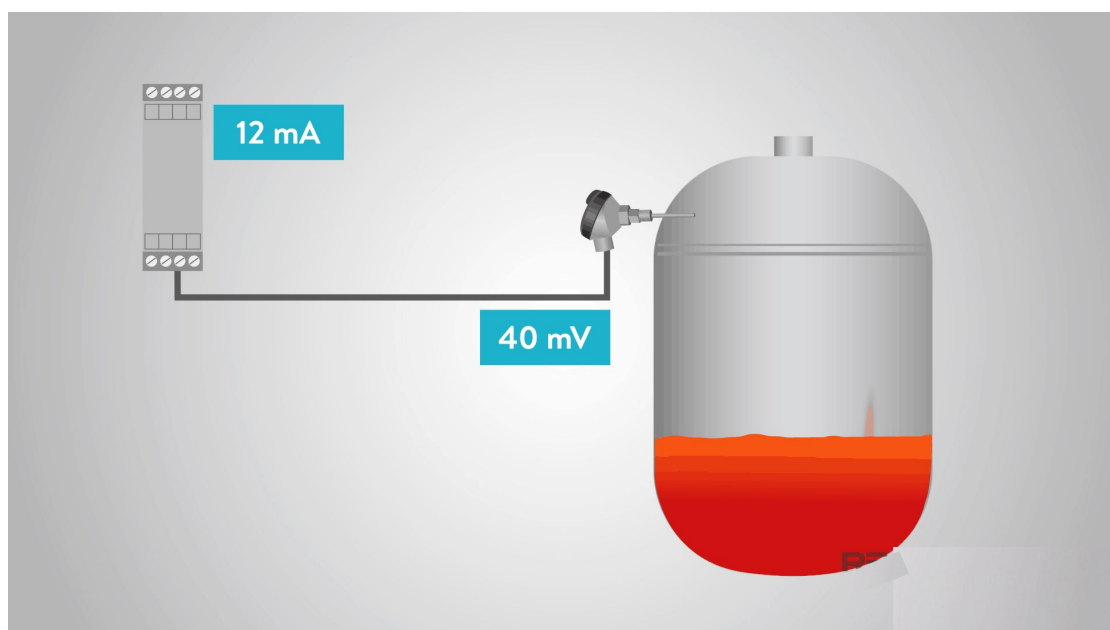
Μέχρι στιγμής έχω κάνει ένα μεγάλο “Πρώτο Βήμα” που ήταν η μετατροπή της “Θερμοκρασίας” σε “Ηλεκτρικό Σήμα”.

Ανάλογα με τις διάφορες τεχνολογίες αισθητήρων, αυτό το σήμα μπορεί να έχει διαφορετικά εύρη και για βιομηχανικές εφαρμογές, χρειάζομαι να περιορίσω τα σήματά μου σε ορισμένα καθολικά αποδεκτά ηλεκτρικά “εύρη σήματος”.

Ορισμένα από αυτά τα παγκοσμίως αποδεκτά εύρη ηλεκτρικών σημάτων είναι:

- Τέσσερις έως είκοσι milliamps (4-20 mA)
- Ένα έως πέντε βολτ (1-5 V)
- Μηδέν έως δέκα βολτ (0-10 V)

Ένας “**Πομπός Θερμοκρασίας**” είναι μια συσκευή που μετατρέπει το μικρό σήμα εξόδου ενός “Μετατροπέα Θερμοκρασίας” σε ένα από αυτά τα τυπικά εύρη σημάτων.



