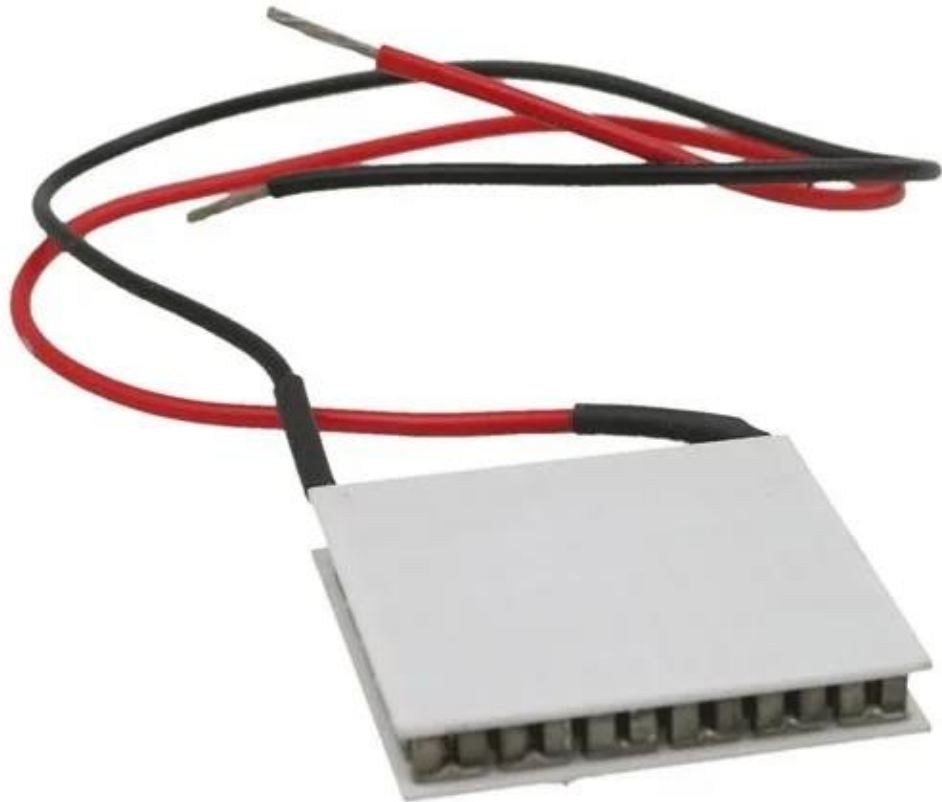


Στοιχεία Peltier και Έλεγχος Θερμοκρασίας



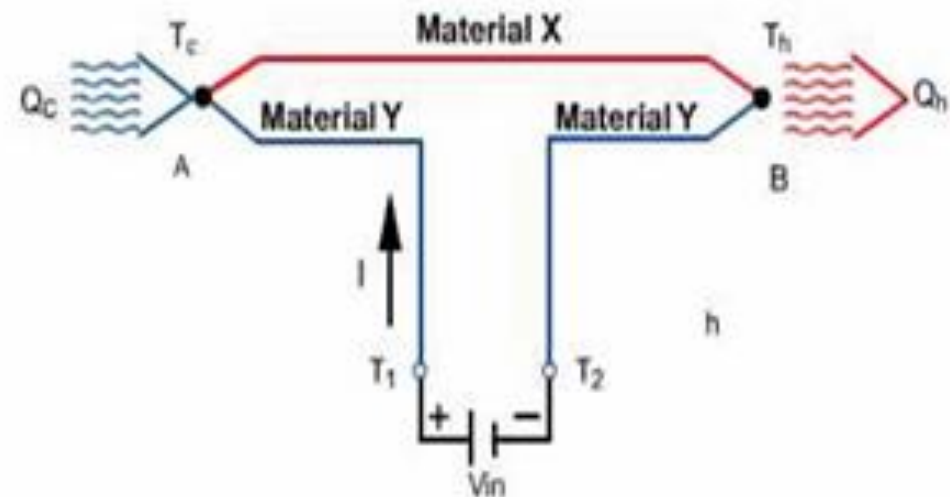
Τι είναι το Στοιχείο Peltier

- Τα στοιχεία Peltier είναι ηλεκτρονικές διατάξεις που βασίζονται στο φαινόμενο Peltier και επιτρέπουν τη μεταφορά θερμότητας μέσω της διέλευσης ηλεκτρικού ρεύματος.
Χρησιμοποιούνται για την ακριβή ψύξη ή θέρμανση επιφανειών, χωρίς κινούμενα μέρη ή ροές υγρών.
Αποτελούνται από πολλαπλά ζεύγη ημιαγωγών τύπου n και p , τοποθετημένα ανάμεσα σε κεραμικές πλάκες.

Θερμοηλεκτρισμός και Φαινόμενο Peltier

- το θερμοηλεκτρικό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1821 από τον Εσθονό Thomas Johann Seebeck, ο οποίος παρατήρησε ότι δημιουργώντας διαφορά θερμοκρασίας σε μία επαφή δύο ανόμοιων μετάλλων, στα άκρα της επαφής εμφανίζεται ένα ηλεκτρικό δυναμικό, ικανό να δώσει ροή ρεύματος σε κλειστό κύκλωμα. Με τη θερμότητα που εφαρμόζεται στο θερμοηλεκτρικό ζεύγος, θα εμφανιστεί τάση στα άκρα T1 και T2. Αυτή η τάση (V_0) μπορεί να εκφραστεί ως

