



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

" ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ "



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΧΡΙΣΤΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (38671)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Δρ.ΜΙΧΑΗΛ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρώτα από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παπουτσιδάκη Μιχαήλ για τη σημαντική του βοήθεια και καθοδήγηση σχετικά με την άρτια ολοκλήρωση της συγκεκριμένης πτυχιακής μου εργασίας . Ο κ. Παπουτσιδάκης ανταποκρίθηκε άμεσα σε όλες μου τις απορίες και ήταν επίσης πολύ σαφής και κατατοπιστικός σε ότι έχει να κάνει με το θέμα , τη δομή και το περιεχόμενο της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας .

Επίσης,θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για όλη τη στήριξη που μου έχει δώσει όλα αυτά τα χρόνια της φοιτητικής μου ζωής.Η οικογένεια μου ήταν στο πλευρό μου διαρκώς και ήταν αυτή που με βοήθησε με το δικό της τρόπο να φτάσω στο στόχο μου , ο οποίος ήταν η ολοκλήρωση των σπουδών μου .

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Χριστάκης Κωνσταντίνος , του Δημοσθένη , φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρώσει εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18. παρ.5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού».

Ο Δηλών

Χριστάκης Κωνσταντίνος

Ημερομηνία

29/6/2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η πτυχιακή εργασία θα παρουσιάζει διάφορους τύπους αισθητηρίων για συστήματα που περιλαμβάνουν γραμμικούς ενεργοποιητές . Ουσιαστικά , θα γίνει μία καταγραφή των διαφόρων τύπων αισθητηρίων γραμμικής κίνησης (είτε αυτή είναι πνευματική είτε είναι υδραυλική) .

Αρχικά , θα γίνει αναφορά και θα δοθεί ο ορισμός του αισθητηρίου γενικότερα .Θα αποδοθούν τα βασικά χαρακτηριστικά αυτών και επιπλέον θα καταγράψουν και τα διάφορα είδη των αισθητηρίων.

Στη συνέχεια , θα εξεταστεί ο ορισμός του ενεργοποιητή. Θα γίνει μια ανάλυση των χαρακτηριστικών και των ειδών των ενεργοποιητών.

Τέλος θα παρουσιαστεί μια πιο λεπτομερής ανάλυση σχετικά με τα αισθητήρια γραμμικής κίνησης (αισθητήρια για συστήματα τα οποία περιλαμβάνουν γραμμικούς ενεργοποιητές) . Θα αναλυθούν τα χαρακτηριστικά και ο τρόπος λειτουργίας του καθενός τύπου ξεχωριστά .

Στην πτυχιακή εργασία θα περιέχονται και λοιπές πληροφορίες της , καθώς και ότι θεωρηθεί αναγκαίο για την ορθότητά της .

ABSTRACT

The project will present several types of sensors for systems that include linear actuators. In fact , a recording of the different types of linear motion sensors (whether pneumatic or hydraulic) will be recorded .

Initially , reference will be made and the definition of the sensor will be given in general. The basic characteristics of these will be explained , and the different types of sensors will also be recorded .

Then , the actuator definition will be considered . An analysis of the characteristics and types of actuators will be made .

Finally , we will present a more detailed analysis of linear motion sensors (sensors for systems that include linear actuators) . The features and mode of operation of each type will be analyzed separately .

The project will contain other information , as well as what is considered necessary for its correctness.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ.....	7
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ.....	7
1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ.....	7
1.3 ΕΙΔΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ.....	11
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ.....	11
2.2 ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ.....	12
2.3 ΓΡΑΜΜΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ.....	17
2.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ.....	21
3.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ (ΜΕΤΑΠΟΠΣΗ).....	21
3.2 ΤΥΠΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ (ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ).....	22
3.3 ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ.....	23
3.4 ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΣ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ.....	27
3.5 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ Η ΓΕΦΥΡΑ WHEATSTONE.....	33
3.6 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ.....	38
3.7 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΥΚΝΩΤΗ.....	40
3.8 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	44
3.9 ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ HALL.....	47
3.10 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΟ ΠΙΕΖΟΗΛΕΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ.....	52
3.11 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ.....	55
3.12 ΩΡΟΛΟΓΙΑΚΟ ΜΙΚΡΟΜΕΤΡΟ.....	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ

Τα αισθητήρια είναι συσκευές σκοπός των οποίων είναι να ανιχνεύουν γεγονότα ή αλλαγές στο περιβάλλον και να στέλνουν πληροφορίες σε άλλες ηλεκτρονικές συσκευές , συνήθως σε κάποιον υπολογιστή – επεξεργαστή. Τα αισθητήρια χρησιμοποιούνται σε πάρα πολλά αντικείμενα καθημερινής χρήσης. Με την πρόοδο της τεχνολογίας οι χρήσεις των αισθητηρίων έχουν επεκταθεί και οι εφαρμογές τους συνεχώς αυξάνονται. Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε ότι τα αισθητήρια είναι διατάξεις οι οποίες διαθέτουν μια κατάλληλη ιδιότητα , η οποία μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το μετρούμενο φυσικό μέγεθος.

1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ

Τα βασικά χαρακτηριστικά των αισθητηρίων είναι πολλά , αλλά παράλληλα είναι και κοινά για όλα τα είδη των αισθητηρίων , Αυτά παρουσιάζονται και επεξηγούνται στη συνέχεια :

- **Εύρος** – Τα όρια μέσα στα οποία η συσκευή μπορεί να λειτουργήσει αξιόπιστα.
- **Ακρίβεια** – Η εγγύτητα της τιμής που προσδίδεται στην έξοδο ως προς την τιμή εισόδου.
- **Σφάλμα** – Η απόκλιση (διαφορά) ανάμεσα στην μετρούμενη τιμή και στην πραγματική τιμή.

- **Ανοχή** – Το μέγιστο σφάλμα το οποίο μπορεί να δημιουργηθεί από το αισθητήριο.
- **Διακριτική ικανότητα** – Η μικρότερη μεταβολή της τιμής εισόδου που μπορεί να ανιχνεύσει το αισθητήριο.
- **Ευαισθησία** – Η σχέση της αλλαγής των τιμών εξόδου προς τις αλλαγές των αντίστοιχων τιμών εισόδου.
- **Βαθμονόμηση** – Η βαθμολόγηση της κλίμακας σε μονάδες.
- **Νεκρή ζώνη** – Το μέγιστο ποσό στην αλλαγή της εισόδου , το οποίο δεν δημιουργεί αλλαγή στην έξοδο.
- **Γραμμικότητα** – Κατά πόσο η γραφική παράσταση της εξόδου προσεγγίζει ευθεία σε σχέση με την είσοδο του αισθητηρίου.
- **Απόκριση** – Ο χρόνος ο οποίος απαιτείται μέχρις ότου να λάβει την τελική τιμή η έξοδος.
- **Καθυστέρηση** - Η καθυστέρηση της αλλαγής της εξόδου σε σχέση με την είσοδο.
- **Ευστάθεια** – Η μεταβολή της εξόδου σε μεγάλο χρονικό διάστημα , χωρίς να υπάρξει μεταβολή στην είσοδο και στις συνθήκες.
- **Υστέρηση** – Η διαφορά στην έξοδο όταν η κατεύθυνση της μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί.
- **Επαναληψιμότητα** – Η παραγωγή του ίδιου αποτελέσματος , σε διαφορετικές χρονικές στιγμές , έχοντας την ίδια είσοδο.
- **Ολίσθηση** – Η μεταβολή των χαρακτηριστικών του αισθητηρίου σε σχέση με το χρόνο και το περιβάλλον.

- **Στατικό σφάλμα** – Το σταθερό σφάλμα σε όλο το εύρος λειτουργίας του αισθητηρίου , το οποίο μπορεί να αντισταθμιστεί αν είναι γνωστό.
- **Χρόνος λειτουργίας** – Ο εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας του αισθητηρίου στα πλαίσια των προδιαγραφών του.

1.3 ΕΙΔΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ

Τα αισθητήρια ταξινομούνται σε παθητικά και ενεργητικά . Ο διαχωρισμός αυτός των αισθητηρίων έχει να κάνει με το κατά πόσο αυτά χρησιμοποιούν ή όχι κάποια βοηθητική πηγή ενέργειας . Τα παθητικά αισθητήρια παράγουν ένα ηλεκτρικό σήμα ως απόκριση σε κάποιο ερέθισμα χωρίς να απαιτούν ηλεκτρική ισχύ , μετατρέποντας την ενέργεια του εισερχόμενου ερεθίσματος σε εξερχόμενο σήμα . Από την άλλη μεριά τα ενεργητικά αισθητήρια για να παράγουν κάποιο σήμα εξόδου , απαιτείται κατανάλωση ενέργειας από κάποια εξωτερική πηγή .

Ένα άλλο κριτήριο διαχωρισμού των αισθητηρίων , αφορά τις φυσικές ποσότητες τις οποίες πρέπει να αντιληφθούν τα αισθητήρια . Με βάση αυτό το κριτήριο τα αισθητήρια διακρίνονται σε μηχανικά , μαγνητικά , θερμικά , χημικά , ακτινοβολίας κ.ά.

Επίσης , τα αισθητήρια κατηγοριοποιούνται επίσης σε επαφής και μη επαφής . Ο διαχωρισμός αυτός έχει ως κριτήριο το κατά πόσο το αισθητήριο έρχεται σε επαφή με το μετρούμενο μέγεθος . Τα αισθητήρια επαφής είναι τα αισθητήρια που πρέπει να έχουν πραγματική επαφή με το μετρούμενο μέγεθος .

Τα αισθητήρια μη επαφής είναι τα αισθητήρια που δεν έχουν πραγματική επαφή με το μετρούμενο μέγεθος . Τέτοια είναι τα οπτικά , τα μαγνητικά και τα ηλεκτρομαγνητικά . Το κυριότερο πλεονέκτημα τους είναι ότι δεν έχουν τριβές με το μετρούμενο μέγεθος .

Τέλος , τα αισθητήρια χωρίζονται ανάλογα με το μετρούμενο μέγεθος . Με βάση αυτό το κριτήριο τα αισθητήρια ταξινομούνται σε :

- Αισθητήρια μέτρησης κίνησης.
- Αισθητήρια μέτρησης θέσης.
- Αισθητήρια μέτρησης ταχύτητας.

- Αισθητήρια μέτρησης επιτάχυνσης.
- Αισθητήρια μέτρησης στάθμης.
- Αισθητήρια μέτρησης βάρους.
- Αισθητήρια μέτρησης όγκου.

- Αισθητήρια μέτρησης ύψους.

- Αισθητήρια μέτρησης πυκνότητας.

- Αισθητήρια μέτρησης πίεσης.

- Αισθητήρια μέτρησης ροής.

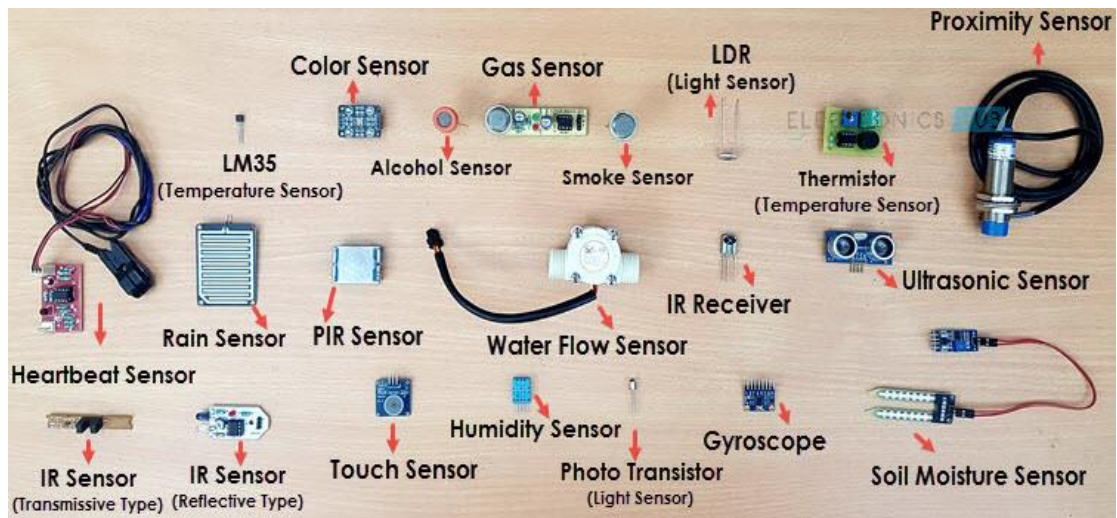
- Αισθητήρια μέτρησης όγκου.

- Αισθητήρια μέτρησης θερμοκρασίας.

- Αισθητήρια μέτρησης δύναμης.

- Αισθητήρια μέτρησης ροπής.

Καθώς και πολλά αλλά ακόμα.



Εικόνα 1 ΕΙΔΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ

Ενεργοποιητές ονομάζονται τα στοιχεία μιας μηχανής τα οποία είναι υπεύθυνα για την μετακίνηση και τον έλεγχο ενός μηχανισμού ή ενός συστήματος, όπως για παράδειγμα το άνοιγμα μιας βαλβίδας. Με απλά λόγια οι ενεργοποιητές είναι ουσιαστικά 'κινητήρες'.

Οι ενεργοποιητές απαιτούν ένα σήμα ελέγχου και μια πηγή ενέργειας για να λειτουργήσουν. Το σήμα ελέγχου είναι σχετικά μικρή ενέργεια και μπορεί να είναι ρεύμα ή ηλεκτρική τάση, πνευματική ή υδραυλική πίεση ή και ακόμα ανθρώπινη ισχύς. Η κύρια πηγή ενέργειας μπορεί να είναι ηλεκτρικό ρεύμα, υδραυλική πίεση ρευστού ή πνευματική πίεση. Όταν ένας ενεργοποιητής λαμβάνει ένα σήμα ελέγχου, ανταποκρίνεται μετατρέποντας την ενέργεια του σήματος σε μηχανική κίνηση.

Ένας ενεργοποιητής είναι ένας μηχανισμός με τον οποίο ένα σύστημα ελέγχου δρα σε ένα περιβάλλον. Το σύστημα ελέγχου μπορεί να είναι απλό, βασισμένο σε κάποιο λογισμικό, ανθρώπινο ή οποιαδήποτε άλλη είσοδος.

