

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

- ✚ Πίεση ονομάζουμε την δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας που ασκεί ο περιβάλλον χώρος σε μία επιφάνεια. Πίεση και μηχανική τάση έχουν τον ίδιο ορισμό και την ίδια φυσική σημασία.
- ✚ Μονάδα πίεσης είναι το N/m^2 , που ονομάζεται Pascal (Pa), το οποίο όμως είναι πολύ μικρό σαν μονάδα. Για παράδειγμα, η πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας (1 atm ή 1 bar ή 760 mm Hg) αντιστοιχεί σε 98100 Pa. Άλλες μονάδες είναι το Torr, με 1 Torr να αντιστοιχεί σε 1 mm Hg και το psi, με 1 psi να αντιστοιχεί σε 6890 Pa.
- ✚ Όλοι οι αισθητήρες πίεσης που χρησιμοποιούνται, μετρούν μία πίεση σε σχέση με μία πίεση αναφοράς. Στο πλαίσιο αυτό υπάρχουν οι παρακάτω αισθητήρες πίεσης:

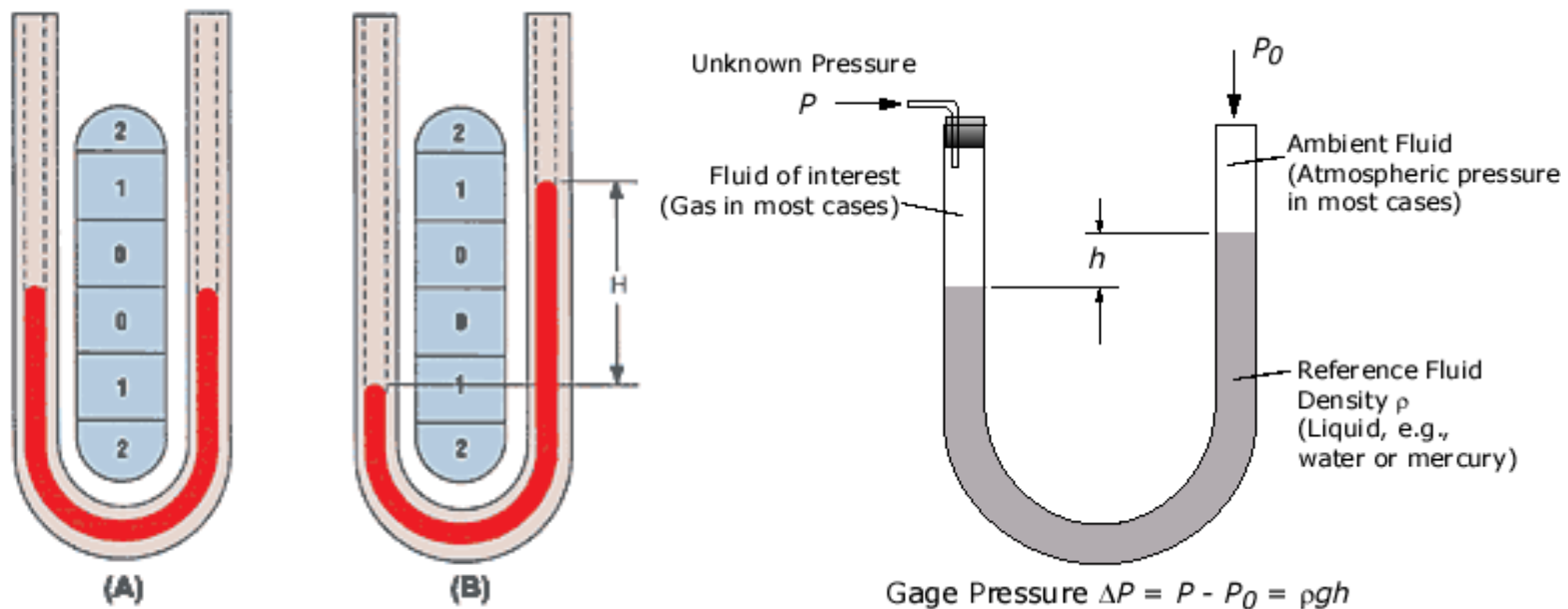
- ✚ Σχετικής πίεσης ως προς την ατμοσφαιρική
- ✚ Σχετικής πίεσης ως προς άλλη πίεση αναφοράς
- ✚ Απόλυτης πίεσης (ως προς το κενό)
- ✚ Διαφορικής πίεσης (διαφορά δύο άγνωστων πιέσεων)

✚ Ανάλογα με την αρχή λειτουργίας, υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρα πίεσης.