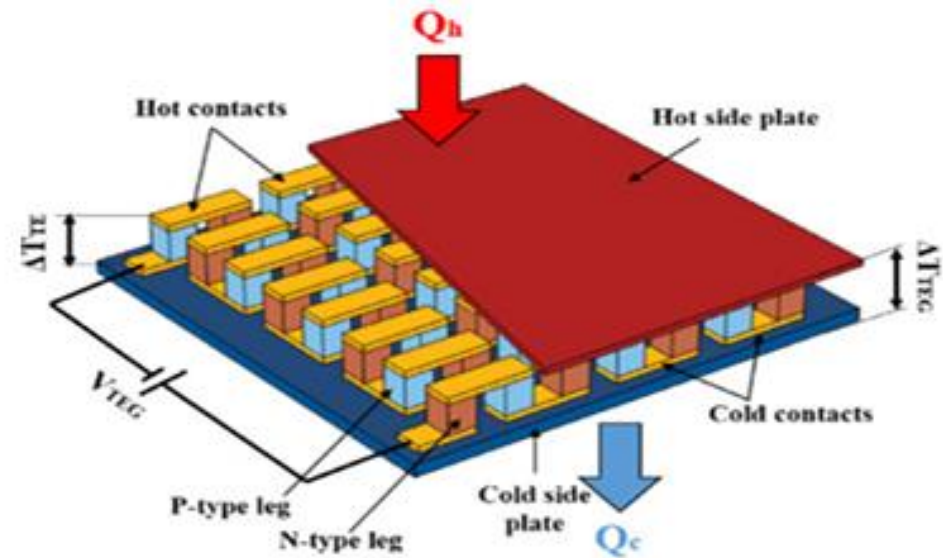
$$V_0 = S_{xy}(T_h - T_c)$$



- το 1834 ο Jean Charles A. Peltier εκανε το πειραμα αντιθετα . Ασχολήθηκε με την αντιστροφή του φαινομένου, δηλαδή παρέχοντας ηλεκτρική ισχύ στη διμεταλλική επαφή, θέρμινε ή έψυχε μια πλευρά της, ανάλογα με την πολικότητα της σύνδεσης. Παρατηρήθηκε ότι τα ημιαγωγικά υλικά καθώς και κράματα Χαλκού (Cu) και Νικελίου (Ni) εμφανίζουν εντονότερα το θερμοηλεκτρικό φαινόμενο. Χρησιμοποιούνται δύο υλικά με διαφορετικό αριθμό ηλεκτρονίων. Αυτά ενώνονται σε δύο σημεία με αγωγίμο υλικό, οπότε για να αποκατασταθεί η ισορροπία και να υπάρχει παντού ομοιόμορφη κατανομή ηλεκτρονίων, ελεύθερα ηλεκτρόνια μετακινούνται μεταξύ των υλικών και δημιουργείται έτσι ένα Ηλεκτρικό Πεδίο. Αν εφαρμόσουμε Ηλεκτρικό Ρεύμα στο σύστημα, τότε θα συμβεί το εξής: στην προσπάθειά του να διατηρήσει την ισορροπία του, στο ένα σημείο ένωσης θα απορροφάται ενέργεια από το περιβάλλον (ψύξη), ενώ στο άλλο θα αποβάλλεται ενέργεια στο περιβάλλον με τη μορφή θερμότητας (θέρμανση).