ACTUATORS



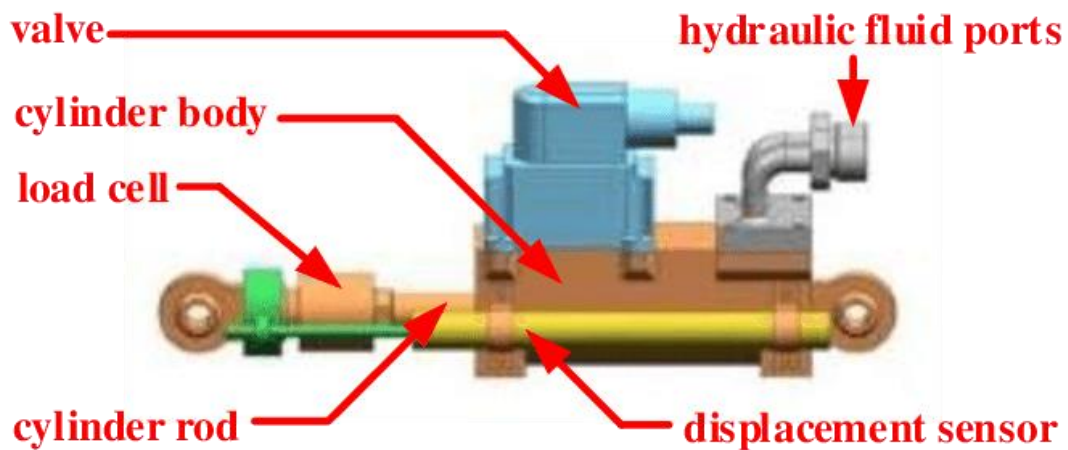
Εικόνα 2 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

2.2 ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

Ένας υδραυλικός ενεργοποιητής αποτελείται από κινητήρα κυλίνδρου ή ρευστού που χρησιμοποιεί υδραυλική ισχύ για να διευκολύνει τη μηχανική λειτουργία . Η μηχανική κίνηση δίνει μια έξοδο από την άποψη της γραμμικής , περιστροφικής ή ταλαντευόμενης κίνησης . Καθώς τα υγρά είναι σχεδόν αδύνατο να συμπιεστούν , ένας υδραυλικός ενεργοποιητής μπορεί να ασκήσει πολύ μεγάλες δυνάμεις . Το μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι η περιορισμένη επιτάχυνση .

Ο υδραυλικός κύλινδρος αποτελείται από ένα κοίλο κυλινδρικό σωλήνα κατά μήκος του οποίου μπορεί να ολισθήσει ένα έμβολο . Ο όρος μονής δράσης χρησιμοποιείται όταν η πίεση του ρευστού εφαρμόζεται μόνο στη μία πλευρά του εμβόλου . Το έμβολο μπορεί να κινηθεί μόνο σε μία κατεύθυνση , ενώ ένα ελατήριο χρησιμοποιείται συχνά για να δώσει στο πιστόνι μια διαδρομή επιστροφής . Ο όρος διπλής ενέργειας χρησιμοποιείται όταν εφαρμόζεται πίεση σε κάθε πλευρά του εμβόλου . Κάθε διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο πλευρών του εμβόλου μετακινεί το έμβολο στη μία ή στην άλλη πλευρά .

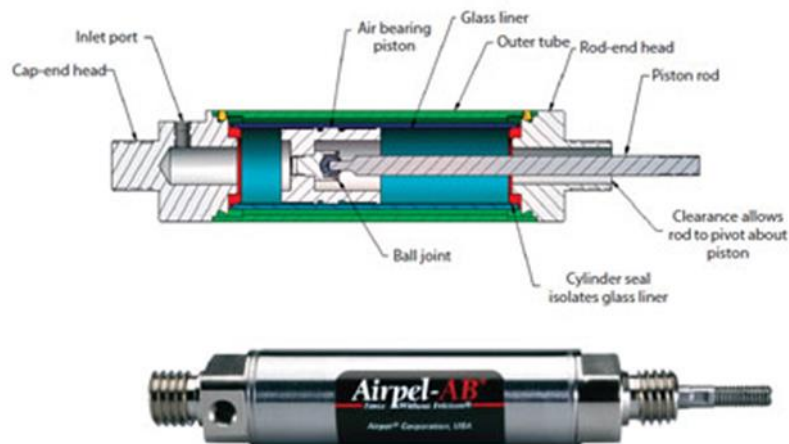


Εικόνα 3 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

Ένας πνευματικός ενεργοποιητής μετατρέπει την ενέργεια που σχηματίζεται από κενό ή συμπιεσμένο αέρα σε υψηλή πίεση, σε γραμμική ή περιστροφική κίνηση. Η πνευματική ενέργεια είναι επιθυμητή για τα κύρια χειριστήρια του κινητήρα επειδή μπορεί να ανταποκριθεί γρήγορα στην εκκίνηση και τη διακοπή, καθώς η πηγή ενέργειας δεν χρειάζεται να αποθηκευτεί στο αποθεματικό για λειτουργία. Επιπλέον, οι πνευματικοί ενεργοποιητές είναι ασφαλέστεροι, φθηνότεροι και συχνά πιο αξιόπιστοι και ισχυροί από τους άλλους ενεργοποιητές.

Οι ενεργοποιητές πεπιεσμένου αέρα επιτρέπουν την παραγωγή σημαντικών δυνάμεων από σχετικά μικρές αλλαγές πίεσης. Αυτές οι δυνάμεις χρησιμοποιούνται συχνά με βαλβίδες για τη μετακίνηση των διαφραγμάτων για να επηρεάσουν τη ροή του υγρού μέσω της βαλβίδας.



Εικόνα 4 ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

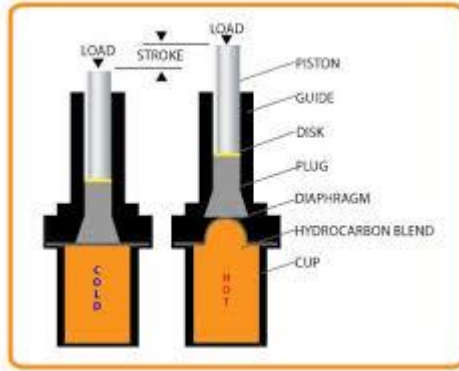
Ένας ηλεκτρικός ενεργοποιητής τροφοδοτείται από έναν κινητήρα που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική ροπή . Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση εξοπλισμού όπως είναι οι βαλβίδες πολλαπλών στροφών . Επιπλέον , συνήθως τοποθετείται ένα φρένο πάνω από τον κινητήρα για να αποτρέψει το άνοιγμα της βαλβίδας . Αν δεν έχει τοποθετηθεί φρένο , ο ενεργοποιητής θα αποκαλύψει την ανοιχτή βαλβίδα και θα την περιστρέψει στην κλειστή θέση . Εάν αυτό συνεχίσει να συμβαίνει , ο κινητήρας και ο ενεργοποιητής τελικά θα καταστραφούν . Είναι μία από τις καθαρότερες και πιο εύκολα διαθέσιμες μορφές ενεργοποιητή επειδή δεν περιλαμβάνει άμεσα πετρέλαιο ή άλλα ορυκτά καύσιμα .



Εικόνα 5 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ

ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

Ενεργοποιητές που μπορούν να ενεργοποιηθούν με εφαρμογή θερμικής ή μαγνητικής ενέργειας έχουν χρησιμοποιηθεί σε εμπορικές εφαρμογές . Οι θερμικοί ενεργοποιητές τείνουν να είναι συμπαγείς, ελαφριοί, οικονομικοί και με μεγάλη πυκνότητα ισχύος . Αυτοί οι ενεργοποιητές χρησιμοποιούν υλικά μνήμης σχήματος (SMM – Shape Memory Materials) .



Εικόνα 6 ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ



Εικόνα 7 ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ

ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

Ένας μηχανικός ενεργοποιητής λειτουργεί για να μετατρέψει ένα είδος κίνησης, όπως περιστροφική κίνηση, σε ένα άλλο είδος, όπως γραμμική κίνηση. Ένα παράδειγμα μηχανικού ενεργοποιητή είναι ένας οδοντωτός τροχός. Η λειτουργία μηχανικών

ενεργοποιητών βασίζεται σε συνδυασμούς κατασκευαστικών στοιχείων , όπως γρανάζια και σιδηροτροχιές , τροχαλίες και αλυσίδες .



Εικόνα 8 ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ

2.3 ΓΡΑΜΜΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

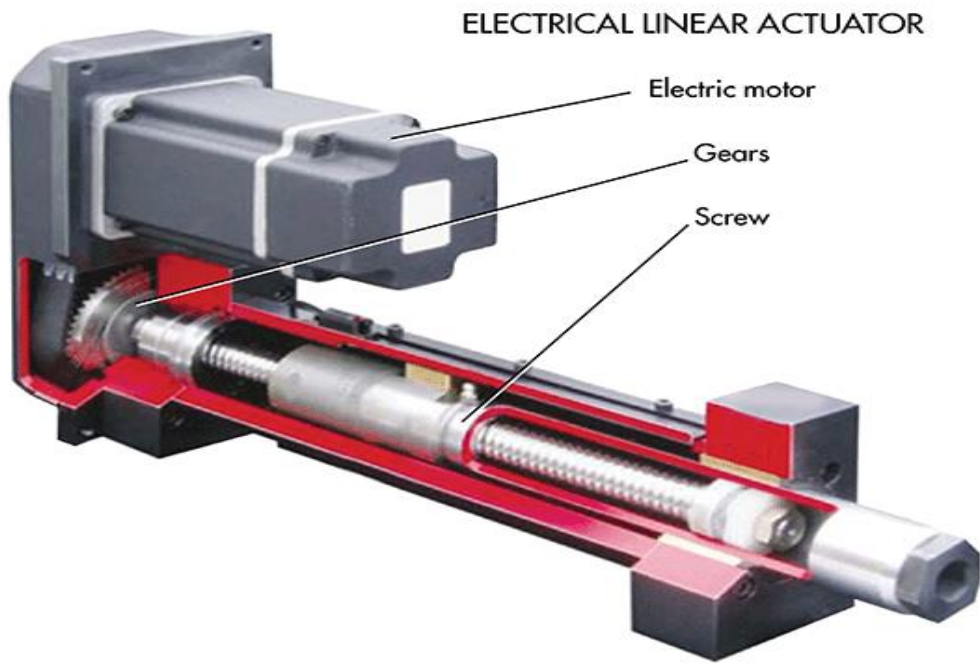
Ένας γραμμικός ενεργοποιητής είναι ένας ενεργοποιητής που δημιουργεί κίνηση σε ευθεία γραμμή , σε αντίθεση με την κυκλική κίνηση ενός συμβατικού ηλεκτροκινητήρα . Οι γραμμικοί ενεργοποιητές χρησιμοποιούνται σε εργαλειομηχανές και βιομηχανικά μηχανήματα , σε περιφερειακά υπολογιστών όπως δίσκους και εκτυπωτές , σε βαλβίδες και αποσβεστήρες και σε πολλά άλλα μέρη όπου απαιτείται γραμμική κίνηση . Οι υδραυλικοί ή πνευματικοί κύλινδροι παράγουν εγγενώς γραμμική κίνηση . Πολλοί άλλοι μηχανισμοί χρησιμοποιούνται για την παραγωγή γραμμικής κίνησης από περιστρεφόμενο κινητήρα .



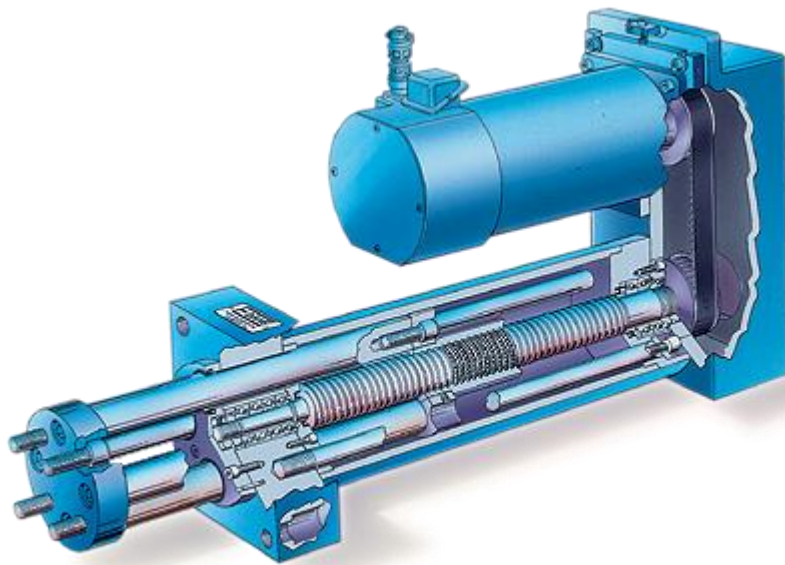
Εικόνα 9 ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ



Εικόνα 10 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ



Εικόνα 11 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ



Εικόνα 12 ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ

2.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ

Στη μηχανική , οι ενεργοποιητές χρησιμοποιούνται συχνά ως μηχανισμοί για την εισαγωγή κίνησης ή για να σφίξουν ένα αντικείμενο έτσι ώστε να αποφευχθεί η κίνηση . Στην ηλεκτρονική μηχανική , οι ενεργοποιητές είναι μια υποδιαίρεση των μετατροπέων . Είναι συσκευές που μετατρέπουν ένα σήμα εισόδου (κυρίως ένα ηλεκτρικό σήμα) σε κάποια μορφή κίνησης .

Παραδείγματα ενεργοποιητών

- Μονάδα δίσκου (Comb drive) .
- Ψηφιακή συσκευή micromirror (Digital micromirror device) .
- Ηλεκτρικός κινητήρας (Electric motor) .
- Ηλεκτροενεργό πολυμερές (Electroactive Polymer) .
- Υδραυλικός κύλινδρος (Hydraulic cylinder) .
- Πιεζοηλεκτρικός ενεργοποιητής (Piezoelectric actuator) .
- Πνευματικός ενεργοποιητής (Pneumatic actuator) .
- Βιδωτή υποδοχή (Screw jack) .
- Σερβομηχανισμός (Servomechanism) .
- Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (Solenoid) .
- Βηματικό μοτέρ (Stepper motor) .
- Κράμα μνήμης σχήματος (Shape-memory alloy) .
- Θερμικό διπόρφομα (Thermal bimorph) .
- Υδραυλικός ενεργοποιητής (Hydraulic actuator) .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

3.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ (ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ)

Η γραμμική κίνηση είναι μια μονοδιάστατη κίνηση κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής και μπορεί επομένως να περιγραφεί μαθηματικά χρησιμοποιώντας μόνο μια χωρική διάσταση . Η κίνηση ενός αντικειμένου κατά μήκος μιας γραμμής μπορεί να περιγραφεί από τη θέση του . Η γραμμική κίνηση είναι η πιο βασική από κάθε άλλη κίνηση .

Μετατόπιση (displacement) ονομάζεται η απόσταση από κάποιο σημείο αναφοράς , προς κάποια δεδομένη κατεύθυνση . Η μετατόπιση αποτελεί το μέγεθος και την κατεύθυνση που αντιπροσωπεύει η αλλαγή θέσης ενός αντικειμένου ως προς ένα σημείο αναφοράς . Με τον όρο θέση , εννοούμε τον προσδιορισμό των συντεταγμένων ενός αντικειμένου . Ο προσδιορισμός αυτός μπορεί να γίνει σε σχέση με κάποια αρχική θέση αναφοράς είτε ως απόλυτη αναφορά σε κάποιο σύστημα συντεταγμένων . Εάν η μετατόπιση μετριέται σε μια ευθεία γραμμή , ονομάζεται γραμμική μετατόπιση . Με λίγα λόγια , η μέτρηση της γραμμικής μετατόπισης αναφέρει την απόσταση ανάμεσα στην αρχική και την τελική θέση ενός αντικειμένου.

Η μέτρηση της μετατόπισης είναι σημαντική , επειδή πολλά συστήματα έχουν είσοδο ή έξοδο που έχει τη μορφή μετατόπισης . Εντούτοις , η μετατόπιση που μετρούν μπορεί να σχετίζεται , και έτσι να εκφραστεί , με κάποια άλλη παράμετρο .