■ Σύγκριση δύναμης

■ Ελαστική παραμόρφωση

✚ Ο πρώτος τύπος αφορά τα γνωστά μας μανόμετρα, στα οποία η μέτρηση της πίεσης πραγματοποιείται μέσω σύγκρισης με την πίεση που δημιουργεί μία στήλη υγρού, συνήθως Hg. Τα μανόμετρα μπορούν να έχουν σχήμα U ή σωλήνα υπό κλίση.



✚ Αν τα μανόμετρα είναι στο ένα άκρο ανοικτά, τότε μετράνε σχετική πίεση ως προς την ατμοσφαιρική. Αν θέλουμε μέτρηση ως προς άλλη πίεση ή το κενό, τότε το ένα άκρο είναι κλειστό.

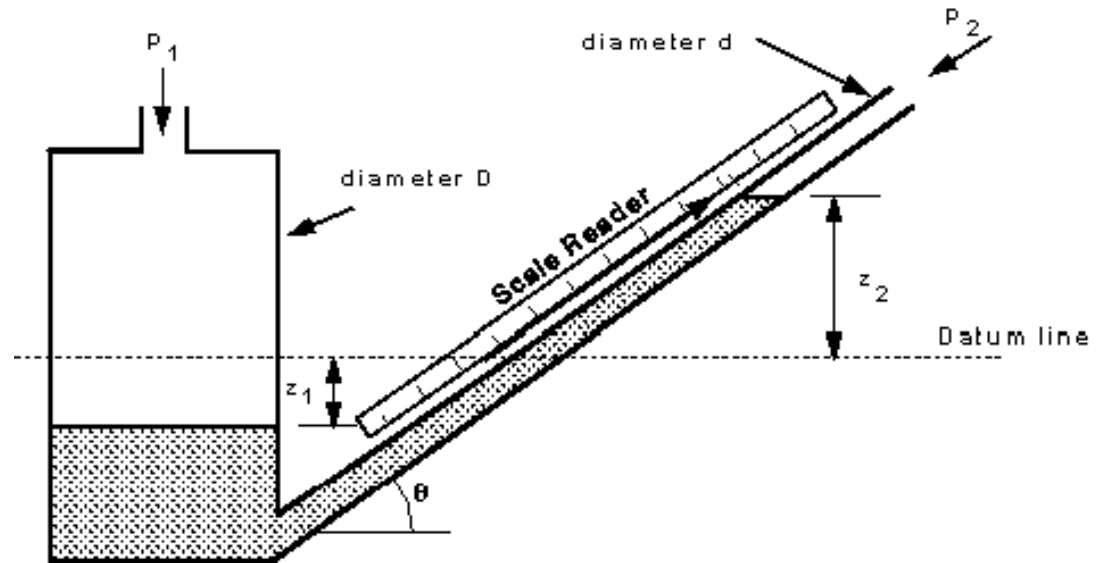
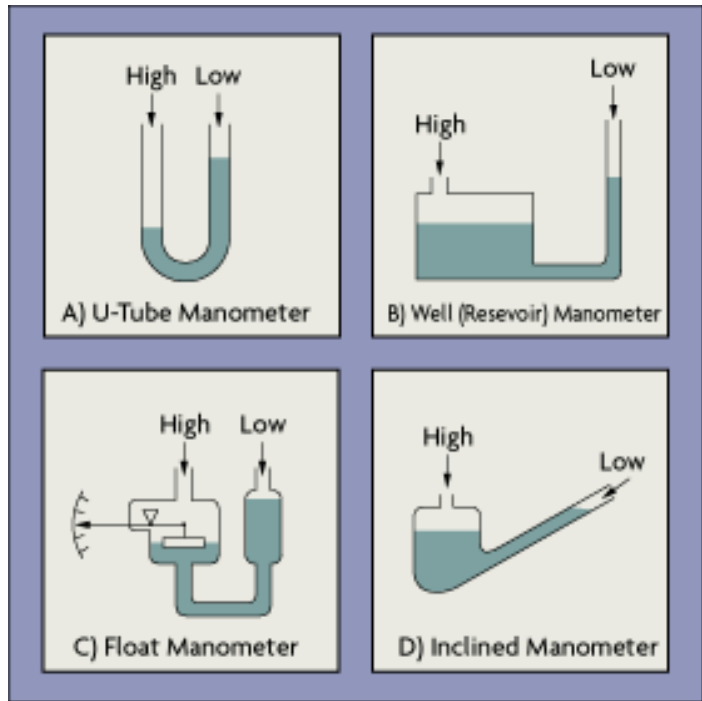
✚ Σε ένα μανόμετρο, η μέτρηση αφορά την διαφορά πίεσης μεταξύ της άγνωστης $P_{αγν}$ και της πίεσης αναφοράς $P_{ανα}$ και δίνεται από το ύψος της στήλης Δh του υγρού πυκνότητας ρ :