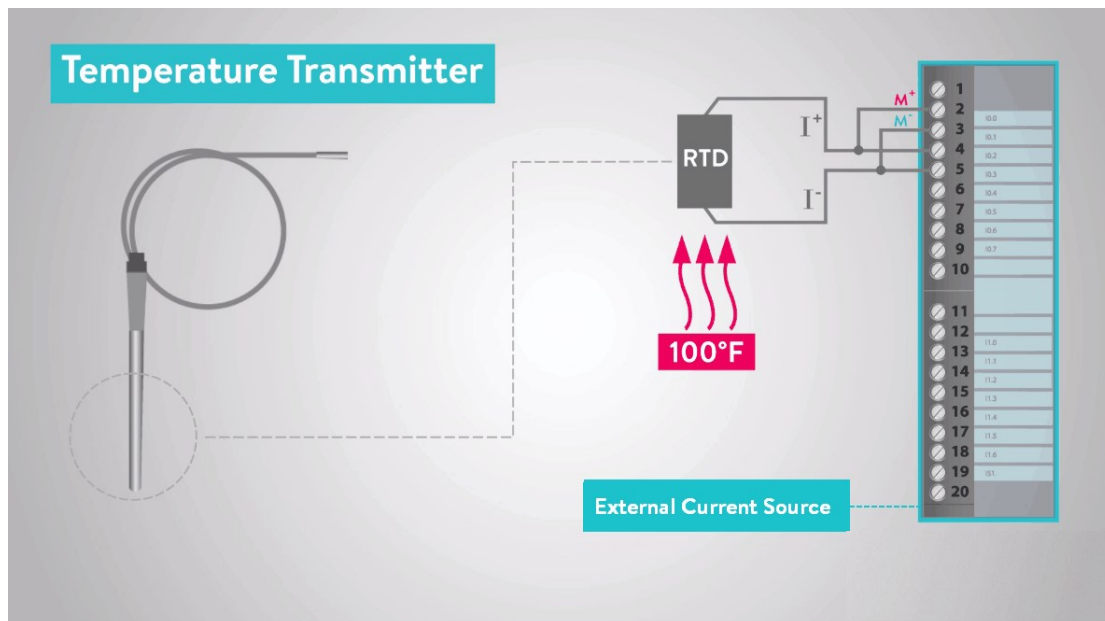
## Ανιχνευτές Θερμοκρασίας Αντίστασης (RTD)

Τώρα ας επιστρέψουμε σε διάφορες τεχνολογίες “Μετατροπέα Θερμοκρασίας”.

Ο RTD ή “Ανιχνευτής Θερμοκρασίας Αντίστασης” είναι μια συσκευή της οποίας η αντίσταση μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία.

Δεδομένου ότι είναι μια “παθητική” συσκευή, θα πρέπει να εφαρμοστεί εξωτερικό ηλεκτρικό ρεύμα σε αυτήν και στη συνέχεια μπορεί να μετρηθεί η πτώση τάσης σε αυτήν. Αυτή η τάση είναι μια καλή ένδειξη της θερμοκρασίας.

Όταν αναφερόμαστε σε μια τέτοια συσκευή ως “παθητική”, σημαίνει ότι η συσκευή χρειάζεται εξωτερική πηγή ρεύματος (ή τάσης).



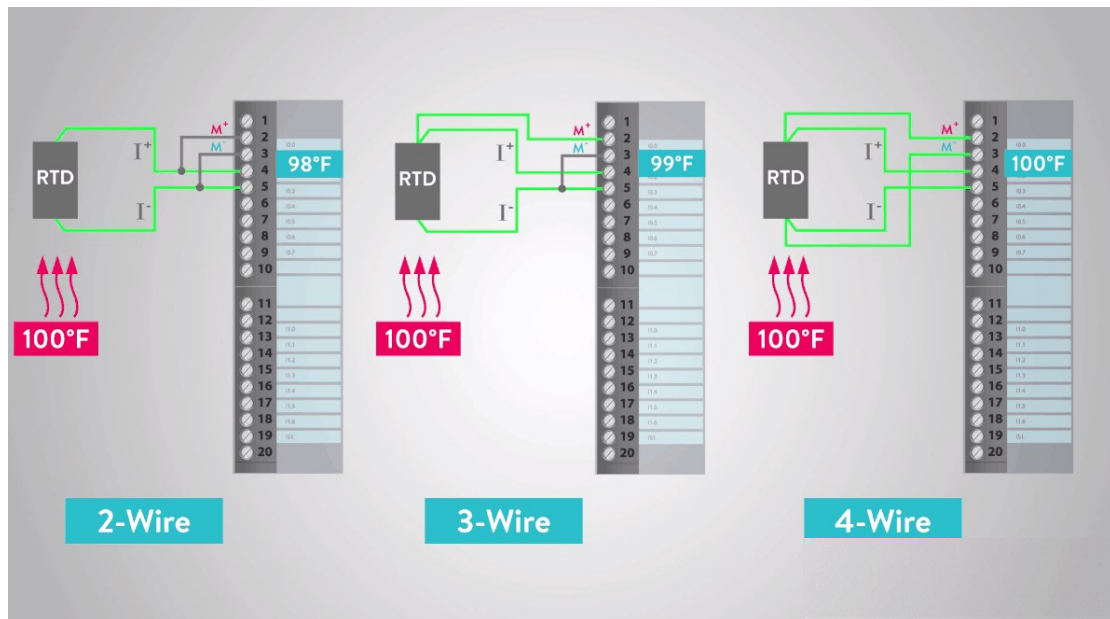
Προφανώς, μεγάλη ποσότητα εξωτερικού ρεύματος μπορεί να προκαλέσει απώλεια ισχύος στην αντίσταση του RTD και να οδηγήσει σε υπερβολική θερμότητα, οπότε για να αποφευχθεί αυτός ο τύπος σφάλματος, το ρεύμα θα πρέπει να διατηρείται σε ελάχιστο επίπεδο.