Στη συνέχεια θα καταγραφούν και θα περιγραφούν αισθητήρια τα οποία χρησιμοποιούνται και ανιχνεύουν ουσιαστικά γραμμική κίνηση – μετατόπιση .

3.2 ΤΥΠΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ (ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ)

Υπάρχουν πάρα πολλοί τύποι αισθητήριων οι οποίοι ανιχνεύουν γραμμική κίνηση (γραμμική μετατόπιση) ενός αντικειμένου .

Τέτοιου είδους αισθητήρια είναι τα παρακάτω :

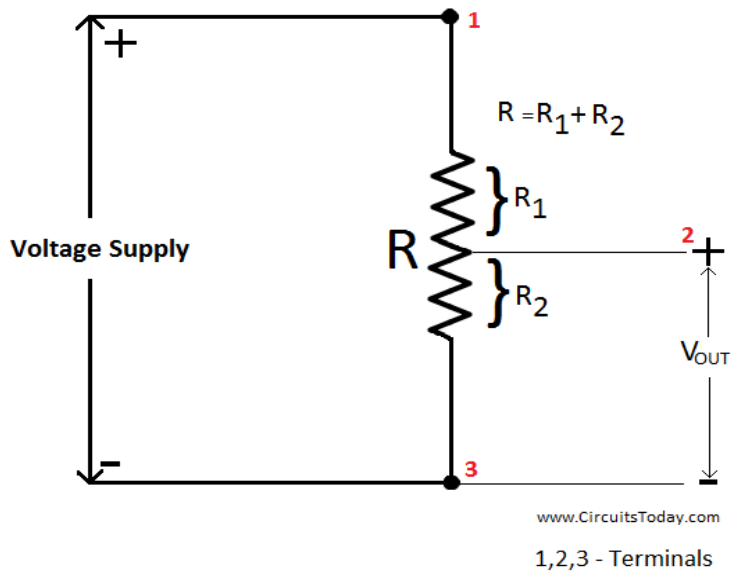
- Γραμμικό ποτενσιόμετρο
- Γραμμικός Μεταβλητός Διαφορικός Μετασχηματιστής (LVDT)
- Μετρητής μηχανικής τάσης με αντίσταση και η γέφυρα Wheatstone
- Αισθητήρια βασισμένα στη μεταβολή της αυτεπαγωγής
- Αισθητήρια βασισμένα στη μεταβολή της χωρητικότητας του πυκνωτή
- Αισθητήρια βασισμένα στη μεταβολή του μαγνητικού πεδίου
- Μαγνητικοί αισθητήρες Hall
- Αισθητήρια βασισμένα στο πιεζομετρικό φαινόμενο
- Αισθητήρια βασισμένα στο οπτικό φαινόμενο
- Ωρολογιακό μικρόμετρο

Στη συνέχεια θα γίνει μια αναλυτικότερη περιγραφή του καθενός από τους παραπάνω τύπους αισθητηρίων ξεχωριστά .

3.3 ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ

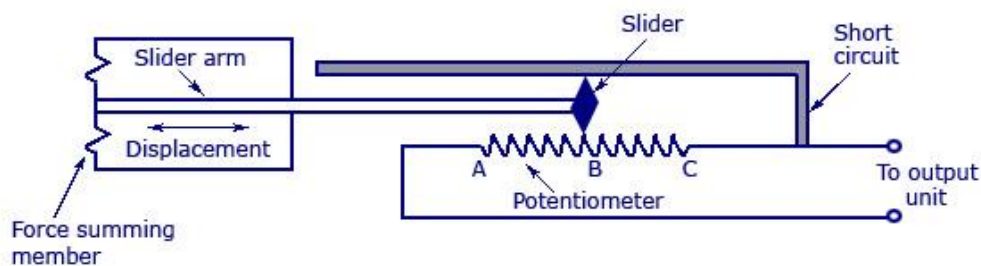
Τα ποτενσιόμετρα είναι ηλεκτρικές συσκευές που έχουν τη μορφή μιας μεταβλητής αντίστασης . Το γραμμικό ποτενσιόμετρο είναι ίσως το απλούστερο αισθητήριο θέσης . Τα ποτενσιόμετρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναφέρουν την απόλυτη θέση ενός αντικείμενου με αναφορά σε κάποιο σύστημα συντεταγμένων . Η χρήση τους απαιτεί την επαφή του οργάνου με το αντικείμενο .

Στην τυπική τους διάταξη , τα ποτενσιόμετρα αποτελούνται από ένα κινητό αγώγιμο βραχίονα , που καλείται και δρομέας και είναι η μεσαία λήψη του ποτενσιόμετρου , ο οποίος μπορεί να μετακινηθεί πάνω σε ένα στοιχείο της αντίστασης . Το στοιχείο της αντίστασης , διαιρείται ηλεκτρικά στο σημείο επαφής του με το βραχίονα , και έτσι δημιουργείται ένας διαιρέτης τάσης . Από τη σχέση ανάμεσα στην τάση και τη θέση του αντικείμενου , στην αρχική και τελική θέση του πριν και μετά την μετακίνηση αντίστοιχα , εξάγεται η μέτρηση για τη γραμμική μετατόπιση . Ο διαιρέτης τάσης χρησιμοποιείται για να μετρήσουμε την μετατόπιση καθώς η αλλαγή θέσης του μεταβάλλει την τάση στα άκρα της εξόδου του ποτενσιόμετρου . Μετά από κατάλληλη βαθμονόμηση έχουμε αντιστοιχήσει τις εξόδους με μονάδες μετατόπισης . Έτσι , έχουμε μια σχέση της μεταβολής της μετατόπισης σε ηλεκτρικό σήμα το οποίο μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε άμεσα ή να το ψηφιοποιήσουμε .



Εικόνα 13 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟΥ

Υπάρχουν αρκετές μορφές σχεδίασης της κινητής επαφής (κινητός αγωγίμος βραχίονας) , ανάλογα με την εφαρμογή . Οι επαφές αυτές κατασκευάζονται συχνά από κράματα χαλκού . Αυτό γίνεται επειδή τα κράματα του χαλκού έχουν ελαστικές ιδιότητες και έτσι μπορούν να λαμβάνουν τέτοιο σχήμα , ώστε να διατηρούν την καλή ηλεκτρική επαφή με την αντίσταση . Επίσης είναι καλοί ηλεκτρικοί αγωγοί . Τα στοιχεία αντίστασης (που λέγονται και αντιστάτες) κατασκευάζονται συνήθως από λεπτό σύρμα νικελίου ή λευκόχρυσου , το οποίο τυλίγεται γύρω από έναν κύλινδρο κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό . Οι αντιστάτες αυτοί μπορούν επίσης να κατασκευαστούν από υμένια άνθρακα , μετάλλων ή αγωγίμων πλαστικών για να βελτιώνουν τη διακριτική ικανότητα .



Linear Potentiometer

www.InstrumentationToday.com

Εικόνα 14 ΔΙΑΤΑΞΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟΥ

Τα ποτενσιόμετρα πάσχουν από τη -μικρή- μη γραμμικότητα του κυλίνδρου, η οποία επηρεάζει την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Οι κινητές επαφές και ο αντιστάτης υπόκεινται συχνά σε μηχανική φθορά και έτσι μεταβάλλεται η απόκριση τους. Επίσης προσθέτουν μια μικρή φυσική αντίσταση στη μετρούμενη μετατόπιση. Προβλήματα μπορούν επίσης να προκληθούν από ανεπιθύμητα ηλεκτρικά σήματα (ηλεκτρικός θόρυβος).

Τα ποτενσιόμετρα που σχηματίζονται από τυλιγμένο καλώδιο έχουν γραμμικότητα περίπου $+ ή - 1\%$ και τα πιο ακριβή ποτενσιόμετρα υμενίων μπορούν να είναι γραμμικά σε ποσοστό $+ ή - 0.01\%$. Η αντίσταση του τυλιγμένου καλωδίου κυμαίνεται από περίπου 10Ω έως $200 \text{ k}\Omega$ και του υμενίου από περίπου 100Ω έως $1 \text{ M}\Omega$. Η διακριτική ικανότητα των ποτενσιόμετρων τυλιγμένου καλωδίου εξαρτάται από τον αριθμό των περιελίξεων επάνω στον κύλινδρο. Μπορεί να επιτευχθεί άμεση ένδειξη με τη χρήση ενός βολτόμετρου, το οποίο να είναι βαθμονομημένο σε μονάδες μετατόπισης. Μπορεί να επιτευχθεί ένδειξη από απόσταση χρησιμοποιώντας την αλλαγή τάσης στα άκρα της εξόδου ως ένα σήμα εισόδου σε ένα σύστημα μέτρησης ή καταγραφής. Τα γραμμικά ποτενσιόμετρα χρησιμοποιούνται συχνά όταν απαιτείται ένα ηλεκτρικό σήμα το οποίο να εξαρτάται από τη μετατόπιση, αλλά όταν το κόστος πρέπει να είναι χαμηλό και η ακρίβεια όχι εξαιρετική. Τα γραμμικά ποτενσιόμετρα χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές, για παράδειγμα την καταγραφή της θέσης των αντικειμένων σε μια γραμμή παραγωγής και τον έλεγχο των διαστάσεων των αντικειμένων σε συστήματα ποιοτικού ελέγχου.

Υπάρχουν και άλλα είδη ποτενσιόμετρων πέρα από το γραμμικό ποτενσιόμετρο , τα οποία έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά εξόδου . Αυτά περιλαμβάνουν το λογαριθμικό ποτενσιόμετρο , το ποτενσιόμετρο συνημιτόνου και το περιστροφικό ποτενσιόμετρο .

Κατάλληλες μηχανικές μετατροπές των γραμμικών ποτενσιόμετρων μπορούν να τα καταστήσουν ικανά να μετρούν γωνιακές μετατοπίσεις , και αντίστοιχα μετατροπές των στροφικών να δίνουν μετρήσεις γραμμικής μετατόπισης .

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι τα κυριότερα χαρακτηριστικά λειτουργίας των ποτενσιόμετρων είναι τα εξής :

- Είναι σχετικά απλές διατάξεις .
- Χαρακτηρίζονται από χαμηλό κόστος .
- Το σήμα που παρέχουν στην έξοδό τους έχει μεγάλο πλάτος και συνήθως δεν χρειάζεται ενίσχυση ή περαιτέρω επεξεργασία για τη χρήση τους .
- Παρέχουν χαμηλή ακρίβεια .
- Διακρίνονται από χαμηλή διακριτικότητα . Για παράδειγμα , ένα ποτενσιόμετρο με 50 στροφές σύρματος ανά mm έχει διακριτικότητα 20 μm /στροφή , οπότε δεν μπορεί να ανιχνεύσει κινήσεις του αντικειμένου μικρότερες των 20 μm .
- Χαρακτηρίζονται από έλλειψη επαναληπτικότητας (δηλαδή όταν το αντικείμενο βρεθεί στην ίδια θέση από διαφορετικές κατευθύνσεις , το σήμα εξόδου είναι διαφορετικό) .
- Υποφέρουν από μηχανικές φθορές και πρέπει να ελέγχονται αρκετά συχνά .



Εικόνα 15 ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ

3.4 ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΣ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ (LVDT)

Οι γραμμικοί μεταβλητοί διαφορικοί μετασχηματιστές (linear variable differential transformers) , που συχνά αναφέρονται με τα αρχικά της αγγλικής ονομασίας , LVDT , είναι πιθανόν οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενοι αισθητήρες για τον ακριβή προσδιορισμό μετατοπίσεων έως 300 mm .

Οι γραμμικοί μεταβλητοί διαφορικοί μετασχηματιστές είναι ηλεκτρομηχανικές διατάξεις οι οποίες παράγουν ένα ηλεκτρικό σήμα εξόδου ανάλογο της απόκλισης της

θέσης ενός κινητού πυρήνα (core) , στον οποίο είναι στερεωμένο το κινούμενο αντικείμενο .

Ένας συμβατικός μετασχηματιστής αποτελείται από δυο πηνία που είναι σε ισχυρή σύζευξη και είναι τυλιγμένα γύρω από έναν κύλινδρο μαλακού σιδηρού . Αυτά ονομάζονται πρωτεύον και δευτερεύον πηνίο . Όταν εφαρμοστεί μια εναλλασσόμενη τάση στο πρωτεύον πηνίο , τότε επάγεται μια εναλλασσόμενη τάση στο δευτερεύον πηνίο . Αυτό συμβαίνει λόγω της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής .

Ο νόμος της Ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής του Faraday δηλώνει ότι όταν ένας αγωγός μετακινείται μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο , τότε αναπτύσσεται μια ηλεκτρεγερτική δύναμη στα άκρα του , ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής ροής .

Όταν ρέει ένα εναλλασσόμενο ρεύμα στο πρωτεύον πηνίο , τότε παράγει εναλλασσόμενη μαγνητική ροή . Λόγω του νόμου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής του Faraday επάγεται μια ηλεκτρεγερτική δύναμη στο δευτερεύον πηνίο , η οποία εξαρτάται από το πόσο του ρεύματος που ρέει στο πρωτεύον πηνίο και το πηλίκο των περιελίξεων πρωτεύοντος και δευτερεύοντος πηνίου . Επομένως η τάση στα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου εξαρτάται από το πηλίκο των περιελίξεων .

Ο γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής ονομάστηκε έτσι με βάση την αρχή λειτουργίας του , η οποία μπορεί να γίνει κατανοητή εξετάζοντας την ονομασία του , λέξη προς λέξη κατά την αντίστροφη φορά .

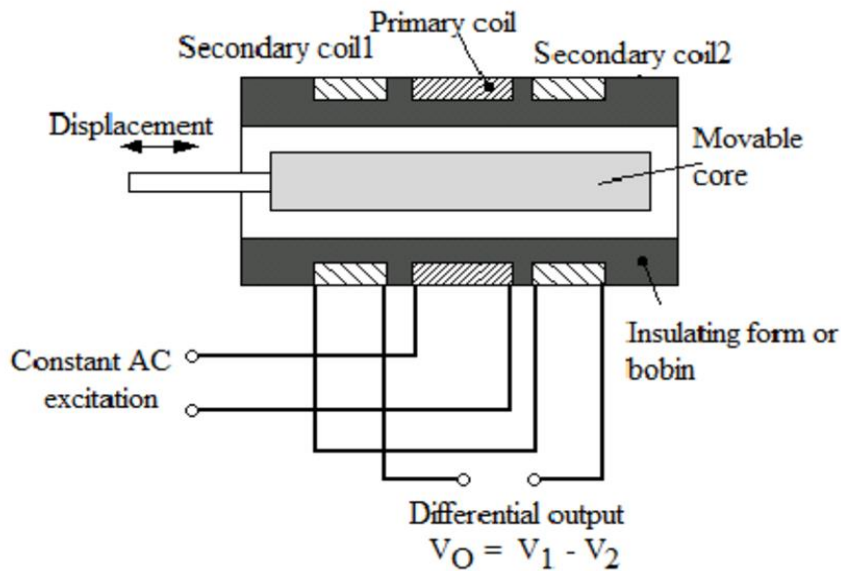
Καταρχήν είναι ένας μετασχηματιστής και υπακούει στις αρχές της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής που ταιριάζουν σε αυτό το είδος συσκευής .

Έχει ένα πρωτεύον πηνίο και δυο δευτερεύοντα πηνία , τα οποία συνδέονται και παρέχουν τη διαφορά των αντίστοιχων τάσεων που έχουν στις εξόδους τους . Γι' αυτό ονομάζεται διαφορικός .