Δομή στοιχείων peltier

- Τα στοιχεία Peltier αποτελούνται από πολλές σειρές ζευγών ημιαγωγών τύπου n και τύπου p.
Τα ζεύγη είναι συνδεδεμένα εναλλάξ σε σειρά και εγκλωβισμένα ανάμεσα σε δύο κεραμικές πλάκες για σταθερότητα και καλή θερμική αγωγιμότητα.
Η δομή επιτρέπει την άμεση μεταφορά θερμότητας από τη μία πλευρά στην άλλη, ανάλογα με τη φορά του ρεύματος.



Ο σχεδιασμός TEG

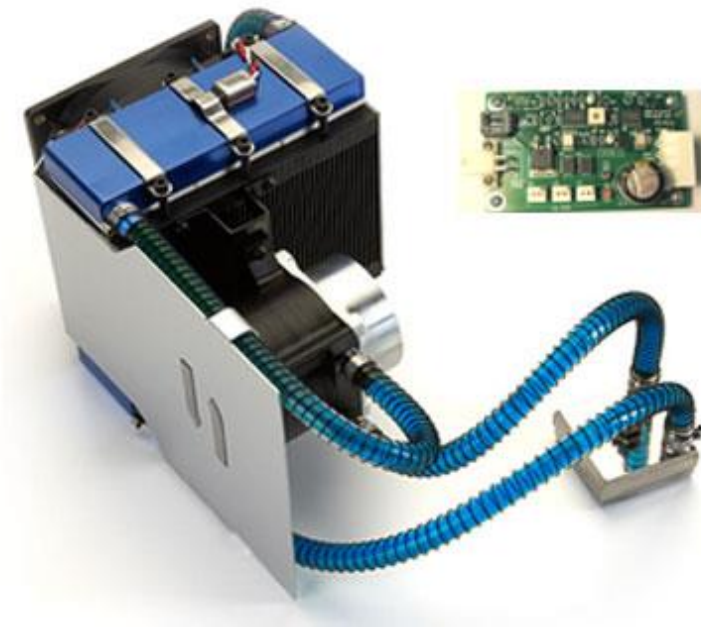
- Τα θερμοζεύγη εκτυπώνονται, διαμορφώνονται ή εναποτίθενται στην επιφάνεια του υποστρώματος. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης έγκειται στην ικανότητα του να χειρίζεται το πάχος και το μήκος κάθε βραχίονα θερμοστοιχείου σε συνδυασμό με την καταλληλότητά του με εναπόθεση λεπτής μεμβράνης, που επιτρέπει τη δημιουργία λεπτότερων και μακρύτερων θερμοζευγών σε σύγκριση με άλλους τύπους. Εκτός αυτού, αυτή η διάταξη αυξάνει τη θερμική αντίσταση των θερμοστοιχείων σε σύγκριση με άλλα σχέδια TEG λόγω της χρήσης μακρών βραχιόνων TC που οδηγούν σε αύξηση της κλίσης της θερμοκρασίας κατά μήκος αυτών των τελευταίων και τελικά αύξηση της τάσης εξόδου.