Αυτό το διάγραμμα καλωδίωσης δείχνει την απλούστερη εφαρμογή ενός RTD, που ονομάζεται “διάταξη δύο καλωδίων”.

Μια πιο ακριβής μέτρηση απαιτεί διατάξεις 3 καλωδίων ή 4 καλωδίων.

Στην πραγματικότητα, η απόσταση μεταξύ του σημείου ανίχνευσης θερμοκρασίας και του συστήματος μέτρησης απαιτεί καλωδίωση και καθώς η πραγματική καλωδίωση έχει τη δική της αντίσταση, κάποιο σφάλμα μέτρησης εισχωρεί!

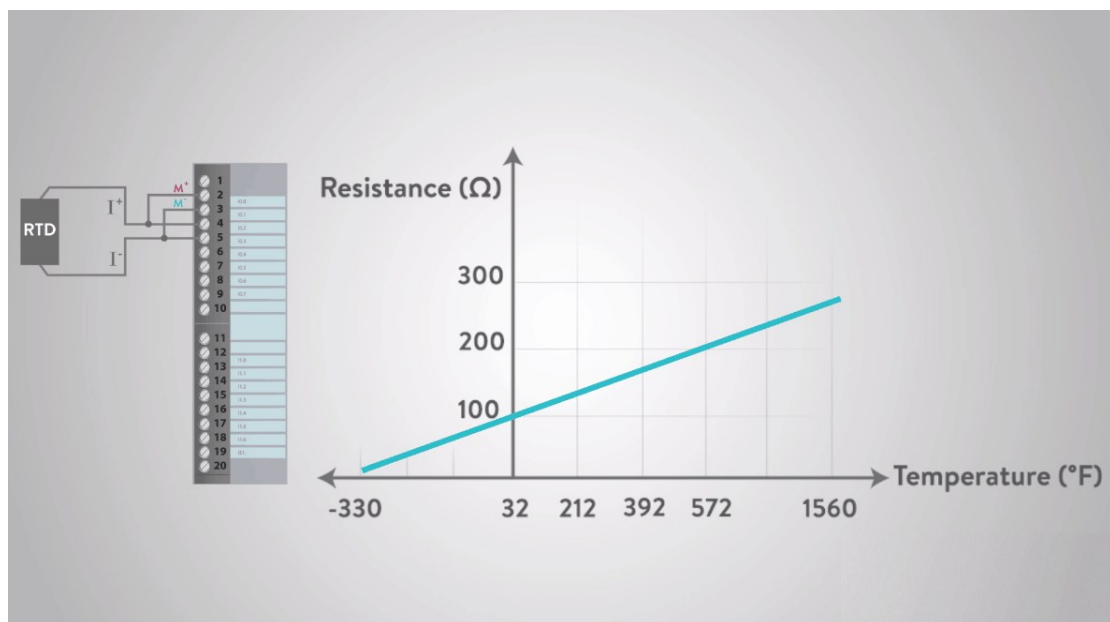
Οι διατάξεις τριών καλωδίων (3 καλωδίων) και τεσσάρων καλωδίων (4 καλωδίων) αναπτύχθηκαν για να εξαλείψουν αυτό το σφάλμα.



Ένας από τους πιο κοινούς RTDs είναι το "PT100" που αποτελείται από μια λεπτή υμένιο πλατίνης σε πλαστικό υπόστρωμα και παρουσιάζει αντίσταση 100Ω στους 32°F.