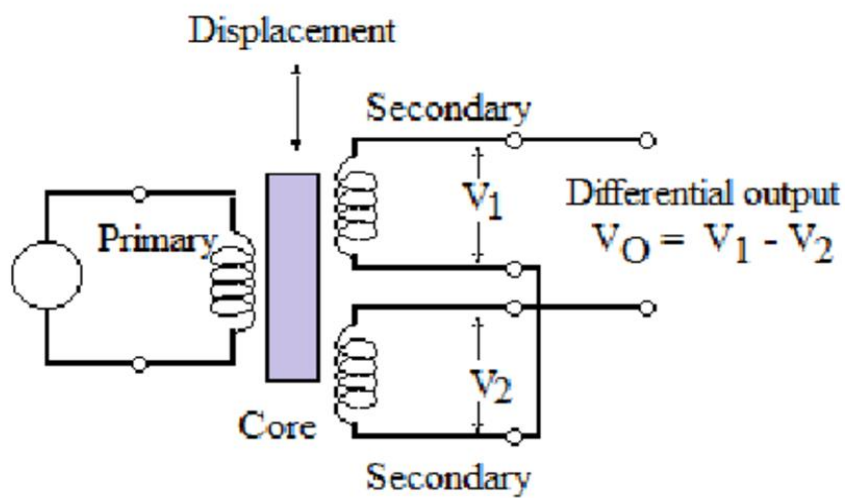
Είναι μεταβλητός , επειδή η μαγνητική σύζευξη ανάμεσα στο πρωτεύον και τα δυο δευτερεύοντα μπορεί να μεταβληθεί και έτσι να επηρεάσει το μέγεθος της επαγόμενης ηλεκτρεγερτικής δύναμης .

Τέλος η σχεδίαση του όλου συστήματος είναι τέτοια , ώστε η μεταβολή της σύζευξης του πρωτεύοντος με τα δευτερεύοντα πηνία να γίνεται γραμμικά .

Στην εικόνα 16 που ακολουθεί φαίνεται το σχηματικό διάγραμμα του γραμμικού μεταβλητού διαφορικού μετασχηματιστή καθώς και ο τρόπος σύνδεσης των δυο δευτερευουσών περιελίξεων .



(a)



(b)

Εικόνα 16 ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ

Όταν ο πυρήνας (core) κινηθεί , αυξάνεται η τάση της περιέλιξης προς την οποία κινείται ο πυρήνας , οπότε παράγεται διαφορική τάση εξόδου που μεταβάλλεται γραμμικά με την απόκλιση του πυρήνα από τη θέση ηρεμίας . Συγκεκριμένα , με την κίνηση του πυρήνα μεταβάλλονται οι αμοιβαίες επαγωγές , επομένως μεταβάλλεται το πλάτος V_o της συνισταμένης επαγόμενης τάσης στις δευτερεύουσες περιελίξεις .

Οι δευτερεύουσες τάσεις V_1 και V_2 είναι σε φάση η μία με την άλλη και έχουν το ίδιο πλάτος . Εάν τα δυο δευτερεύοντα πηνία συνδεθούν , τα δυο παραγόμενα σήματα θα αλληλοαναιρεθούν .

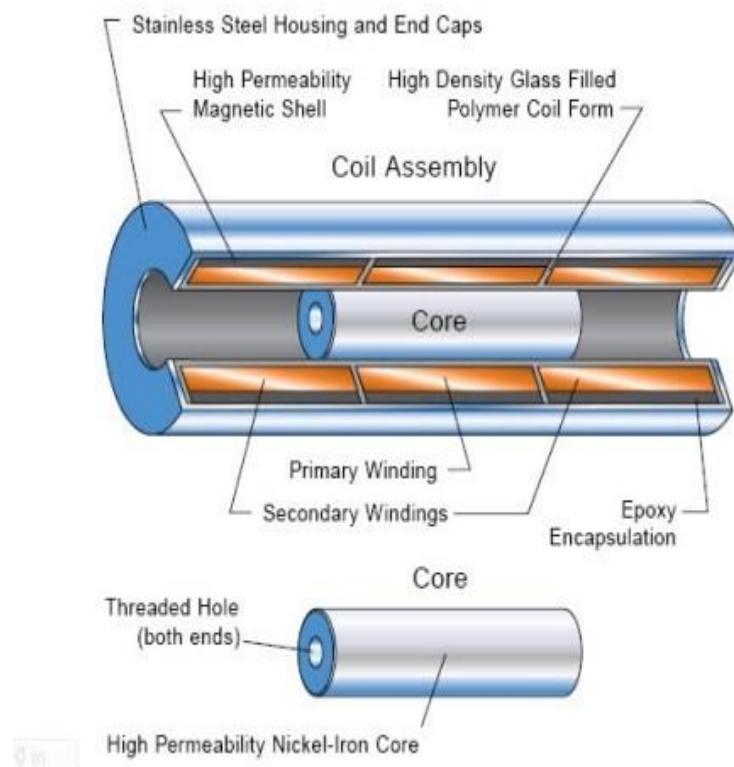
Εντούτοις , εάν κινηθεί ο πυρήνας προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση , η σύζευξη του πρωτεύοντος πηνίου με το ένα δευτερεύον θα αυξηθεί ενώ αυτή με το δεύτερο δευτερεύον θα μειωθεί . Με όμοιο τρόπο , εάν ο πυρήνας κινηθεί κατά την αντίθετη κατεύθυνση , το φαινόμενο θα αντιστραφεί .

Σημειώνεται ότι όταν δεν υπάρχει μετατόπιση , η συνολική τάση στα δευτερεύοντα πηνία είναι μηδέν . Αυτή η τάση αυξάνει με την μετατόπιση προς οποιαδήποτε διεύθυνση . Τελικά η σύζευξη με το ένα δευτερεύον πηνίο μειώνεται στο μηδέν , ενώ με το άλλο γίνεται μέγιστη , οπότε περαιτέρω μετατόπιση δεν οδηγεί σε περαιτέρω αύξησης στα άκρα των δευτερευόντων πηνίων . Έχουμε τότε το φαινόμενο του κόρου (saturation) . Αυτό περιορίζει το πρακτικό εύρος λειτουργίας του γραμμικού μεταβλητού διαφορικού μετασχηματιστή .

Όταν οι μετατοπίσεις είναι μόνο προς τη μια κατεύθυνση , θετικές ή αρνητικές , τότε η απλή μέτρηση του πλάτους στο δευτερεύον θα δώσει την ένδειξη της μετατόπισης .

Όταν η μετατόπιση αναμένεται να είναι και προς τις δυο κατευθύνσεις , τότε απαιτείται επιπρόσθετη ρύθμιση του σήματος . Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη σύγκριση της τάσης εξόδου των δευτερευόντων πηνίων με μια τάση αναφοράς , συνήθως την τάση του πρωτεύοντος πηνίου . Όποια από τις δυο επιμέρους τάσεις των δευτερευόντων πηνίων είναι μεγαλύτερη , ελέγχει τη φάση της συνδυασμένης εξόδου των δευτερευόντων , η οποία είναι είτε με την ίδια είτε με αντίθετη φάση .

Μερικές εμπορικές εκδόσεις ενός LVDT μπορούν να τροφοδοτούνται από πηγή συνεχούς τάσης και να παρέχουν μια συνεχή τάση εξόδου . Αυτές βασίζονται στις ίδιες αρχές όπως το LVDT εναλλασσόμενου ρεύματος , αλλά έχουν ενσωματωμένο σύστημα ρύθμισης του σήματος . Η συνεχής τάση μετατρέπεται σε εναλλασσόμενη προτού εφαρμοσθεί στο LVDT και η έξοδος στη συνέχεια γίνεται συνεχής από εναλλασσόμενη . Έτσι δημιουργείται μια συνεχής τάση , που εξαρτάται από τη θέση του πυρήνα .



Εικόνα 17 ΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΟΣ LVDT

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι τα κυριότερα χαρακτηριστικά λειτουργίας των γραμμικών μεταβλητών διαφορικών μετασχηματιστών είναι τα εξής :

- Χαρακτηρίζονται από πολύ καλή γραμμικότητα .
- Ανάλογα με την κατασκευή τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση μέγιστων μετατοπίσεων από mm έως δεκάδες cm , με υψηλή διακριτική ικανότητα .
- Έχουν υψηλή ευαισθησία οπότε παρέχουν υψηλές τιμές τάσης εξόδου με αποτέλεσμα , συνήθως , να μην απαιτείται ενίσχυση του σήματος εξόδου που παράγεται .
- Εξασφαλίζουν γαλβανική απομόνωση μεταξύ των τυλιγμάτων (πρωτεύον – δευτερεύοντα) του γραμμικού μεταβλητού διαφορικού μετασχηματιστή .
- Έχουν σχετικά υψηλό κόστος .



Εικόνα 18 ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΣ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ

3.5 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ Η ΓΕΦΥΡΑ WHEATSTONE

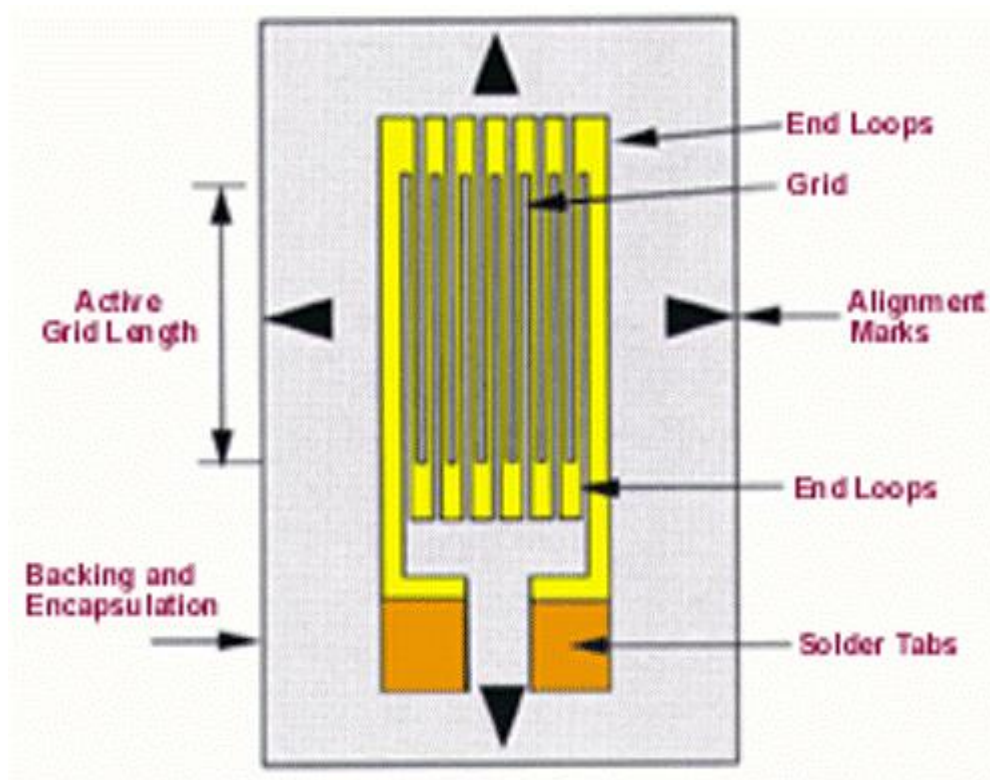
Οι μετρητές μηχανικής τάσης μετρούν τις αλλαγές του μεγέθους ενός στερεού αντικείμενου που προκαλούνται με συμπίεση ή από εφελκυσμό του . Οι μετρητές αυτοί είναι στερεωμένοι στο αντικείμενο και έτσι , όταν αλλάζει το αντικείμενο αλλάζουν και αυτού .

Παρόλο που υπάρχουν διαθέσιμες και άλλες μορφές μετρητών μηχανικής τάσης , ο μετρητής με αντίσταση αποτελεί το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο τύπο μετρητή . Για ευκολία αναφέρεται πιο απλά και ως μετρητής μηχανικής τάσης (strain gauge) .

Οι μετρητές μηχανικής τάσης είναι αισθητήρες που εμφανίζουν αλλαγή των ηλεκτρικών ιδιοτήτων όταν αλλάζουν οι διαστάσεις τους . Όταν οι μετρητές αυτοί τεντώνονται ή συμπιέζονται αλλάζει η αντίστασή τους , και αυτή η αλλαγή μπορεί να συσχετιστεί με μία μετατόπιση . Οι μετρητές μηχανικής τάσης με αντίσταση μπορούν να μετρούν τάσεις σε αντικείμενα μήκους έως 50 mm , με τη συνολική μετατόπιση να αποτελεί ένα μικρό ποσοστό αυτού του μήκους (περίπου 1 %) .

Ένας απλός μετρητής μηχανικής τάσης με αντίστασή αποτελείται από ένα μεταλλικό φύλλο , το οποίο είναι στερεωμένο σε ένα υπόστρωμα . Το μεταλλικό φύλλο έχει χαραχτεί ή ξυστεί με τη βοήθεια φωτογραφικών τεχνικών , έτσι ώστε να σχηματίζει μία συνεχή τεθλασμένη γραμμή με σχήμα ζιγκ ζαγκ . Αυτή η γραμμή ονομάζεται νηματίδιο . Τα νηματίδια των μετρητών μηχανικής τάσης είναι κατασκευασμένα από κράματα χαλκού – νικελίου ή χρωμίου – νικελίου , τα οποία έχουν υψηλή ειδική αντίσταση και υψηλή μηχανική αντοχή . Το πάχος τους συνήθως είναι μερικά μικρόμετρα . Τα υποστρώματα στα οποία είναι κολλημένα τα νηματίδια , είναι κατασκευασμένα από εποξικές ρητίνες διαφόρων τύπων , ανάλογα με την εφαρμογή , και είναι επίσης πολύ λεπτά . Μερικές φορές ολόκληρος ο μετρητής μηχανικής τάσης μπορεί να βρίσκεται μέσα σε μία κάψουλα (θήκη) .

Οι μετρητές μηχανικής τάσης με αντίσταση έχουν διαφορά μεγέθη , από μερικά κλάσματα του χιλιοστού έως περίπου πενήντα χιλιοστά . Στερεώνονται ακλόνητα στο προς μέτρηση αντικείμενο με τη βοήθεια ειδικών συγκολλητικών κονιαμάτων , αλλά μερικές φορές μπορεί να είναι εντοιχισμένα ή κολλημένα με ηλεκτροκόλληση . Η ουσία που πραγματοποιεί τη συγκόλληση του αντικειμένου με τον μετρητή θα πρέπει να είναι πολύ ισχυρή και επίσης μονωτική .



Εικόνα 19 ΑΠΛΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

Όταν ένας μετρητής μηχανικής τάσης συγκολλάται σε ένα αντικείμενο και το αντικείμενο (και επομένως και ο μετρητής) αλλάξουν μέγεθος , θα αλλάξει και η αντίσταση του νηματιδίου του μετρητή . Η αντίσταση αυτή , R , δίνεται από τη σχέση :

$$R = \rho l / A$$

Όπου :

- ρ είναι η ειδική αντίσταση του υλικού του νηματιδίου .
- l είναι το μήκος του νηματιδίου .
- A είναι το εμβαδόν διατομής του νηματιδίου .