$$P_{μετρ} = P_{αγν} - P_{ανα} = \rho g \Delta h$$

με g την επιτάχυνση βαρύτητας (9.81 m/s^2)

✚ Προσοχή: αν η στάθμη αυξηθεί κατά L , η συνολική αλλαγή στο Δh είναι $2L$

✚ Η ακρίβεια του μανομέτρου εξαρτάται από την κλίμακα του και χρησιμοποιείται σε εργαστήρια, σπίτια, και βαθμονόμηση άλλων οργάνων. Δεν μπορεί να έχει ηλεκτρική έξοδο.

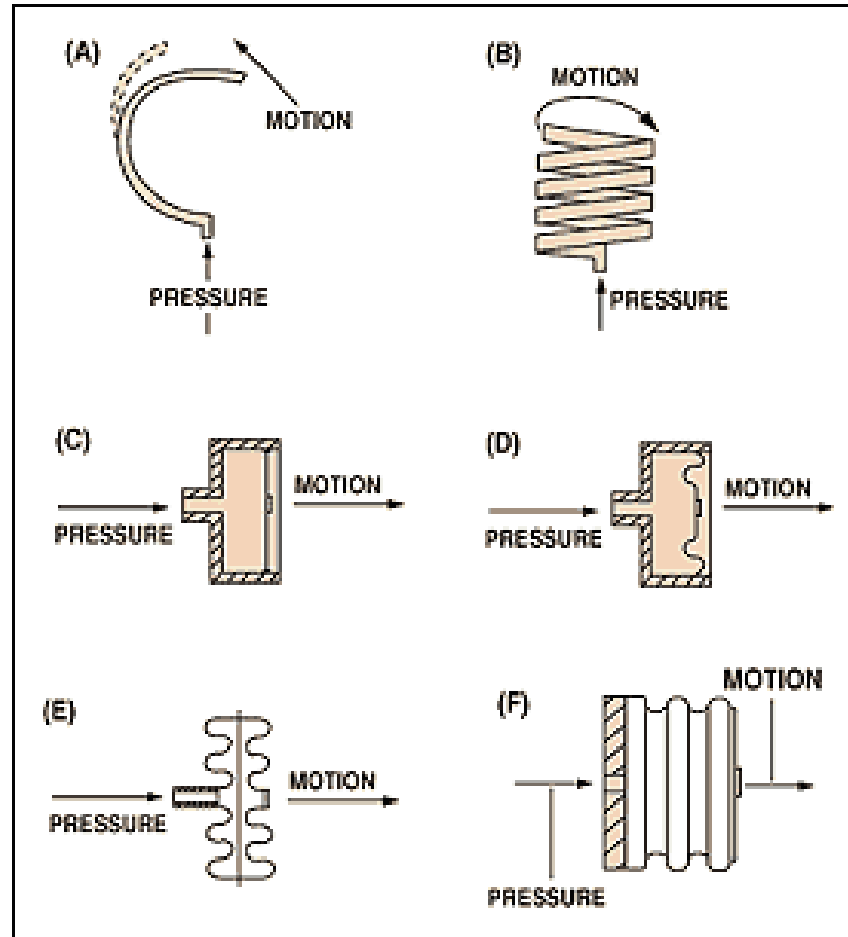


✚ Στο μανόμετρο με κεκλιμένο σωλήνα, θα ισχύει:

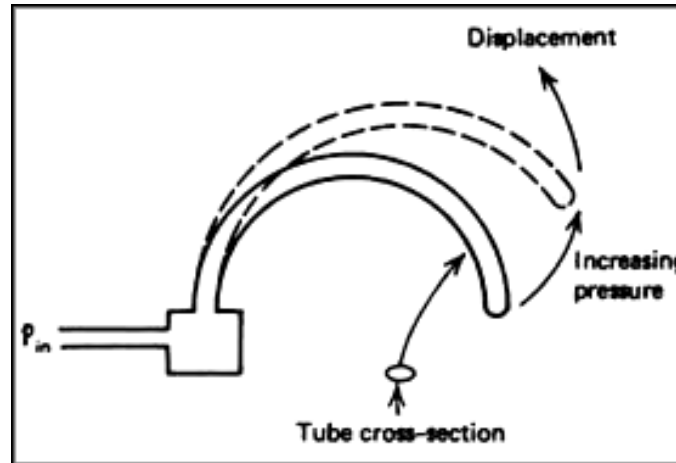
$$P_{\text{μετρ}} = P_{\text{αγν}} - P_{\text{ανα}} \approx \rho g d \sin \theta$$

όπου d είναι η μετακίνηση του υγρού στο σωλήνα. Έχουμε καλύτερη διακριτική ικανότητα.

✚ Υπάρχουν τρία είδη αισθητήρα πίεσης με ελαστική παραμόρφωση: ο σωλήνας Bourdon, ο αισθητήρας με διάφραγμα και ο αισθητήρας με φουσητήρα.

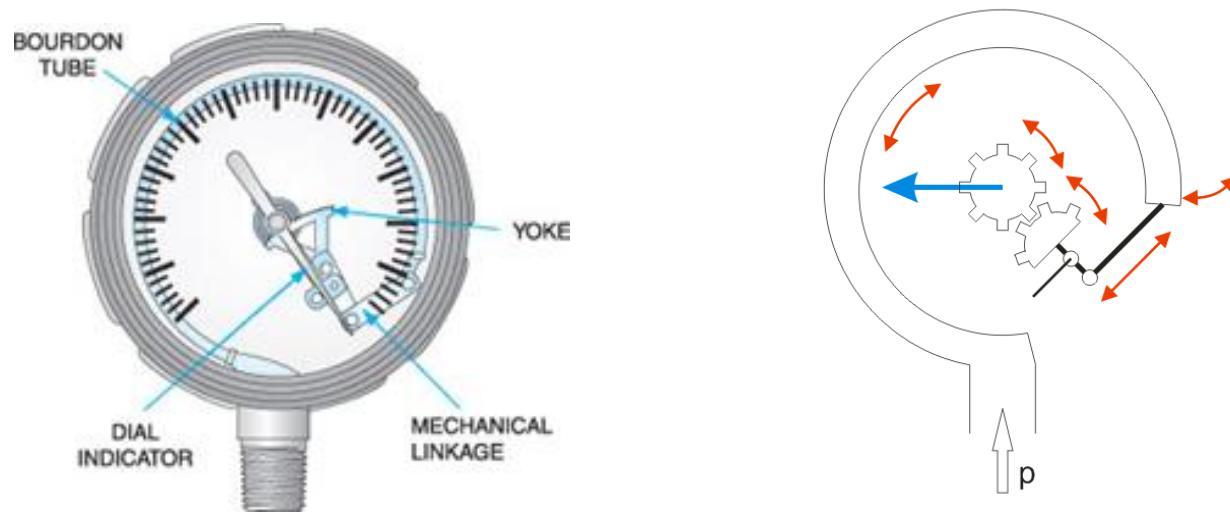


✚ Ο σωλήνας Bourdon μπορεί να έχει διάφορα σχήματα, όμως οι βασικές του μορφές είναι το C και η ελικοειδής.