Η αντίστασή του μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία και μπορεί συνήθως να μετρήσει θερμοκρασίες από -330 έως 1560°F.

Η σχέση μεταξύ αντίστασης και θερμοκρασίας του PT100 είναι σχετικά γραμμική.

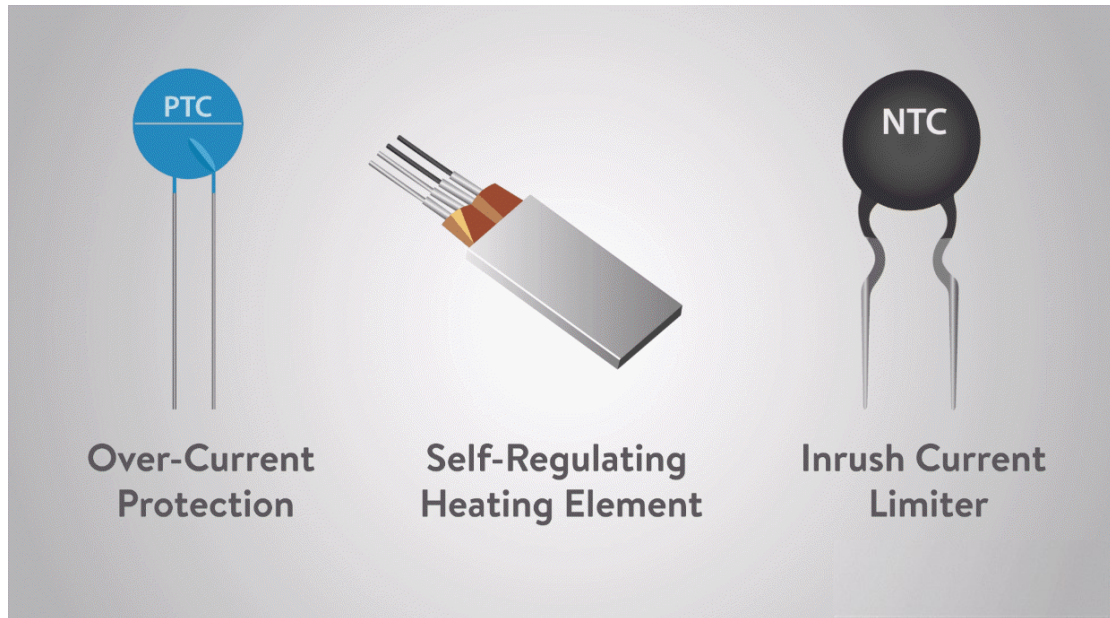


Το PT100 είναι απλώς ένα παράδειγμα πλατινένιων RTDs και στη βιομηχανία μπορεί να βρείτε διάφορους τύπους RTD κατάλληλους για διάφορες εφαρμογές όπως Χαλκός, Νικέλιο, Νικέλιο-Σίδηρος, κ.λπ.

### Θερμίστορ

Τα θερμίστορ είναι αντιστάτες που εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και χρησιμοποιούνται ευρέως σε βιομηχανικές εφαρμογές, όπως:

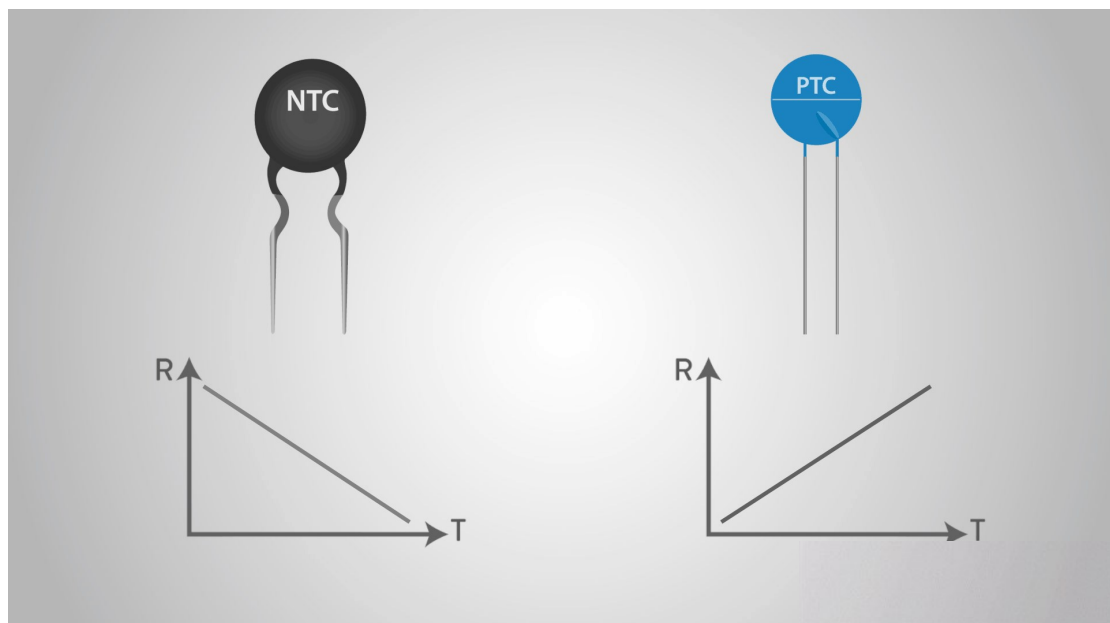
- Προστασία υπερέντατος
- Αυτορυθμιζόμενα στοιχεία θέρμανσης
- Περιοριστές ρέντατος εκκίνησης



Τα θερμίστορ μπορεί να είναι NTC ή PTC.

Στα θερμίστορ NTC (Αρνητικός Συντελεστής Θερμοκρασίας), η αντίσταση μειώνεται καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται. Οι NTC χρησιμοποιούνται συνήθως ως περιοριστές ρέντατος εκκίνησης.

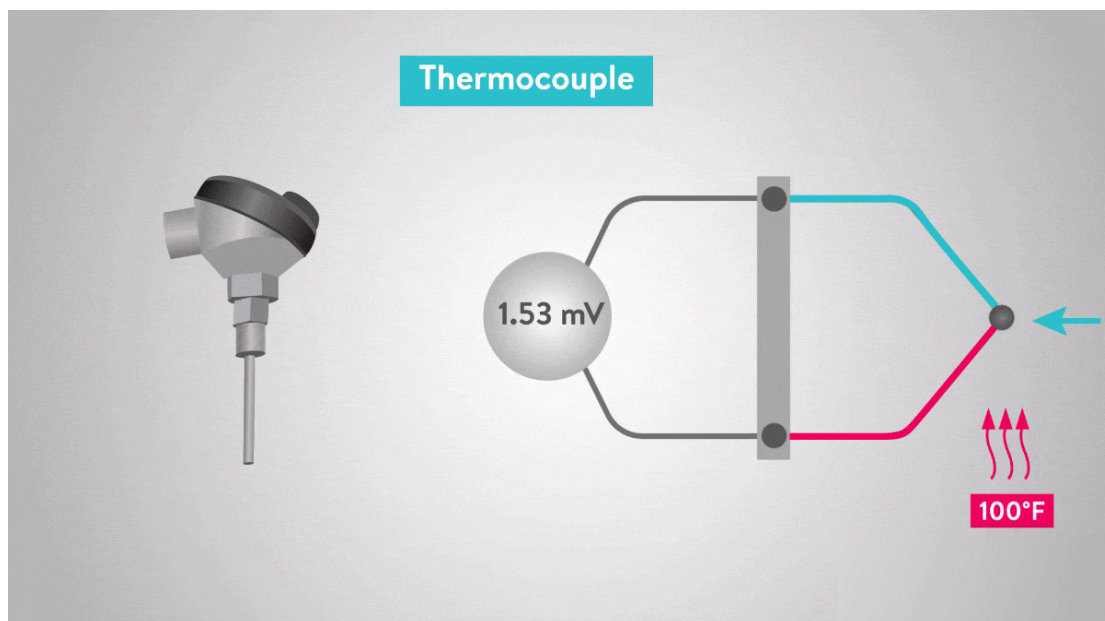
Με τα θερμίστορ PTC (Θετικός Συντελεστής Θερμοκρασίας), η αντίσταση αυξάνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία. Τα θερμίστορ PTC χρησιμοποιούνται συνήθως ως προστασία υπερέντατος και σε επαναφερόμενες ασφάλειες.