Από την παραπάνω σχέση μπορούμε να καταλάβουμε ότι η αλλαγή του εμβαδού διατομής A είτε του μήκους l του νηματιδίου (ή και των δύο) προκαλεί αλλαγή της αντίστασης R . Ο εφελκυσμός του νηματιδίου προκαλεί αύξηση του μήκους l και μείωση του εμβαδού διατομής του , A , και επομένως θα αλλάξει η ηλεκτρική αντίσταση R . Ο μετρητής τάσης χρησιμοποιεί αυτό το γεγονός για να μετρά τη μετατόπιση .

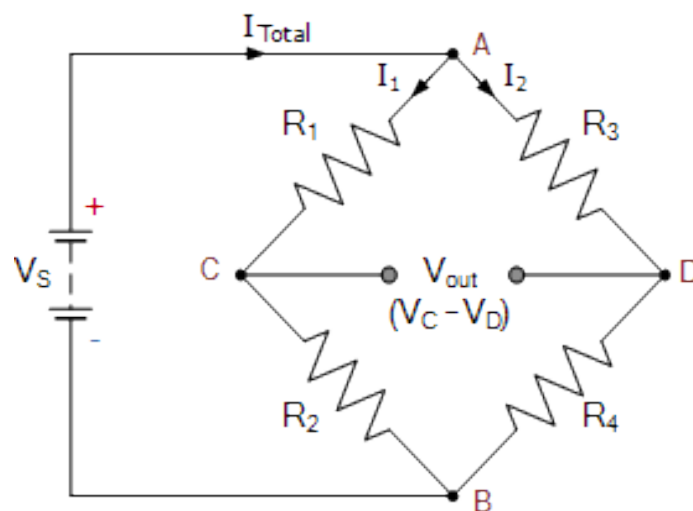
Ένας γραμμικός μετρητής μηχανικής τάσης είναι ευαίσθητος σε αλλαγές μήκους κατά μήκος του κύριου άξονα , ή άξονα ανίχνευσης και πρακτικά ανευαίσθητος σε αλλαγές του μήκους του εγκάρσιου ή κάθετου άξονα . Επομένως είναι πολύ σημαντικός ο τρόπος και η κατεύθυνση σύνδεσης του μετρητή επάνω στο αντικείμενο , του οποίου η αλλαγή διαστάσεων πρέπει να μετρηθεί .

Όταν οι μετρητές μηχανικής τάσης μετρούν τις μεταβαλλόμενες διαστάσεις ενός αντικειμένου , μετρούν τη μηχανική τάση υπό την οποία βρίσκεται αυτό , και έτσι εξάγεται η ονομασία τους . Η μηχανική τάση ορίζεται ως το πηλίκο της μεταβολής των διαστάσεων προς τις αρχικές διαστάσεις . Επειδή αυτό είναι πηλίκο , δεν έχει μονάδες .

Μηχανική τάση : $\epsilon = \Delta l / l$.

Ο μετρητής μηχανικής τάσης όπως είδαμε και παραπάνω εμφανίζει αλλαγή αντίστασης όταν υφίσταται κάποια μηχανική τάση . Η αλλαγή της αντίστασης πρέπει να μετατραπεί σε ηλεκτρικό σήμα , το οποίο να χρησιμοποιηθεί για να δείξει την τιμή της δύναμης που προκαλεί την τάση ή την αλλαγή διαστάσεων του αντικειμένου . Ένα κύκλωμα που χρησιμοποιείται συχνά γι' αυτό το σκοπό είναι η γέφυρα Wheatstone .

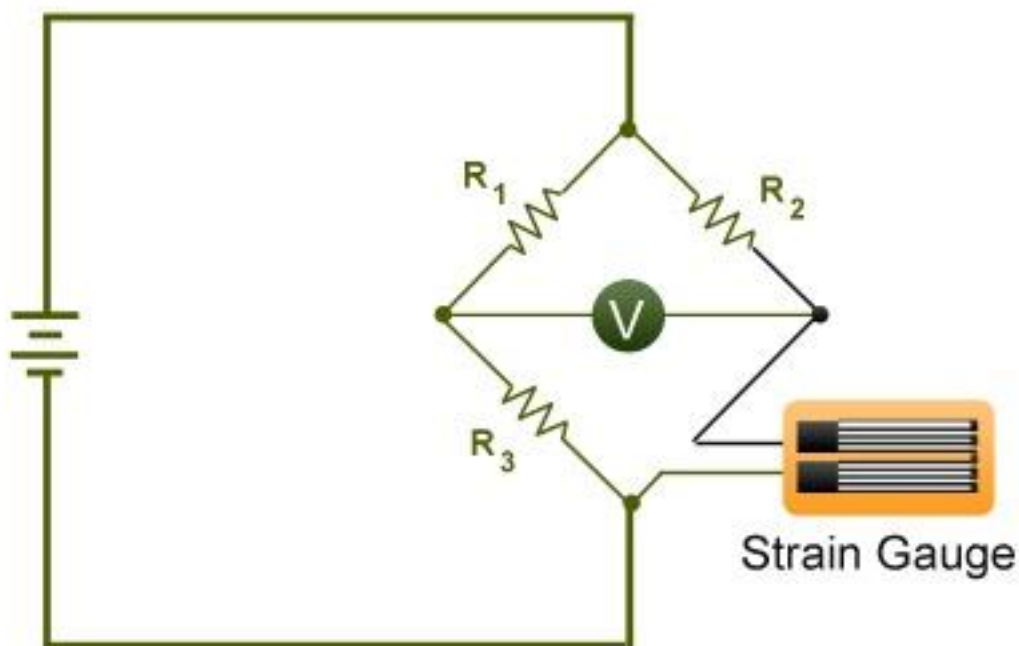
Η γέφυρα Wheatstone είναι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα για τον προσδιορισμό των αντιστάσεων . Το κύκλωμα αυτό λέγεται ότι είναι σε ισορροπία όταν οι αντιστάσεις του κυκλώματος είναι έτσι ρυθμισμένες , ώστε στην έξοδο να μην υπάρχει τάση .



Εικόνα 20 ΚΥΚΛΩΜΑ ΓΕΦΥΡΑΣ WHEATSTONE

Εάν η γέφυρα φύγει από την κατάσταση ισορροπίας , τότε η τάση εξόδου (V_{out}) θα πάψει να είναι μηδέν και η πολικότητά της θα εξαρτάται από την αντίσταση που έχει αυξηθεί ή μειωθεί . Εάν η μία αντίσταση της γέφυρας αντικατασταθεί από έναν μετρητή μηχανικής τάσης και οι άλλες τρεις αντιστάσεις διατηρούνται σταθερές , τότε οι αλλαγές στην αντίσταση του μετρητή λόγω τάσης ή μετατόπισης θα οδηγούν τη γέφυρα σε κατάσταση μη ισορροπίας . Η τιμή της τάσης εξόδου (V_{out}) θα αποτελεί ένα μέτρο της εφαρμοζόμενης μηχανικής τάσης και αυτή η αλλαγή θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως είσοδος σε ένα σύστημα μετρητικό ή σε ένα σύστημα ελέγχου .

Quarter-bridge Strain Gauge Circuit



© Chipkin Automation Systems Inc.

Εικόνα 21 ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΣ ΜΕ ΓΕΦΥΡΑ WHEATSTONE

Οι μετρητές μηχανικής τάσης με αντίσταση χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία . Συχνά χρησιμοποιούνται κατά ομάδες , για παράδειγμα για τη μέτρηση των μηχανικών τάσεων που εμφανίζονται σε διάφορες διευθύνσεις ή για να αντισταθμίζουν το φαινόμενο που συμβαίνει όταν ένα αντικείμενο ταυτόχρονα κάμπτεται και εφελκύεται . Χρησιμοποιούνται στα δομικά έργα για να καταγράφουν τις μηχανικές τάσεις που υφίστανται οι οδικές και οι σιδηροδρομικές γέφυρες , καθώς και για τοίχους υψηλών κτιρίων . Επιπρόσθετα εντοιχίζονται σε δρόμους για να καταγράφουν τη χρήση και τη φθορά τους . Στο αντικείμενο των μηχανολόγων μηχανικών οι μετρητές αυτοί χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα για τη μέτρηση μηχανικών τάσεων σε δοκιμαστικά δείγματα μετάλλων , σε πρωτότυπους στροβιλοκινητήρες , κυλίνδρους , αεροσκάφη και άλλα αντικείμενα .

Υπάρχουν και άλλα είδη μετρητών μηχανικής τάσης , πέρα από το μετρητή με αντίσταση . Για παράδειγμα , κάποιοι μετρητές είναι έτσι σχεδιασμένοι ώστε να μη χρειάζεται να είναι στερεωμένοι , άλλοι για να μετρούν ειδικές δονήσεις και άλλοι για να ανιχνεύουν ρωγμές σε κατασκευές . Πέρα από τη μέτρηση μηχανικών τάσεων και μετατοπίσεων , οι μετρητές μηχανικής τάσης χρησιμοποιούνται ευρέως και για τη μέτρηση δυνάμεων , πιέσεων και επιταχύνσεων .

3.6 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ

Όπως είναι γνωστό , η μεταβολή της απόστασης μεταξύ ενός σιδηρομαγνητικού υλικού και ενός πηνίου προκαλεί μεταβολή στο μαγνητικό πεδίο η οποία οδηγεί σε μεταβολή της αυτεπαγωγής του πηνίου . Οι αισθητήρες αυτεπαγωγής σύμφωνα με την αρχή λειτουργίας τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον προσδιορισμό ενός σημείου το οποίο δε φέρει μαγνητικές ιδιότητες .

Η κατασκευή τέτοιων αισθητηρίων γίνεται με την προσάρτηση ενός σιδηρομαγνητικού υλικού πάνω στο μετακινούμενο αντικείμενο το οποίο τοποθετείται κοντά στο πηνίο του αισθητήρα αυτεπαγωγής .

Υπάρχει αναλογία μεταξύ της απόστασης του αντικειμένου και της τάσης εξόδου του αισθητήρα . Αυτή η αναλογία αποτελεί την αρχή μέτρησης των αισθητήρων αυτεπαγωγής , οι οποίοι μπορούν να μετρήσουν τη μετατόπιση μη σιδηρομαγνητικών υλικών . Τους αισθητήρες προσέγγισης τους βρίσκουμε σε διάφορα μεγέθη ανάλογα με την εφαρμογή τους . Για την ανίχνευση της μεταβολής χρησιμοποιούνται ενισχυτές οι οποίοι φέρουν μεγάλη αντίδραση εισόδου . Η ενίσχυση απαιτείται για τη διέγερση του αναλογικού ψηφιακού μετατροπέα σε ένα σύστημα συλλογής δεδομένων .

Κάποιες εφαρμογές όπου συναντάμε αισθητήρια αυτεπαγωγής μπορεί να είναι :

- Ανίχνευση αντικειμένων πάνω σε διάδρομο μεταφοράς υλικών
- Ανίχνευση ανοίγματος και κλεισίματος σε βάνα
- Ανίχνευση της θέσης του εμβόλου σε έναν πνευματικό ή σε έναν υδραυλικό κύλινδρο .

3.7 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΥΚΝΩΤΗ

Αυτή η μέθοδος μέτρησης μετατοπίσεων χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ιδιότητα της χωρητικότητας C .

Χωρητικότητα ονομάζεται η ιδιότητα που επιτρέπει σε ένα σύστημα να αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια . Πυκνωτής ονομάζεται ένα ηλεκτρικό στοιχείο αποτελούμενο από δύο αγωγούς , που ονομάζονται οπλισμοί , σε μικρή απόσταση και το υλικό που βρίσκεται ανάμεσά τους , που λέγεται διηλεκτρικό . Ως διηλεκτρικό χρησιμοποιούνται υλικά όπως το γυαλί και η κηροζίνη, τα οποία αντιστέκονται στην παρουσία ηλεκτρικού πεδίου .

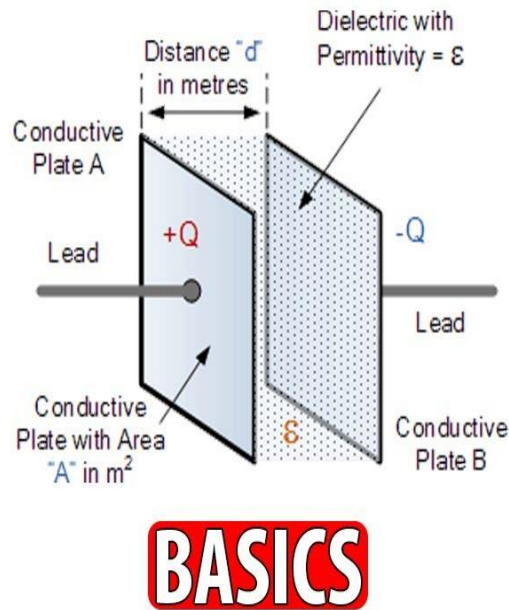
Η χωρητικότητα μετριέται σε farad (F) και δίνεται από την παρακάτω έκφραση :

$$C = A \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r / d$$

Όπου :

- A είναι το εμβαδόν επικάλυψης των οπλισμών του πυκνωτή .
- ϵ_0 είναι η απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του ελεύθερου χώρου .
- ϵ_r είναι η σχετική διηλεκτρική σταθερά (ή αλλιώς η ηλεκτρική διαπερατότητα) του υλικού του διηλεκτρικού που υπάρχει ανάμεσα στους οπλισμούς .
- d είναι η απόσταση των οπλισμών .

CAPACITOR **and** CAPACITANCE



BASICS

Εικόνα 22 ΧΩΡΗΤΙΚΗ - ΠΥΚΝΩΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

Η σχετική διηλεκτρική σταθερά είναι το πηλίκο της πυκνότητας ηλεκτρικής ροής που υπάρχει μέσα σε ένα υλικό προς την πυκνότητα ηλεκτρικής ροής που υπάρχει στον ελεύθερο χώρο, για ίδια ένταση ηλεκτρικού πεδίου.

Η ηλεκτρική διαπερατότητα είναι η ιδιότητα ενός υλικού, που εκφράζει πόση πυκνότητα ηλεκτρικής ροής παράγεται όταν το υλικό διεγερθεί από μία ηλεκτρεγερτική δύναμη.

Υπάρχουν συσκευές μέτρησης μετατόπισης , που ονομάζονται αισθητήρες χωρητικής μετατόπισης ή χωρητικοί μετατροπείς μετατόπισης (capacitive displacement transducers) . Αυτές οι συσκευές βασίζονται στη χρησιμοποίηση πυκνωτών στους οποίους δημιουργείται αλλαγή χωρητικότητας ανάλογη της μετατόπισης . Η χωρητικότητα C μπορεί να αλλάξει εάν μεταβληθεί είτε η επιφάνεια επικάλυψης A, είτε η ηλεκτρική διαπερατότητα ϵ_r του διηλεκτρικού , είτε η απόσταση d μεταξύ των οπλισμών . Ο μετατροπέας που στηρίζεται στην αλλαγή της επιφάνειας επικάλυψης των οπλισμών , ονομάζεται μετατροπέας μεταβλητής επιφάνειας (variable area) .