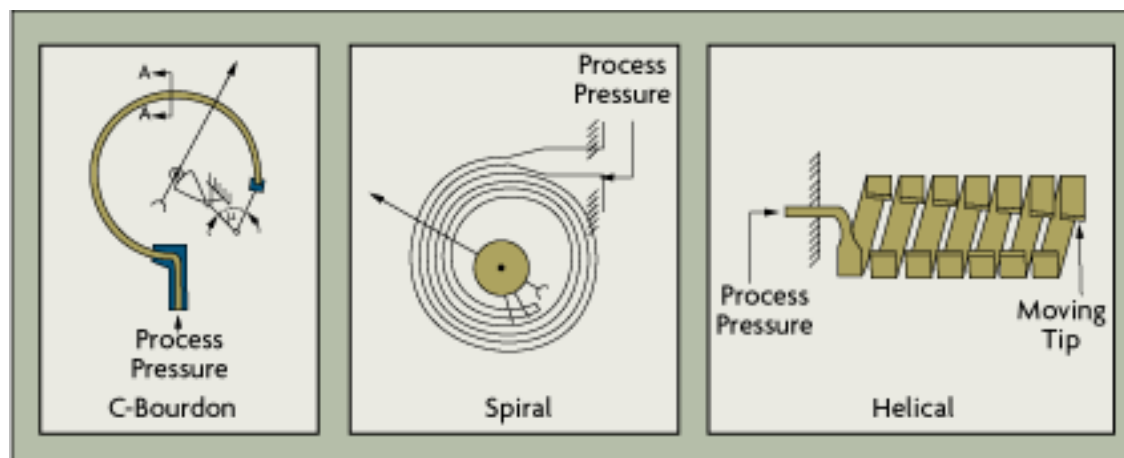


✚ Η διατομή του σωλήνα είναι ελλειπτική ή οβάλ. Το ένα άκρο του είναι κλειστό, ενώ το άλλο ανοικτό και υποδέχεται την υπό μέτρηση πίεση. Όλος ο σωλήνας είναι εξωτερικά στην πίεση αναφοράς.

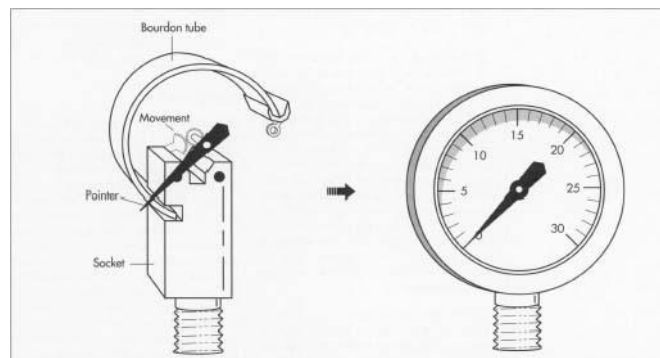
✚ Αν αυξηθεί η πίεση στην είσοδο του ανοικτού άκρου, ο σωλήνας θα αποκλίνει και θα τείνει να ευθυγραμμιστεί (για μεγάλες πιέσεις). Η κίνηση του άκρου είναι ανάλογη της πίεσης και μπορεί να μεταφερθεί με κατάλληλο μηχανισμό σε δείκτη που κινείται σε βαθμολογημένη κλίμακα.



✚ Σε άλλες εκδοχές μπορεί να έχει σχήμα σπιράλ ή έλικα. Στην περίπτωση αυτή, η διακριτική ικανότητα και η ευαισθησία είναι καλύτερη, όμως είναι μικρότερη και η κλίμακα.



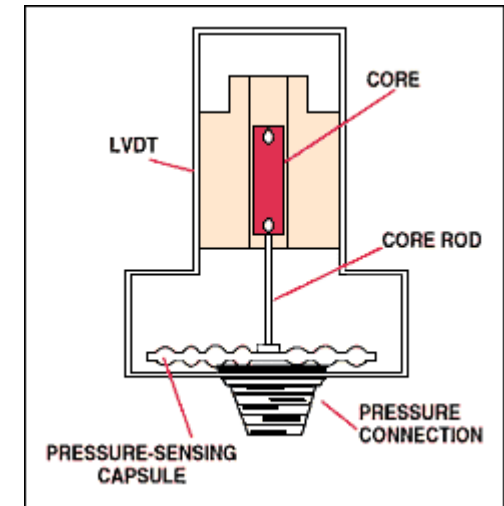
- ✚ Απαιτείται αντιστάθμιση για μετακινήσεις που οφείλονται από αλλαγές θερμοκρασίας.
- ✚ Οι σωλήνες Bourdon αποτελούν φτηνές λύσεις για αισθητήρες πίεσης, είναι κατάλληλοι και για υγρά και για αέρια και έχουν ευρύ φάσμα εφαρμογών.
- ✚ Οι σωλήνες τύπου C χρησιμοποιούνται για πιέσεις έως και 1000 bar, ενώ οι σπειροειδούς τύπου έως και 100 bar.
- ✚ Αν συνδυαστούν με αισθητήρα γραμμικής μετατόπισης (π.χ. γραμμικό μεταβλητό διαφορικό μετασχηματιστή) δίνουν την δυνατότητα ηλεκτρικής εξόδου.
- ✚ Χρησιμοποιούνται σε πνευματικά συστήματα, μηχανήματα, εργαλεία, ελαστικά αυτοκινήτων αλλά και για τον έλεγχο των σωληνώσεων σε εργοστάσια.