## Θερμοζεύγη

Ένα θερμοζεύγος ή απλά “TC” αποτελείται από ένα ζευγάρι συγκεκριμένων ανόμοιων καλωδίων που συνδέονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας το “σημείο μέτρησης” ή “επαφή”.

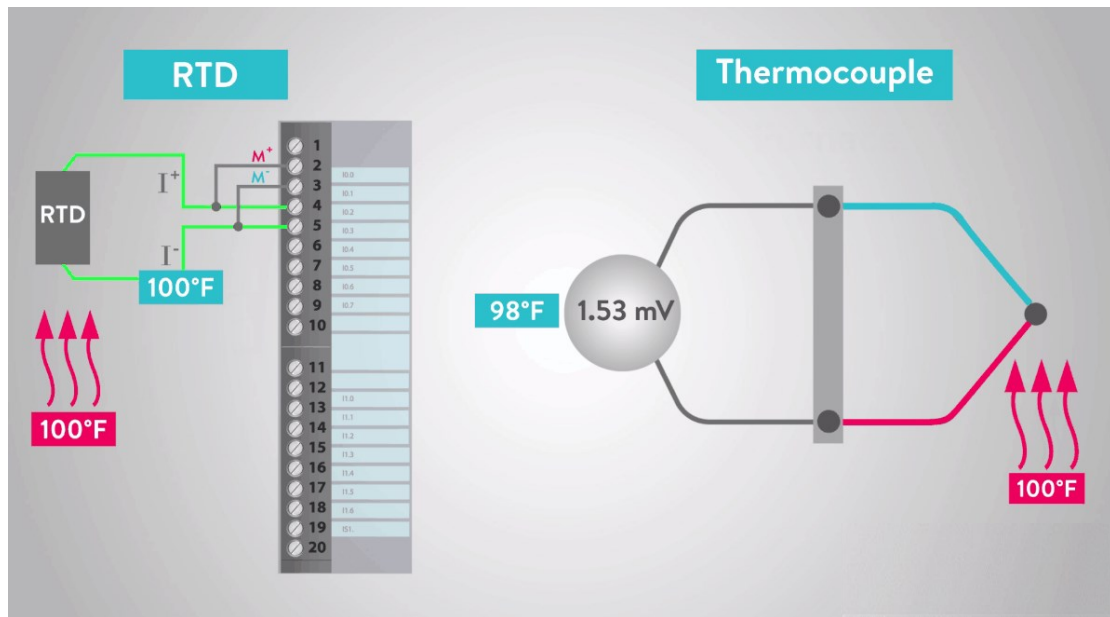
Βάσει των φυσικών χαρακτηριστικών που ονομάζονται “Θερμοηλεκτρικό Φαινόμενο”, όταν αυτή η επαφή τοποθετείται σε διαφορετικές θερμοκρασίες, παράγονται διαφορετικά σήματα σε millivolt (mV) που μπορούν να ερμηνευτούν ως ένδειξη της θερμοκρασίας.



Σε σύγκριση με τα RTDs, τα θερμοζεύγη είναι αυτοτροφοδοτούμενα και δεν απαιτούν εξωτερική πηγή ρεύματος διέγερσης.