Έλεγχος Θερμοκρασίας με Ελεγκτή

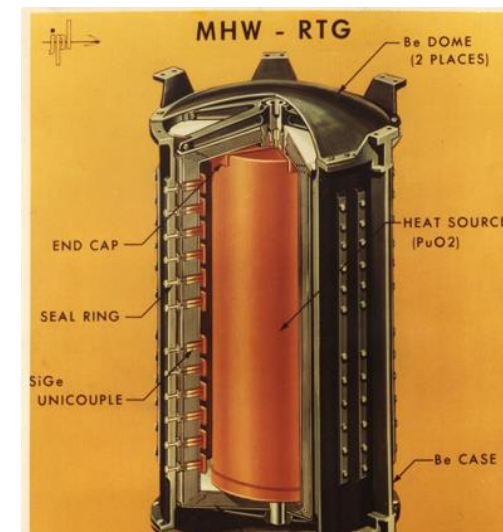
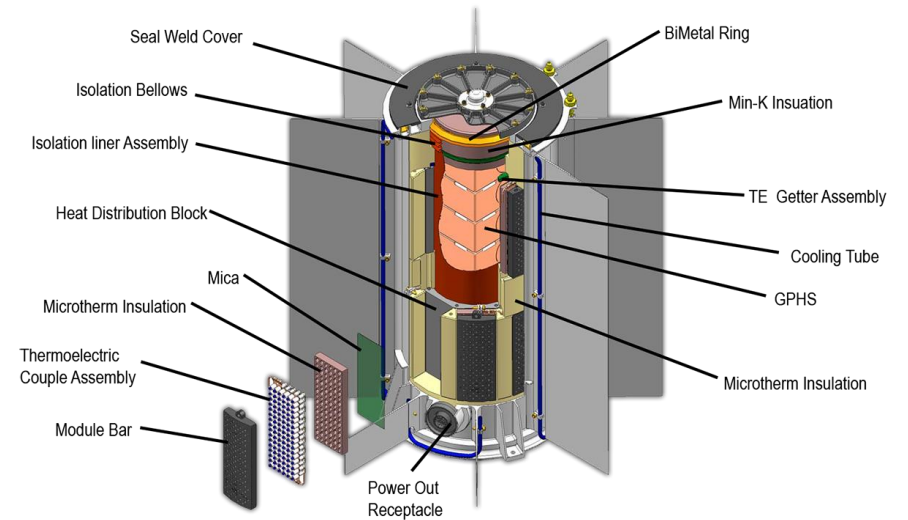
- Η θερμοκρασία ελέγχεται με τη χρήση αισθητήρων (όπως θερμίστορ ή θερμοστοιχεία), οι οποίοι παρέχουν πληροφορίες στον ελεγκτή.
Ο ελεγκτής μεταβάλλει την τάση ή το ρεύμα προς το στοιχείο Peltier, για να διατηρηθεί η επιθυμητή θερμοκρασία. Ανάλογα με την ανάγκη, μπορεί να πραγματοποιηθεί αναστροφή του ρεύματος για αλλαγή από ψύξη σε θέρμανση και αντίστροφα.
- Ένα ολοκληρωμένο σύστημα με στοιχείο Peltier περιλαμβάνει:
- Αισθητήρα θερμοκρασίας για μέτρηση.
- Ελεγκτή θερμοκρασίας (συνήθως PID).
- Οδηγός ισχύος (MOSFET ή H-Bridge) για έλεγχο ρεύματος.
- Στοιχείο Peltier.
- Σύστημα απαγωγής θερμότητας (ψύκτρα, ανεμιστήρας) στη θερμή πλευρά.
Ο σωστός σχεδιασμός απαγωγής θερμότητας είναι κρίσιμος για την αποδοτικότητα του συστήματος.

Εφαρμογές Στοιχείων Peltier

- Τα στοιχεία Peltier χρησιμοποιούνται ευρέως σε:
- Ψύξη ηλεκτρονικών συστημάτων (κάμερες CCD, λέιζερ, μικροεπεξεργαστές).
- Φορητά ψυγεία.
- Ιατρικές συσκευές για σταθεροποίηση θερμοκρασίας δειγμάτων.



