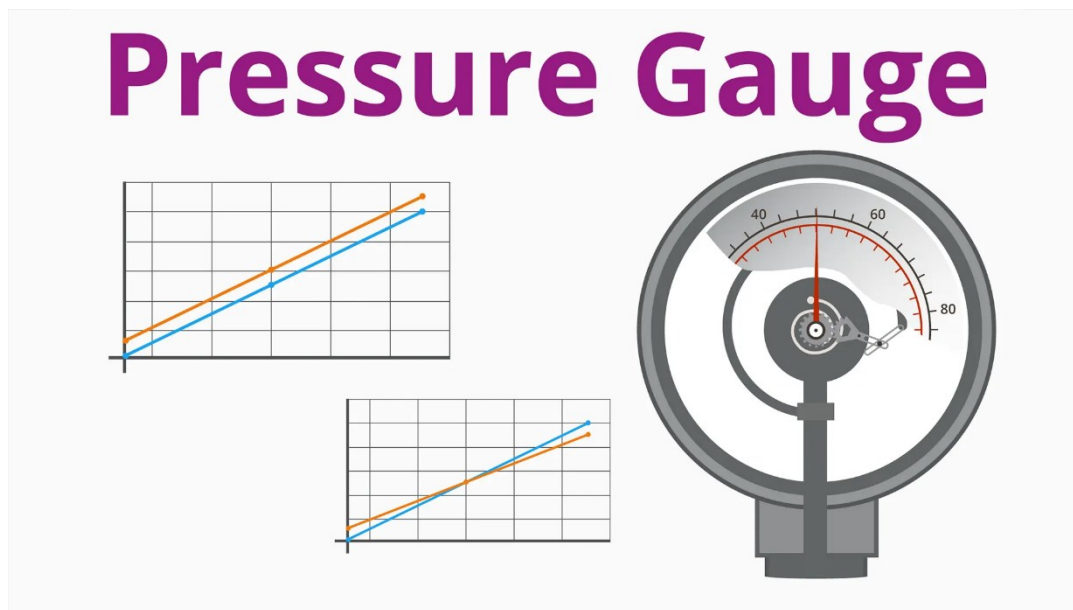


Τύποι Μανομέτρων



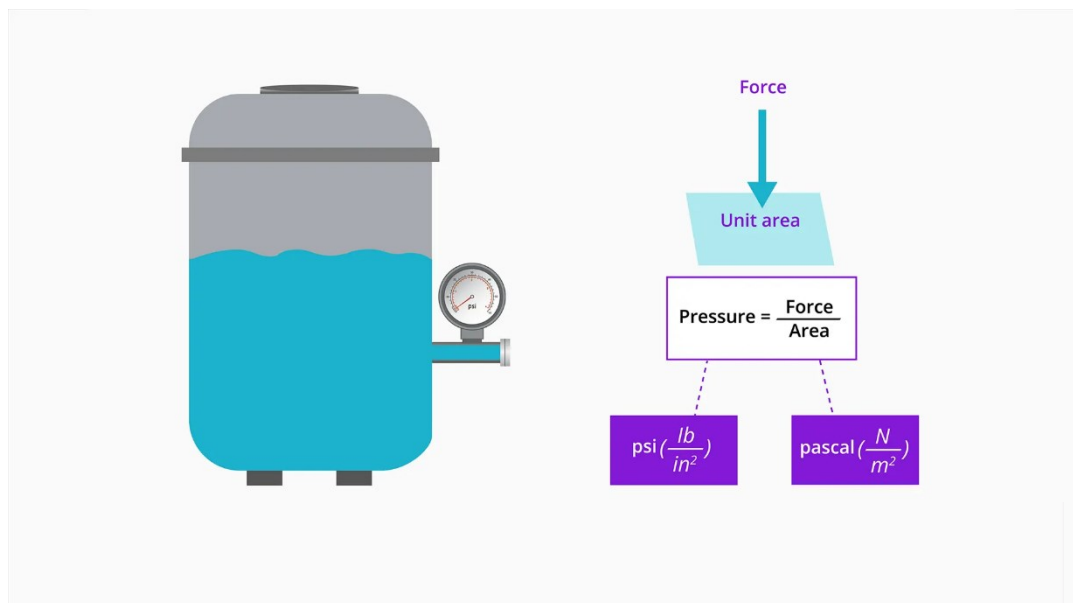
Σε αυτό το μάθημα, θα μιλήσουμε για ένα πολύ κοινό όργανο που βρίσκεται στη βιομηχανία σήμερα, το Μανόμετρο.