Η επιφάνεια επικάλυψης των οπλισμών του πυκνωτή είναι ίση με :

$$A = w * l$$

Επομένως , η χωρητικότητα του είναι :

$$C_0 = (w - l) * \epsilon_0 * \epsilon_r / d$$

Αν ο ένας οπλισμός μετατοπισθεί από τον άλλο κατά απόσταση x , τότε το εμβαδόν επικάλυψης των οπλισμών του πυκνωτή είναι :

$$A' = w * (l - x)$$

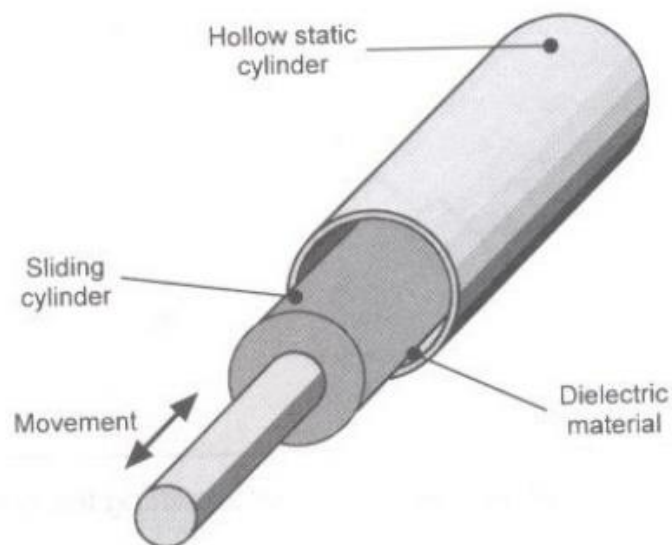
Και η χωρητικότητά του είναι :

$$C_x = w * (l - x) * \epsilon_0 * \epsilon_r / d .$$

Επομένως , αν χρησιμοποιήσουμε έναν πυκνωτή κατάλληλης σχεδίασης , μπορούμε να χρησιμοποιούμε την αλλαγή της χωρητικότητας για να μετράμε τη μετατόπιση . Ένα παράδειγμα χωρητικού μετατροπέα μετατόπισης μεταβλητής επιφάνειας απεικονίζεται στην εικόνα 23 στη συνέχεια . Αυτός αποτελείται από έναν ακίνητο κύλινδρο , μέσα στον οποίο υπάρχει και ένας κινητός κύλινδρος . Οι κύλινδροι αυτοί αποτελούν τους οπλισμούς του πυκνωτή . Το διηλεκτρικό υλικό είναι ενσωματωμένο στο εσωτερικό του ακίνητου κυλίνδρου . Ο κινητός κύλινδρος βρίσκεται σε επαφή με το αντικείμενο , του οποίου τη μετατόπιση θέλουμε να μετρήσουμε , με τη βοήθεια μίας ράβδου σύνδεσης . Όταν ο κινητός κύλινδρος κινείται μέσα – έξω σε σχέση με τον ακίνητο κύλινδρο , αλλάζουν τα εμβαδά της επιφάνειας επικάλυψης των δυο κυλίνδρων και έτσι η χωρητικότητα του συστήματος μεταβάλλεται ανάλογα με τη μετατόπιση . Με αυτόν τον τρόπο μετρείται η μετατόπιση σε κατάλληλα βαθμονομημένο βολτόμετρο .

Capacitive Transducers - Linear Displacement

- Variable area capacitance displacement transducer



Οι χωρητικοί μετατροπείς μετατόπισης είναι κυρίως κατάλληλοι για τη μέτρηση μόνο μικρών μετατοπίσεων . Υπάρχουν τέτοιοι τύποι μετατροπέων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιβάλλοντα υψηλής υγρασίας , υψηλής θερμοκρασίας ή και υψηλής ραδιενέργειας . Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι , έχουν άπειρη διακριτική ικανότητα αλλά είναι συνήθως ακριβοί σε κόστος και απαιτούν προσεκτική τοπική ρύθμιση . Για τους παραπάνω λόγους , υπάρχει η τάση να χρησιμοποιούνται μόνο σε ειδικές εφαρμογές .

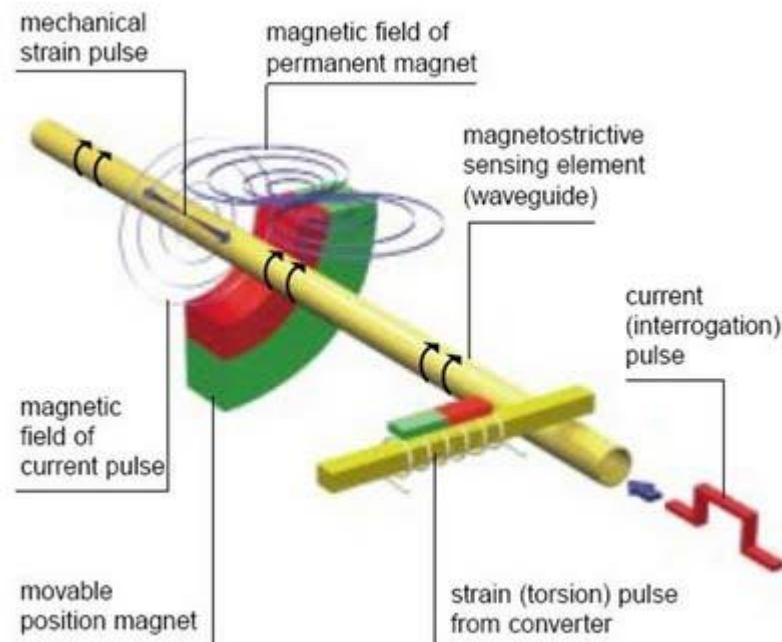
3.8 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Ορισμένα υλικά έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της μαγνητικής ενέργειας σε μηχανική και αντίστροφα . Τα υλικά αυτά ονομάζονται μαγνητοσυσταλτικά και αντίστοιχα αυτό το φαινόμενο , μαγνητοσυστολή . Τα φαινόμενα της μαγνητοσυστολής χρησιμοποιούνται στην κατασκευή υπερηχητικών μετατροπέων και μετατροπέων θέσης γενικότερα . Μαγνητοσυσταλτικά υλικά είναι τα κράματα μετάλλων όπως ο σίδηρος , το κοβάλτιο και το νικέλιο στα οποία ο μαγνητοσυσταλτικός συντελεστής έχει τιμές έως 100 ml/l , όπου l είναι το μήκος του υλικού .

Οι μαγνητοσυσταλτικοί αισθητήρες αποτελούνται από έναν κύλινδρο ή σύρμα από μαγνητοσυσταλτικό υλικό (κυματοδηγός) , το οποίο διαρρέεται από παλμικό ρεύμα ανίχνευσης . Εξαιτίας αυτού του ρεύματος αναπτύσσεται μαγνητικό πεδίο περιμετρικά του κυματοδηγού με διεύθυνση εφαπτομενική της περιμέτρου του άξονα . Επίσης , ένας ή περισσότεροι μόνιμοι μαγνήτες που τοποθετούνται συμμετρικά γύρω από τον κύλινδρο , παράγουν ένα τοπικό μαγνητικό πεδίο . Λόγω της αλληλεπίδρασης των δυο πεδίων στο σημείο που βρίσκεται ο μόνιμος μαγνήτης , παράγεται ένα ελικοειδές μαγνητικό πεδίο . Επομένως , σύμφωνα με το φαινόμενο Wiedermann , προκαλείται συστροφή του κυματοδηγού . Αυτή η συστροφή προκαλεί την παραγωγή ενός μηχανικού κύματος ή παλμού παραμόρφωσης που μεταδίδεται με την ταχύτητα του ήχου κατά μήκος του κυματοδηγού μέχρι το άκρο του . Στο άκρο του κυματοδηγού τοποθετείται ένας μαγνητικός ανιχνευτής που αποτελείται από πηνίο τυλιγμένο σε πυρήνα από μαγνητοσυσταλτικό υλικό . Από το μαγνητικό ανιχνευτή διέρχεται και το μαγνητικό πεδίο που παράγεται από ένα μόνιμο μαγνήτη .

Το μηχανικό κύμα προκαλεί μεταβολή της μαγνητικής διαπερατότητας του πυρήνα του ανιχνευτή, σύμφωνα με το φαινόμενο Villari. Αυτό προκαλεί μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πηνίο του ανιχνευτή και επομένως αναπτύσσεται σε αυτό τάση από επαγωγή.

Αυτή η μέθοδος ανίχνευσης έχει το πλεονέκτημα ότι δεν επηρεάζεται από δονήσεις κατά μήκος του άξονα.



Εικόνα 24 ΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΟΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ

Ο κινητός μαγνήτης προσαρμόζεται στο αντικείμενο του οποίου η θέση μετρείται. Το χρονικό διάστημα από την εφαρμογή του παλμού ρεύματος έως την άφιξη του μηχανικού κύματος παραμόρφωσης στο άκρο του κυματοδηγού και την ανάπτυξη τάσης στον αντίστοιχο μαγνητικό ανιχνευτή, είναι ανάλογο της θέσης του μαγνήτη.

Για τη μέτρηση πολλαπλών θέσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι από ένας μόνιμοι μαγνήτες .

Τα χαρακτηριστικά των αισθητηρίων μέτρησης θέσης αυτού του τύπου είναι :

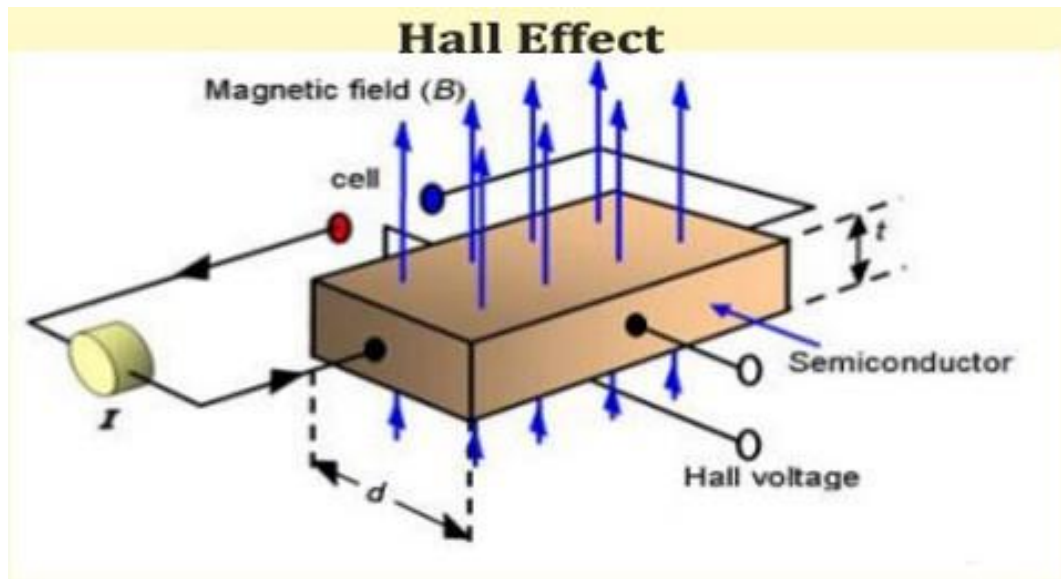
- Έχουν μεγάλη ευαισθησία και διακριτική ικανότητα
- Η λειτουργία τους δεν επηρεάζεται από τον ηλεκτρικό θόρυβο
- Διαθέτουν υψηλή γραμμικότητα
- Ανάλογα με την κατασκευή τους , μπορούν να μετρήσουν τη θέση του μόνιμου μαγνήτη σε μεγάλο εύρος αποστάσεων (έως και αρκετά μέτρα) .



Εικόνα 25 ΜΑΓΝΗΤΟΣΥΣΤΑΛΤΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΓΡΑΜΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ

3.9 ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ HALL

Στους αισθητήρες φαινομένου Hall η μέτρηση αξιοποιεί το φαινόμενο Hall για τη μέτρηση της μετατόπισης και της θέσης του προς ανίχνευση αντικειμένου . Το φαινόμενο Hall εμφανίζεται όταν ένα ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από έναν ηλεκτρικό αγωγό παράγει μία ασύμμετρη κατανομή φορτίου με αποτέλεσμα μία διαφορά τάσης και ένα μαγνητικό πεδίο κάθετο προς το ρεύμα . Οι αισθητήρες φαινομένου Hall είναι συσκευές οι οποίες αντιδρούν στο μαγνητικό πεδίο ενός μαγνήτη και παράγουν ένα φορτίο ανάλογο με την απόσταση του μαγνήτη . Ο μαγνητισμός είναι στενά συνδεδεμένος με το ηλεκτρικό ρεύμα . Οποιοδήποτε ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο και αντίστοιχα οποιοδήποτε μαγνητικό πεδίο παράγει ένα ηλεκτρικό ρεύμα . Σε έναν αγωγό με σταθερή ροή ρεύματος , η παρουσία μαγνητικού πεδίου θα προκαλέσει εκτροπή ρεύματος στο οποίο το δυναμικό μιας εγκάρσιας πλευράς του αγωγού θα έχει υψηλότερη δυναμική από την άλλη . Αυτό είναι γνωστό ως φαινόμενο Hall .



Εικόνα 26 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ HALL

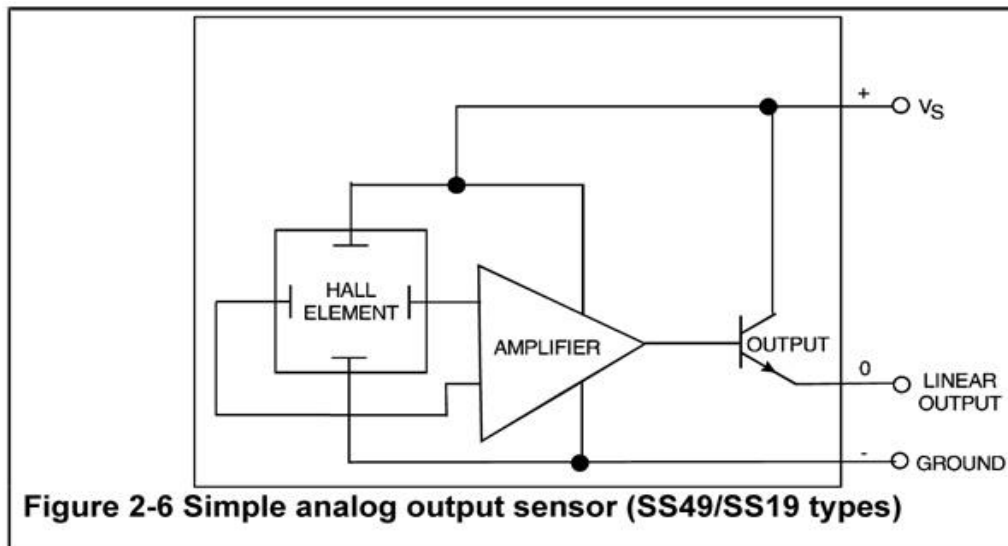
Με τη χρήση αισθητήρων φαινομένου Hall μπορεί να ανιχνευθεί η μαγνητική ροή . Οι αισθητήρες φαινομένου Hall χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση αντικειμένων (θέση) αλλά και για τη μέτρηση της απόστασης ή την μετατόπιση του αντικειμένου . Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη μαγνητικής ροής προς ανίχνευση . Οι αισθητήρες φαινομένου Hall λειτουργούν σε ένα μεγάλο πεδίο τιμών τάσης V_{cc} και είναι σταθεροί σε θορυβώδη περιβάλλοντα . Για μαγνητικό πεδίο ίσο με μηδέν η τάση εξόδου ενός αισθητήρα Hall είναι ίση με $V_{cc} / 2$. Για παράδειγμα με τάση τροφοδοσίας 10 Volt η τάση εξόδου του αισθητήρα Hall θα είναι ίση με 5 Volt .