Επίσης χρησιμοποιούνται σε διαστημικές εφαρμογές όπου απαιτείται ακρίβεια και αξιοπιστία, ως θερμοηλεκτρικές γεννητρίες σε πολλές διαστημικές αποστολές. Όπως το Voyager. Οι πηγές ενέργειας για το Voyager εξακολουθούν να λειτουργούν μετά από 35 και πλέον χρόνια λειτουργίας. Οι υψηλές θερμοκρασίες που απαιτούνται για την παραγωγή θερμοηλεκτρικής ενέργειας παρέχονται από τη διάσπαση του πλουτωνίου-238 με τη μορφή του οξειδίου του PuO₂



Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

- **Πλεονεκτήματα:**

- Απόλυτα αθόρυβη λειτουργία χωρίς κινούμενα μέρη.
- Μικρό μέγεθος και δυνατότητα ακριβούς ελέγχου θερμοκρασίας.
- Αντοχή και μεγάλη διάρκεια ζωής.

- **Μειονεκτήματα:**

- Χαμηλή ενεργειακή απόδοση σε σχέση με μηχανικές αντλίες θερμότητας.
- Ανάγκη για αποτελεσματική ψύξη στη θερμή πλευρά για αποφυγή υπερθέρμανσης.

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα ως γεννητριες

- **Πλεονεκτήματα TEG ως Γεννήτριες:**
- **Αξιοπιστία:** Δεν έχουν κινούμενα μέρη → πολύ χαμηλή φθορά και μεγάλη διάρκεια ζωής.
- **Αθόρυβη λειτουργία:** Εντελώς αθόρυβες, κατάλληλες για ευαίσθητα περιβάλλοντα.
- **Λειτουργία σε ακραίες συνθήκες:** Μπορούν να λειτουργούν σε πολύ υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες (ιδανικές για διαστημικές αποστολές).
- **Συνεχής Παραγωγή Ενέργειας:** Όσο υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας → συνεχίζουν να παράγουν ρεύμα χωρίς εξωτερική τροφοδοσία.
- **Συμπαγές μέγεθος:** Μικρές, ελαφριές, ιδανικές για εφαρμογές όπου ο χώρος και το βάρος είναι κρίσιμα.
- **Μειονεκτήματα TEG ως Γεννήτριες:**
- **Χαμηλή απόδοση:** Τυπικά μόνο ~5–8% της θερμικής ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρική (πολύ χαμηλό σε σχέση με άλλες τεχνολογίες).
- **Υψηλό κόστος ανά Watt:** Τα υλικά (όπως Bi_2Te_3 – δισελενίδιο του βισμούθιου) είναι ακριβά.
- **Εξαρτώνται από ισχυρές διαφορές θερμοκρασίας:** Χρειάζονται μεγάλη θερμοκρασιακή διαφορά για να είναι αποδοτικές.
- **Περιορισμένη ισχύς:** Δεν μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες ρεύματος (κατάλληλες μόνο για μικρές εφαρμογές).



συμπερασματα

- Τα στοιχεία Peltier προσφέρουν μοναδικές δυνατότητες ακριβούς ελέγχου θερμοκρασίας, και παραγωγή ενεργειας με χαμηλή φθορά και πλήρη αθόρυβη λειτουργία.
Η χρήση τους απαιτεί σωστή διαχείριση θερμότητας για αποδοτική λειτουργία.
Αποτελούν ιδανική επιλογή για ειδικές εφαρμογές υψηλής ακρίβειας και φορητές λύσεις ψύξης και θέρμανσης.
-

Τελος

- http://innoenergy.env.upatras.gr/wp-content/uploads/2020/03/thesis-thermoelectric_materials
- https://www.scientificlib.com/gr/Fysiki/FainomenoPeltier.html#google_vignette
- https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fhyperphysics.phy-astr.gsu.edu%2Fhbase%2Felectric%2FRTGen.html&psig=AOvVaw2bqyUXt_vcBt-6KqiLKLmx&ust=1745846995220000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAMQjB1qFwoTCPjl05Sp-lwDFQAAAAAdAAAAABAT
- ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΖΑΡΟΥΛΙΑΣ ΑΜ 1116202300008