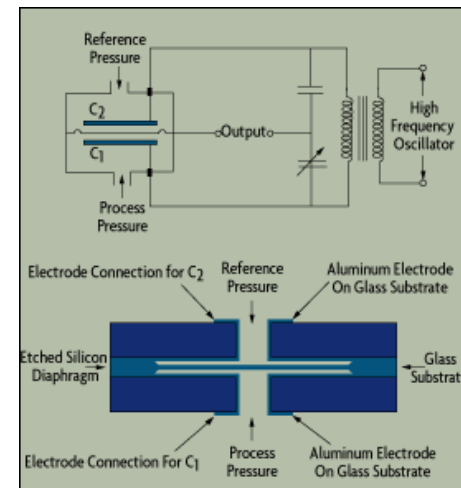
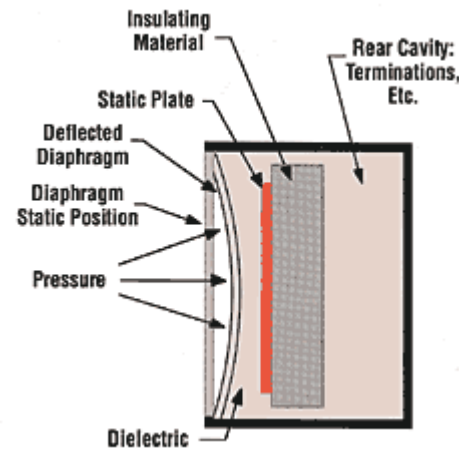
✚ Οι αισθητήρες πίεσης με διάφραγμα περιλαμβάνουν μία μεμβράνη από κατάλληλο υλικό (που καθορίζει την κλίμακα και την ακρίβεια) η οποία δέχεται από την μία πλευρά την άγνωστη πίεση και από την άλλη την πίεση αναφοράς.

✚ Η μεμβράνη παραμορφώνεται, με την παραμόρφωση να είναι ανάλογη της διαφοράς πίεσης. Άρα μπορούμε έτσι να προσδιορίσουμε μια άγνωστη πίεση. Μία γραμμική λειτουργία απαιτεί μικρή παραμόρφωση

✚ Η παραμόρφωση αυτή μπορεί να προσδιοριστεί με διάφορες προσεγγίσεις, οπότε και έχουμε αισθητήρες πίεσης με διάφραγμα χωρητικού, επαγωγικού ή πιεζοηλεκτρικού τύπου. Αντίστοιχα, ο αισθητήρας συνδυάζεται με αισθητήρα γραμμικής μετατόπισης (που παρακολουθεί την μετατόπιση του κέντρου του διαφράγματος) ή με πιεζοαντίσταση (που παρακολουθεί την τάση που ασκείται λόγω της παραμόρφωσης του διαφράγματος).

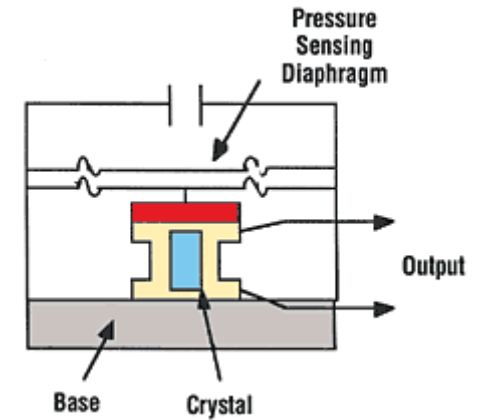


✚ Στους αισθητήρες πίεσης με διάφραγμα χωρητικού τύπου, η μετακίνηση του κέντρου του διαφράγματος λόγω πίεσης προκαλεί μεταβολή της χωρητικότητας ενός πυκνωτή (ή διαφορικού πυκνωτή). Έχουν την δυνατότητα μέτρησης πιέσεων από δέκατα του bar έως και 10000 bar, με άριστη ακρίβεια και καλή γραμμικότητα.