Συναντάμε κυρίως δυο τύπους αισθητήρων που αξιοποιούν το φαινόμενο Hall :

- Γραμμικούς ή αναλογικούς αισθητήρες φαινομένου Hall
- Αισθητήρες φαινομένου Hall κατωφλίου ή ψηφιακοί .

Στην τυπική τους διάταξη , ένας αναλογικός αισθητήρας φαινομένου Hall περιλαμβάνει έναν σταθεροποιητή τάσης για την τροφοδοσία του ημιαγωγού και

συνήθως έναν ενισχυτή σήματος προκειμένου να γίνει ευκολότερη η διεπαφή με τα περιφερειακά ηλεκτρονικά κυκλώματα που θα συνδεθεί .

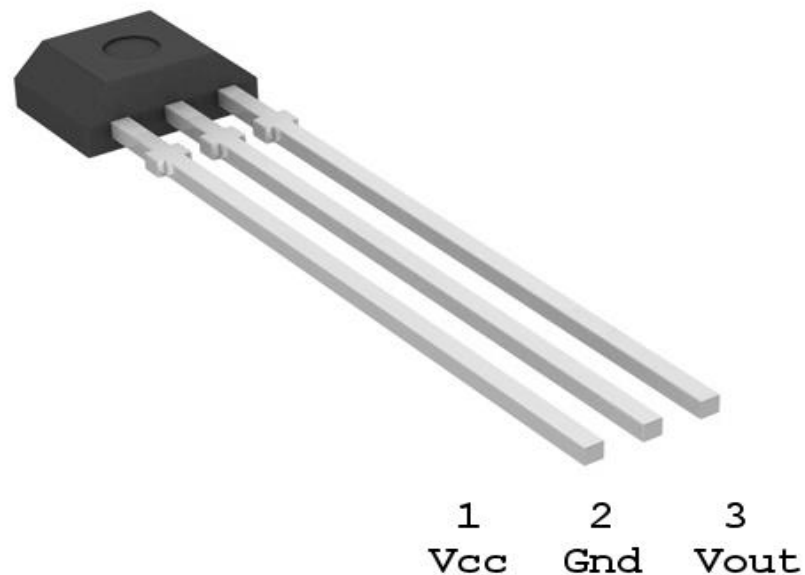


Εικόνα 27 ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ HALL

Στους αισθητήρες φαινομένου Hall που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της μετατόπισης η σχέση εξόδου μετατόπισης δεν ακολουθεί γραμμική συνάρτηση , καθώς η σχέση της πυκνότητας του μαγνητικού πεδίου σε σχέση με την μετατόπιση δεν είναι γραμμική . Για το λόγο αυτό απαιτείται βαθμονόμηση των αισθητήρων φαινομένου Hall για τη χρήση τους σε μέτρηση μετατόπισης . Επιπλέον η απόκριση των αισθητήρων φαινομένου Hall είναι συνάρτηση της απόστασης τους από το μαγνητικό πεδίο αλλά και της κατεύθυνσης της κίνησής του μέσα σε αυτό . Έτσι έχουμε διαφορετικές σχέσεις μετατόπισης – μαγνητικής ροής όταν ο αισθητήρας ή αντίστοιχα το αντικείμενο με μαγνητικές ιδιότητες κινείται κάθετα προς το διαμήκη άξονα του αισθητήρα και διαφορετικές όταν ο αισθητήρας κινείται παράλληλα προς το διαμήκη άξονα του αισθητήρα .

Οι αισθητήρες φαινομένου Hall συνήθως κατασκευάζονται και ολοκληρώνονται σε ολοκληρωμένα κυκλώματα για ευκολότερη χρήση στις εφαρμογές . Οι αισθητήρες φαινομένου Hall συνήθως κατασκευάζονται σε μορφή πλακιδίου ή σε κυλινδρική μορφή .

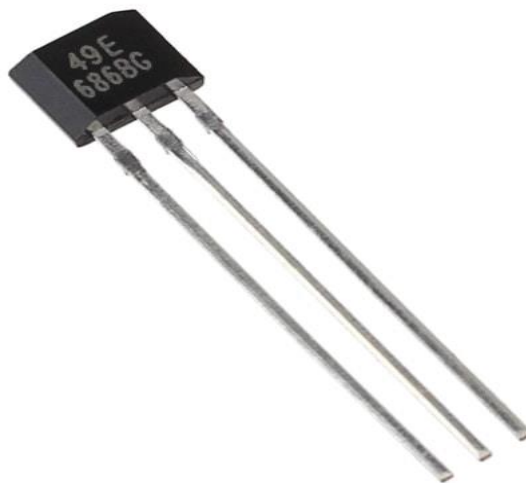
Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος με τη χρήση αισθητήρα φαινομένου Hall , θα πρέπει να εξεταστεί πρώτα η ένταση του μαγνητικού πεδίου του μαγνήτη , που θα χρησιμοποιηθεί , έτσι ώστε η επίδραση της στην έξοδο του αισθητήρα να μεγιστοποιείται κατά την προσέγγιση του μαγνήτη στον αισθητήρα , και να μειώνεται με την αύξηση της απόστασης του μαγνήτη από τον αισθητήρα . Το μαγνητικό πεδίο μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας ένα μετρητή Gauss ή ένα βαθμονομημένο αισθητήρα Hall . Σε ένα τυπικό αναλογικό αισθητήρα φαινομένου Hall υπάρχουν τρεις ακροδέκτες , δυο για την τροφοδοσία Vcc και τη γείωση (Ground – Gnd) , και ένας τρίτος για την έξοδο Vout (όπως φαίνεται και στην εικόνα 28 που ακολουθεί) .



Εικόνα 28 ΟΙ ΑΚΡΟΔΕΚΤΕΣ ΕΝΟΣ ΤΥΠΙΚΟΥ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ HALL

Συνοψίζοντας , μπορούμε να πούμε ότι κάποια από τα βασικότερα χαρακτηριστικά των αισθητήρων φαινομένου Hall είναι τα εξής :

- Έχουν αρκετά γρήγορη λειτουργία
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής
- Δε διαθέτουν κινούμενα μέρη – στοιχεία
- Λειτουργούν σε ευρεία περιοχή θερμοκρασιών
- Έχουν σχετικά χαμηλό κόστος
- Είναι πολύ επαναλαμβανόμενα .



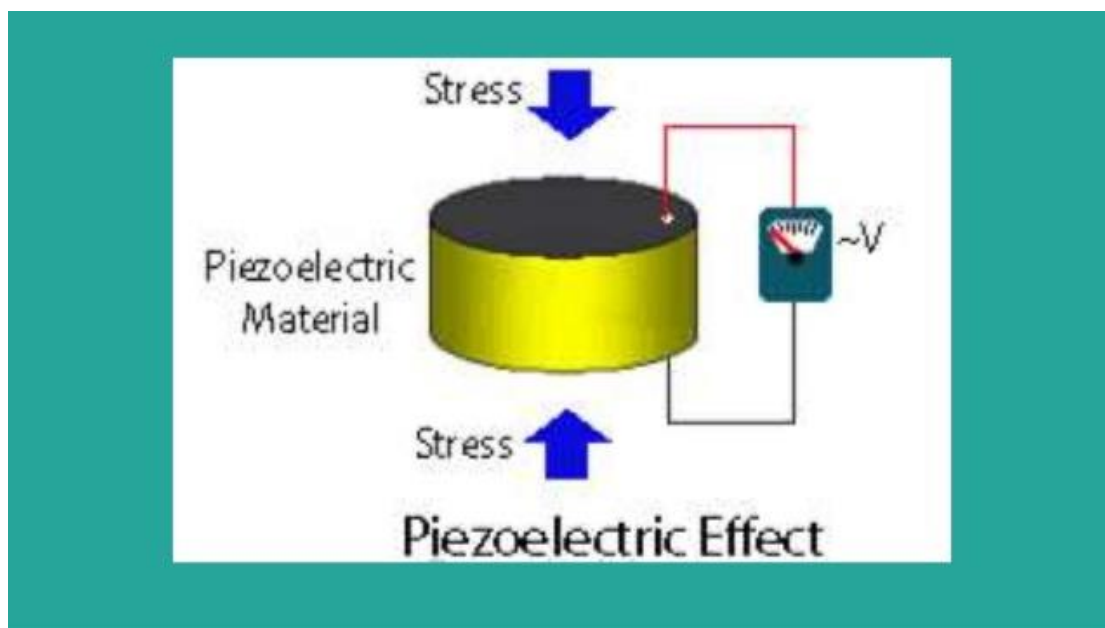
Εικόνα 29 ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ HALL

3.10 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΟ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Τα αισθητήρια αυτής της κατηγορίας βασίζονται στο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο . Ορισμένα υλικά έχουν την ικανότητα να παράγουν ηλεκτρισμό όταν τους ασκείται μηχανική πίεση . Αυτή η πίεση μπορεί να προκληθεί από το χτύπημα ή τη συστροφή του υλικού ακριβώς για να παραμορφωθεί το κρυσταλλικό του πλέγμα χωρίς να το διασπάσει . Το αποτέλεσμα λειτουργεί επίσης και με τον αντίθετο τρόπο , με το υλικό να παραμορφώνεται ελαφρώς όταν εφαρμόζεται ένα μικρό ηλεκτρικό ρεύμα . Η πιεζοηλεκτρικότητα ανακαλύφτηκε πριν από περισσότερα από εκατό χρόνια και έχει πάρα πολλές εφαρμογές σήμερα .

Το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο συμβαίνει όταν διαταράσσεται η ισορροπία φορτίου στο κρυσταλλικό πλέγμα ενός υλικού . Όταν δεν υπάρχει ασκούμενη πίεση στο υλικό , τα θετικά και τα αρνητικά φορτία κατανέμονται ομοιόμορφα , ώστε να μην υπάρχει

διαφορά δυναμικού . Όταν το πλέγμα παραμορφωθεί ελαφρώς , η ανισορροπία φορτίου δημιουργεί μία διαφορά δυναμικού , συχνά τόσο ισχυρή όσο αρκετές χιλιάδες Βολτ (Volt) . Ωστόσο , το ρεύμα είναι εξαιρετικά μικρό και προκαλεί μόνο ένα μικρό ηλεκτρικό σοκ . Το αντίστροφο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο συμβαίνει όταν το ηλεκτροστατικό πεδίο που δημιουργείται από το ηλεκτρικό ρεύμα προκαλεί την ελαφριά κίνηση των ατόμων στο υλικό . Το αντίστροφο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο χρησιμοποιείται ευρύτατα στη σχεδίαση ενεργοποιητών (actuators) .



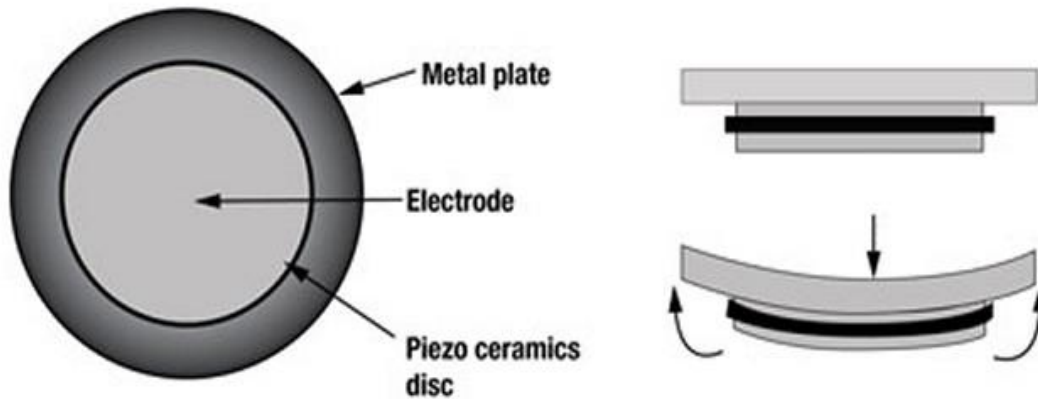
Εικόνα 30 ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο εμφανίζεται με την παραμόρφωση υλικών συγκεκριμένου τύπου , όπως είναι οι κρύσταλλοι Rochelle και Quartz , καθώς και πιεζοηλεκτρικά κεραμικά υλικά . Επειδή η παραμόρφωση συμβαίνει εφαρμόζοντας μηχανική πίεση και είναι ελαστική , οι πιεζοηλεκτρικοί κρύσταλλοι χρησιμοποιούνται επίσης , εκτός από τη μέτρηση παραμορφώσεων , και για τη μέτρηση των εφαρμοζόμενων δυνάμεων και πιέσεων .

Για τη μέτρηση της παραμόρφωσης του πιεζοηλεκτρικού κρυστάλλου μπορεί να μετρηθεί είτε το ηλεκτρικό φορτίο που αναπτύσσεται , είτε η τάση που προκύπτει λόγω αυτού του φορτίου . Οι πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε διάφορες εφαρμογές , όπως στον τομέα της ιατρικής , της αεροδιαστημικής , των πυρηνικών οργάνων , σε ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης , σε κινητά τηλέφωνα αλλά και στην αυτοκινητοβιομηχανία .

Παρά το γεγονός ότι οι πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες είναι ηλεκτρομηχανικά συστήματα που αντιδρούν στη συμπίεση , τα επιμέρους στοιχεία του αισθητήρα δείχνουν σχεδόν μηδενική παραμόρφωση . Αυτό δίνει στους

πιεζοηλεκτρικούς αισθητήρες αντοχή , εξαιρετικά υψηλή φυσική συχνότητα και εξαιρετική γραμμικότητα σε μεγάλο εύρος απόστασης .

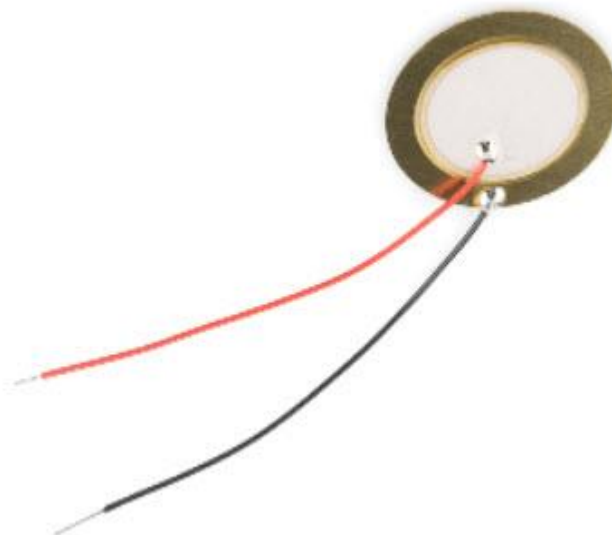


Εικόνα 31 ΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ

Επίσης οι αισθητήρες της συγκεκριμένης κατηγορίας δεν είναι ευαίσθητοι στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και την ακτινοβολία , επιτρέποντας τις μετρήσεις σε δύσκολες συνθήκες . Ορισμένα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι εξαιρετικά σταθερά σε υψηλές θερμοκρασίες , επιτρέποντας στους αισθητήρες να έχουν εύρος λειτουργίας μέχρι και χιλίων (1000) βαθμών Κελσίου .