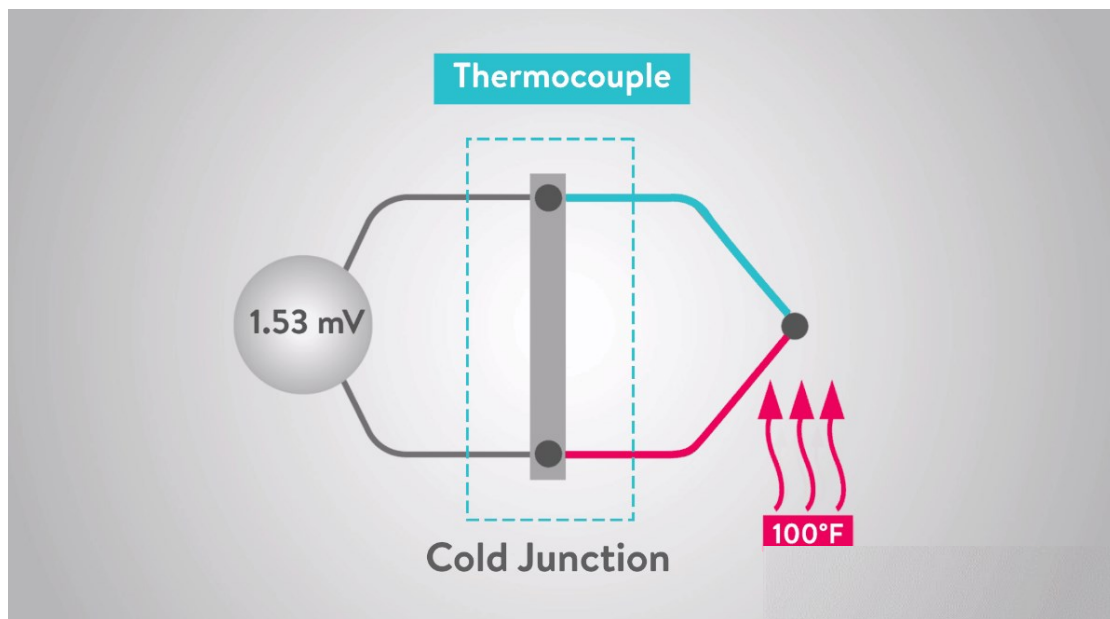
Τα θερμοζεύγη χρησιμοποιούνται συνήθως για φούρνους, θαλάμους καύσης αεριοστροβίλων, αγωγούς καυσαερίων υψηλής θερμοκρασίας κ.λπ.

Ο κύριος περιορισμός των θερμοζευγών είναι η “ακρίβεια” που δεν τα καθιστά την καλύτερη λύση για ακριβείς εφαρμογές.



Επίσης, τα θερμοζεύγη χρειάζονται ένα σημείο αναφοράς μέτρησης που ονομάζεται “Ψυχρή Επαφή”.

Η επαφή του θερμοζεύγους είναι συχνά εκτεθειμένη σε ακραία περιβάλλοντα, ενώ η ψυχρή επαφή είναι συχνά τοποθετημένη κοντά στη θέση του οργάνου.

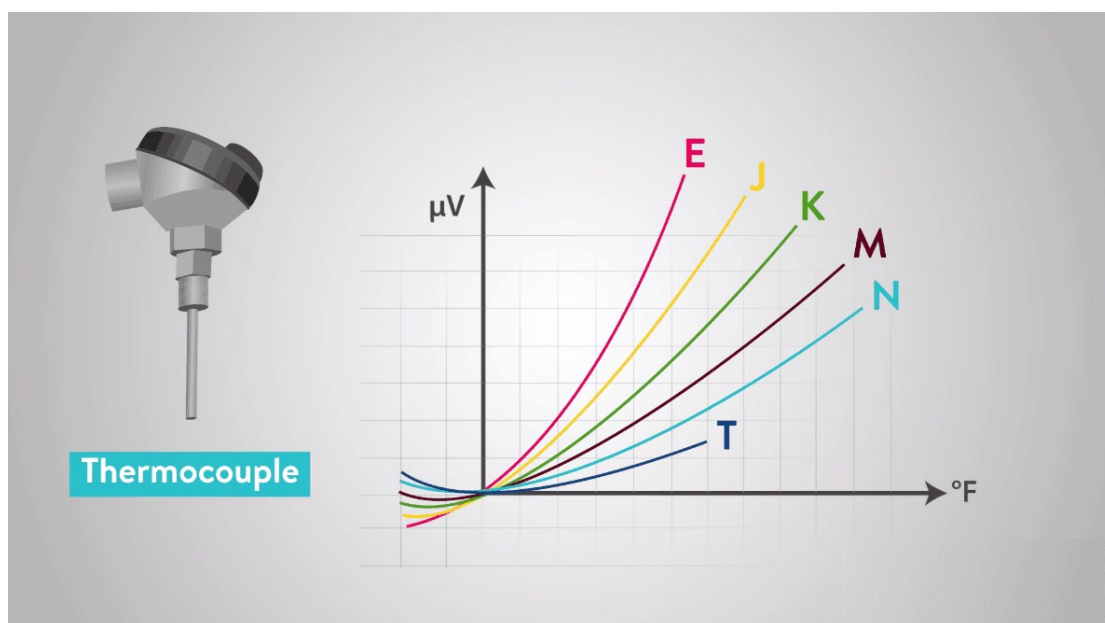


Με βάση το “εύρος” μέτρησης θερμοκρασίας, “ευαισθησία” και κάποιους άλλους παράγοντες σε κάθε εφαρμογή, διατίθενται διαφορετικοί τύποι θερμοζευγών, για παράδειγμα E, J, K, M, N, T και ούτω καθεξής.