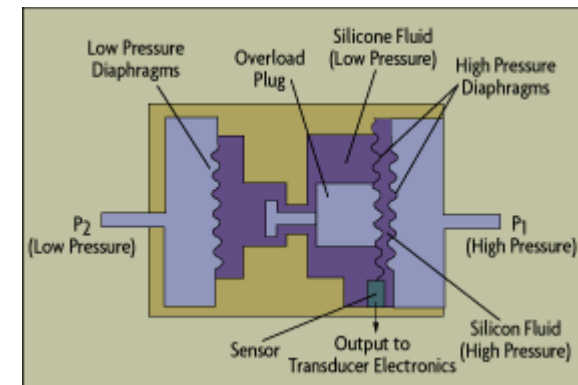


✚ Στους αισθητήρες πίεσης με διάφραγμα επαγωγικού τύπου, η παραμόρφωση του διαφράγματος προκαλεί μεταβολή της αυτεπαγωγής δύο πηνίων (το διάφραγμα βρίσκεται μεταξύ των δυο πηνίων). Έχουν την δυνατότητα μέτρησης πιέσεων έως και μερικές εκατοντάδες bar, με καλή ακρίβεια και γραμμικότητα.

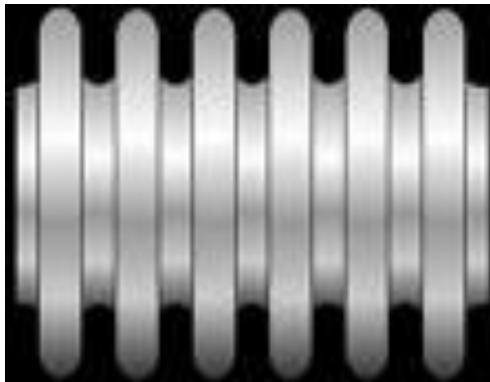
✚ Στους πιεζοηλεκτρικούς αισθητήρες πίεσης με διάφραγμα, η παραμόρφωση του διαφράγματος προκαλεί άσκηση πίεσης στον κρύσταλλο, οπότε αλλάζει η τάση στην έξοδο του. Έχουν πολύ καλή δυναμική απόκριση (δεκάδες kHz), μετρούν πιέσεις από 1 bar έως και μερικές χιλιάδες bar, με σχετικά καλή ακρίβεια και γραμμικότητα.



✚ Στους αισθητήρες πίεσης με διάφραγμα και πιεζοαντίσταση, η παραμόρφωση του διαφράγματος προκαλεί αλλαγή στην τιμή της αντίστασης λόγω πίεσης. Έχουν πολύ καλή δυναμική απόκριση (δεκάδες kHz), καλή ακρίβεια και ανάλογα με την σχεδίαση, μετρούν πιέσεις από δέκατα του bar έως και μερικές χιλιάδες bar.



✚ Αισθητήρας πίεσης με φουσητήρα. Η διάταξη μοιάζει με φουσερό και αποτελεί μία καλή λύση για μέτρηση διαφορικής πίεσης σε μικρές πιέσεις. Ανάλογα με την διαφορά πίεσης, ο φουσητήρας συστέλλεται ή διαστέλλεται, με την μετακίνηση να είναι ανάλογη της διαφοράς πίεσης. Γενικά ισχύει:



$$P_{\text{αγν}} = \frac{d}{A} \lambda$$

με A το εμβαδόν της διατομής του, λ την σταθερά του (αντίστοιχη αυτής ενός ελατηρίου) και d την μετακίνηση του

✚ Συνδυάζεται με αισθητήρα γραμμικής μετατόπισης όπως γραμμικό μεταβλητό διαφορικό μετασχηματιστή ή χωρητικού τύπου.