Ένα μειονέκτημα των πιεζοηλεκτρικών αισθητήρων είναι ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πραγματικά στατικές μετρήσεις . Μία στατική δύναμη έχει ως αποτέλεσμα μία σταθερή ποσότητα φορτίου στο πιεζοηλεκτρικό υλικό . Τα ατελή

μονωτικά υλικά και η μείωση της εσωτερικής αντοχής του αισθητήρα προκαλούν μία σταθερή απώλεια ηλεκτρονίων και αποδίδουν ένα μειωμένο σήμα .



Εικόνα 32 ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ

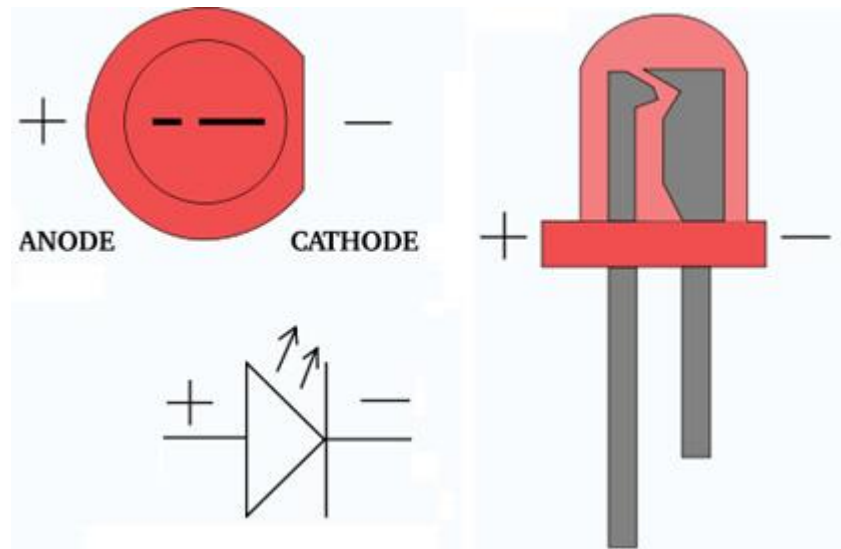
3.11 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Στη γενική τους μορφή οι οπτικοί αισθητήρες μετατόπισης , αποτελούνται από μία πηγή φωτεινής ακτινοβολίας και έναν ανιχνευτή φωτεινής ακτινοβολίας . Η απόσταση και η θέση ενός αντικειμένου που βρίσκεται μπροστά στον αισθητήρα , μπορεί να μετρηθεί μέσω της μέτρησης της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας που επιστρέφει μετά την εκπομπή της , εξ ανακλάσεως πάνω στην επιφάνεια του αντικειμένου . Το φως μεταδίδεται από τη φωτεινή πηγή και προσπίπτει πάνω στο

αντικείμενο του οποίου η απόσταση από τον αισθητήρα πρόκειται να μετρηθεί . Ανάλογα με τις φωτοανακλαστικές ιδιότητες του αντικειμένου , ποσοστό της προσπίπτουσας φωτεινής ακτινοβολίας ανακλάται από την επιφάνεια του αντικειμένου και επιστρέφει στην αντίθετη διεύθυνση από αυτή της πρόσπτωσης . Η ανακλώμενη φωτεινή ακτινοβολία επιστρέφει στον ανιχνευτή φωτεινής ακτινοβολίας . Το ποσοστό της φωτεινής ακτινοβολίας που ανακλάται από την επιφάνεια του αντικειμένου είναι συνάρτηση και της απόστασης του αισθητήρα από το αντικείμενο . Τα δομικά στοιχεία ενός οπτικού αισθητήρα είναι :

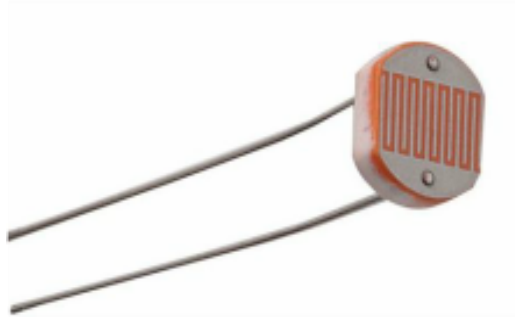
- Ο πομπός (πηγή φωτεινής ακτινοβολίας)
- Ο δέκτης (ανιχνευτής φωτεινής ακτινοβολίας)
- Οι οπτικές ίνες .

Γενικά , ως πηγές φωτεινής ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται φωτοδιόδοι . Η συχνότητα της φωτεινής ακτινοβολίας ποικίλει αλλά κατά κανόνα αποφεύγεται η χρήση συχνοτήτων στο ορατό φάσμα . Αυτό γίνεται ώστε να αποφεύγονται επηρεασμοί από τη φωτεινή ακτινοβολία που εκπέμπει η πηγή φωτεινής ακτινοβολίας προς το περιβάλλον και αντίστοιχα ώστε να μην επηρεάζεται η λειτουργία του αισθητήρα από τυχούσες άλλες πηγές φωτεινής ακτινοβολίας στο περιβάλλον . Η επικρατέστερη επιλογή είναι οι φωτεινές πηγές ισόρυθμης ακτινοβολίας .



Εικόνα 33 ΦΩΤΟΔΙΟΔΟΣ

Οι ανιχνευτές φωτεινής ακτινοβολίας, είναι ειδικοί αισθητήρες οι οποίοι αντιλαμβάνονται την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας πάνω στην επιφάνειά τους και μετατρέπουν, παθητικά, τη φωτεινή ενέργεια σε μεταβολή της κατάστασης τους. Τέτοιοι ανιχνευτές είναι οι φωτοαντιστάσεις, οι φωτοδιόδοι και τα φωτοτρανζίστορ. Οι φωτοαντιστάσεις, μεταβάλλουν την τιμή της αντίστασης τους ανάλογα με την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας επάνω στην επιφάνειά τους. Σημαντικός παράγοντας της Τάσης εξόδου των ανιχνευτών φωτεινής ακτινοβολίας αποτελεί η γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας. Χρησιμοποιώντας κατάλληλες διατάξεις μπορούμε να μετατρέψουμε τη μεταβολή της αντίστασης σε ηλεκτρικό σήμα το οποίο θα είναι ανάλογο της έντασης της ακτινοβολίας. Στις φωτοδιόδους, η προσπίπτουσα ακτινοβολία προκαλεί τη διέγερση των ηλεκτρονίων και την παραγωγή ενός μικρού ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο είναι ανάλογο της έντασης της ακτινοβολίας. Με παρόμοιο τρόπο λειτουργεί και το φωτοτρανζίστορ, όπου η ένταση της ακτινοβολίας προκαλεί διέγερση και παραγωγή ενός μικρού ρεύματος προς το συλλέκτη. Ανάλογα με το περιβάλλον της εφαρμογής και των απαιτήσεων χρησιμοποιείται και ο κατάλληλος ανιχνευτής. Όταν η θερμοκρασία στο περιβάλλον της εφαρμογής είναι επιτρεπτή και δεν παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές μπορούν να χρησιμοποιηθούν φωτοαντιστάσεις. Σε εφαρμογές που απαιτείται ανίχνευση συγκεκριμένου φάσματος φωτεινής ακτινοβολίας συνήθως χρησιμοποιούνται φωτοδιόδοι ή φωτοτρανζίστορ.



Εικόνα 34 ΦΩΤΟΑΝΤΙΣΤΑΣΗ



Εικόνα 35 ΦΩΤΟΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ

Ένα είδος οπτικών αισθητηρίων μετατόπισης είναι οι οπτικοί αυξητικοί κωδικοποιητές (optical incremental encoders) . Στη συνέχεια , θα εξεταστούν πιο συγκεκριμένα , οι γραμμικοί οπτικοί αυξητικοί κωδικοποιητές (linear optical incremental encoders) .

Οι οπτικοί αυξητικοί κωδικοποιητές είναι αισθητήρες γραμμικής / γωνιακής θέσης οι οποίοι χρησιμοποιούν το φως και την οπτική για την ανίχνευση της κίνησης . Επειδή οι οπτικοί κωδικοποιητές μπορούν να παράσχουν πληροφορίες θέσης σε υψηλές ταχύτητες , συνήθως βρίσκονται σε συστήματα ανάδρασης θέσης και ταχύτητας . Για παράδειγμα , οι οπτικοί κωδικοποιητές βρίσκονται συχνά σε συστήματα ελέγχου κίνησης , εργαλειομηχανές , εκτυπωτές , εξοπλισμό χειρισμού υλικών και μηχανές κλωστοϋφαντουργίας .

Οι γραμμικοί οπτικοί αυξητικοί κωδικοποιητές ανιχνεύουν γραμμική κίνηση . Οι γραμμικοί κωδικοποιητές διαθέτουν μία σταθερή κλίμακα η οποία είναι σημειωμένη σε ίσα διαστήματα . Η κλίμακα ενός γραμμικού κωδικοποιητή μπορεί να κατασκευαστεί από γυαλί , μέταλλο ή ταινία (μεταλλική , πλαστική κ.τ.λ.) . Τα σημάδια στην κλίμακα διαβάζονται με ένα συγκρότημα κινούμενης κεφαλής που περιέχει την πηγή φωτός και τους ανιχνευτές φωτεινής ακτινοβολίας . Η ανάλυση ενός γραμμικού κωδικοποιητή καθορίζεται σε μονάδες απόστασης και υπαγορεύεται από την απόσταση μεταξύ των σημάνσεων . Οι γραμμικοί οπτικοί αυξητικοί κωδικοποιητές διατίθενται σε μήκη από μερικά εκατοστά έως εκατοντάδες μέτρα αλλά και σε ελάχιστα μήκη όπως είναι ελάχιστα μικρόμετρα .

Από την ποικιλία των διαθέσιμων αισθητήρων κίνησης , οι κωδικοποιητές παρέχουν την καλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα σε λογική τιμή και είναι εύκολα διαθέσιμοι από πολλούς κατασκευαστές .

Ο οπτικός κωδικοποιητής λέιζερ είναι ένας άλλος τύπος αισθητήρα κίνησης . Παρόλο που αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούν εσωτερικά διαφορετική προσέγγιση μέτρησης , προσφέρουν την ίδια λειτουργικότητα με τους τυπικούς κωδικοποιητές . Οι οπτικοί κωδικοποιητές λέιζερ παρέχουν επίσης σημαντικά υψηλότερες αναλύσεις σε υψηλότερη τιμή .



Εικόνα 36 ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΟΠΤΙΚΟΣ ΑΥΧΗΤΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΗΣ

3.12 ΩΡΟΛΟΓΙΑΚΟ ΜΙΚΡΟΜΕΤΡΟ

Τα ωρολογιακά μικρόμετρα χρησιμοποιούνται πολύ σε ένα μεγάλο φάσμα εφαρμογών με σκοπό τη μέτρηση μετατοπίσεων . Το σώμα του ωρολογιακού μικρομέτρου είναι σταθερό ως προς το αντικείμενο , του οποίου η μετατόπιση πρέπει να μετρηθεί . Ένα έμβολο που συνδέεται με ένα ελατήριο και είναι ενωμένο με μία βελόνα ακουμπά στο αντικείμενο . Η βελόνα μπορεί να έχει διάφορα σχήματα , όπως σφαιρική ή κυλινδρική . Η μετατόπιση ενισχύεται με τη βοήθεια γραναζιών και εμφανίζεται σε μία ωρολογιακή κλίμακα . Η κλίμακα αυτή μπορεί να περιστρέφεται , ώστε να λάβουμε ένα επιθυμητό σημείο αναφοράς . Το έμβολο απλά καταγράφει τη μετατόπιση κάποιου αντικειμένου σε ένα επίπεδο .

Για να βελτιωθεί η ακρίβεια της ένδειξης υπάρχουν συνήθως δύο περιστροφικοί επιλογείς . Ο μεγάλος επιλογέας εμφανίζει τη μετατόπιση σε μικρά βήματα (συνήθως 0,01 mm) , ενώ ο μικρότερος επιλογέας εμφανίζει την ίδια μετατόπιση σε μεγαλύτερη μονάδα ((συνήθως 1 mm) . Συχνά χρησιμοποιείται ένας ψηφιακός ενδείκτης για την απεικόνιση , αντί για τους περιστροφικούς επιλογείς , σε μερικά είδη ωρολογιακών μικρομέτρων .



Εικόνα 37 ΩΡΟΛΟΓΙΑΚΟ ΜΙΚΡΟΜΕΤΡΟ

Τα ωρολογιακά μικρόμετρα είναι γρήγορα και εύκολα στη χρήση τους , καθώς και αρκετά ακριβή . Χρησιμοποιούνται ευρέως για τη μέτρηση της μετατόπισης στον κατασκευαστικό τομέα και γενικά στη βιομηχανία κατασκευών . Τυπικές εφαρμογές τους είναι ο έλεγχος των διαστάσεων των αντικειμένων κατά τη φάση του ποιοτικού ελέγχου , η ακριβής ρύθμιση των μηχανήματων και ο έλεγχος φθοράς μεταλλικών μερών .

Τα ωρολογιακά μικρόμετρα πρέπει να διαβάζονται τοπικά και δεν μπορούν εύκολα να μετρούν μετατοπίσεις σε διάφορες διευθύνσεις . Η μετατόπιση που μετρούν πρέπει να είναι προσπελάσιμη από το έμβολο και ικανή να αντισταθεί στη δύναμη επαναφοράς του ελατηρίου , που ασκείται στο έμβολο (αν και συνήθως αυτή είναι μικρή) . Επομένως τα αντικείμενα τα οποία είναι ευαίσθητα , στο εσωτερικό άλλων , ή αποκρύπτονται από άλλα δεν μπορούν να μετρηθούν ικανοποιητικά με τα ωρολογιακά μικρόμετρα .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αισθητήρες μέτρησης και ελέγχου , Συγγραφέας : Καλοβρέκτης Κωνσταντίνος , Εκδόσεις Τζιόλας
2. Αισθητήρες μέτρησης και ελέγχου , Συγγραφέας : Elgar Peter , Εκδόσεις Τζιόλας
3. Ηλεκτρικές μετρήσεις και αισθητήρες , αρχές λειτουργίας και σχεδιασμός των ηλεκτρονικών συστημάτων μέτρησης , Συγγραφέας : Καλαϊτζάκης Κώστας , Εκδόσεις Κλειδάριθμος
4. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82>
5. <https://en.wikipedia.org/wiki/Sensor>
6. <https://en.wikipedia.org/wiki/Actuator>
7. https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_actuator
8. <http://sensorwiki.org/doku.php/sensors/introduction>
9. <http://old-2017.metal.ntua.gr/uploads/4701/1180/chap7.pdf>
10. https://en.wikipedia.org/wiki/Capacitive_displacement_sensor
11. <http://www.machinedesign.com/linear-motion/moment-positioning>
12. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82_Hall
13. <http://www.sensorland.com/HowPage024.html>
14. <http://www.euclidres.com/motionSensors/motionSensors.html#encoder>