Για παράδειγμα, ο τύπος “J” αποτελείται από τον συνδυασμό “Σίδηρος-Κωνσταντάνη” με εύρος από  $-40^\circ\text{F}$  έως  $+1380^\circ\text{F}$  και ευαισθησία περίπου  $27.8\ \mu\text{V}/^\circ\text{F}$ .

ενώ ο τύπος “K” (Chromel-Alumel) είναι ένα από τα πιο κοινά θερμοζεύγη γενικής χρήσης με ευαισθησία περίπου  $22.8\ \mu\text{V}/^\circ\text{F}$ .

Ο τύπος K είναι οικονομικός και μια μεγάλη ποικιλία αισθητήρων είναι διαθέσιμη στην περιοχή λειτουργίας του από  $-330^{\circ}\text{F}$  έως  $+2460^{\circ}\text{F}$ .



Δεδομένου ότι η λειτουργία των θερμοζευγών βασίζεται στο Θερμοηλεκτρικό Φαινόμενο σε διάφορους τύπους αγωγών, όταν η θέση ενός θερμοζεύγους είναι μακριά από το “όργανο μέτρησης” (π.χ. ηλεκτρονικός πομπός), θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι κατάλληλοι τύποι αγωγών για επέκταση. Διαφορετικά, στο μικρό σήμα που παράγεται από το θερμοζεύγος θα προστίθεται κάποιο σφάλμα στο σημείο όπου τα καλώδια του θερμοζεύγους συνδέονται με το καλώδιο επέκτασης!

### **Αισθητήρες Θερμοκρασίας Ημιαγωγών**

Ο “Αισθητήρας Θερμοκρασίας Ημιαγωγού” βασίζεται στο γεγονός ότι η τάση επαφής σε έναν συνδυασμό p-n ημιαγωγών, όπως η επαφή διόδου ή η επαφή “βάσης-εκπομπού” κανονικών τρανζίστορ, είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας.

Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται ευρέως σε ηλεκτρονικές συσκευές και τεχνολογίες IC.

Η γραμμική χαρακτηριστική, το μικρό μέγεθος και το χαμηλό κόστος είναι πλεονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας, αλλά θα πρέπει να σημειωθεί ότι η περιορισμένη περιοχή περίπου  $-40^{\circ}\text{F}$  έως  $248^{\circ}\text{F}$  την καθιστά κατάλληλη για συγκεκριμένες εφαρμογές.

Επίσης, παράλληλα με τη σύγκριση τεχνικών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων, μερικές φορές το κόστος είναι ο βασικός παράγοντας στην επιλογή της κατάλληλης συσκευής, όπως λένε: “Τα χρήματα μιλούν!”

### **Σύγκριση μεταξύ Αισθητήρων Θερμοκρασίας**

Για να ολοκληρώσουμε αυτό το βίντεο, η σύγκριση μεταξύ διαφορετικών τύπων τεχνολογιών αισθητήρων θερμοκρασίας είναι μια πολυδιάστατη εργασία.

Για παράδειγμα, αν η "ακρίβεια" θεωρείται ως ο βασικός δείκτης απόδοσης, συνήθως οι RTD είναι πιο ακριβείς από τα θερμοζεύγη· περίπου 10 φορές πιο ακριβείς.

Από την άποψη της "ευαισθησίας", ενώ και οι δύο RTD και θερμοζεύγη αντιδρούν γρήγορα σε αλλαγές θερμοκρασίας, με παρόμοιο κόστος, τα θερμοζεύγη είναι συχνά πιο γρήγορα.

Αν πρέπει να μετρήσω τη θερμοκρασία ηλεκτρονικών PCB και/ή IC, οι τύποι με βάση το πυρίτιο είναι οι καλύτερες επιλογές.

Επίσης, παράλληλα με τη σύγκριση τεχνικών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων, μερικές φορές το κόστος είναι ο βασικός παράγοντας στην επιλογή της κατάλληλης συσκευής, όπως λένε: "Τα χρήματα μιλούν!"