Θα ήταν δύσκολο να περπατήσετε σε οποιοδήποτε βιομηχανικό ή εργοστάσιο επεξεργασίας τροφίμων ή εγκατάσταση παραγωγής χωρίς να δείτε ένα μανόμετρο κάποιου τύπου.

Τι είναι ένα μανόμετρο;

Ένα μανόμετρο είναι ένα όργανο για τη μέτρηση της πίεσης ρευστού σε μια μηχανή που λειτουργεί με πίεση. Αυτή η πίεση ρευστού καθορίζεται από τη δύναμη που θα ασκούσε το ρευστό σε μια συγκεκριμένη μονάδα επιφάνειας.

Οι τυπικές μονάδες μέτρησης πίεσης είναι οι λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα (**psi**), ή τα newtons ανά τετραγωνικό μέτρο που ονομάζονται **pascal**.



Τύποι Μανομέτρων

Η κατηγοριοποίηση των μανομέτρων έχει γίνει πιο δύσκολη με την εισαγωγή ηλεκτρονικών μετατροπέων και συσκευών.

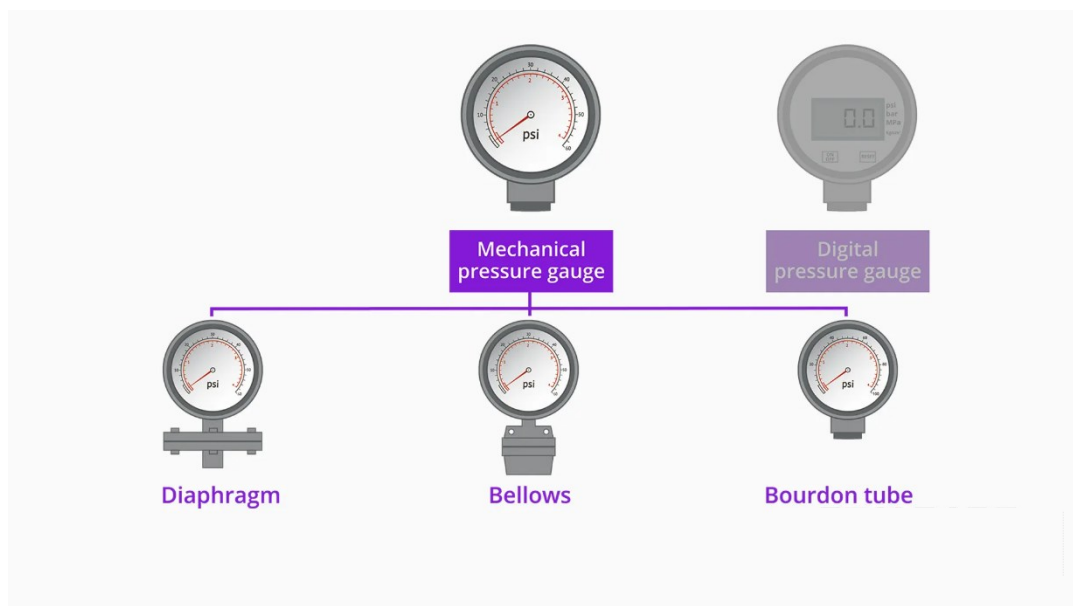
Ιστορικά, τα μανόμετρα ήταν μηχανικές συσκευές με **αναλογικές** κλίμακες. Σήμερα έχουμε μανόμετρα με μετατροπείς ανίχνευσης πίεσης που λειτουργούν με ηλεκτρονικές **ψηφιακές** αναγνώσεις.



Μηχανικά μανόμετρα

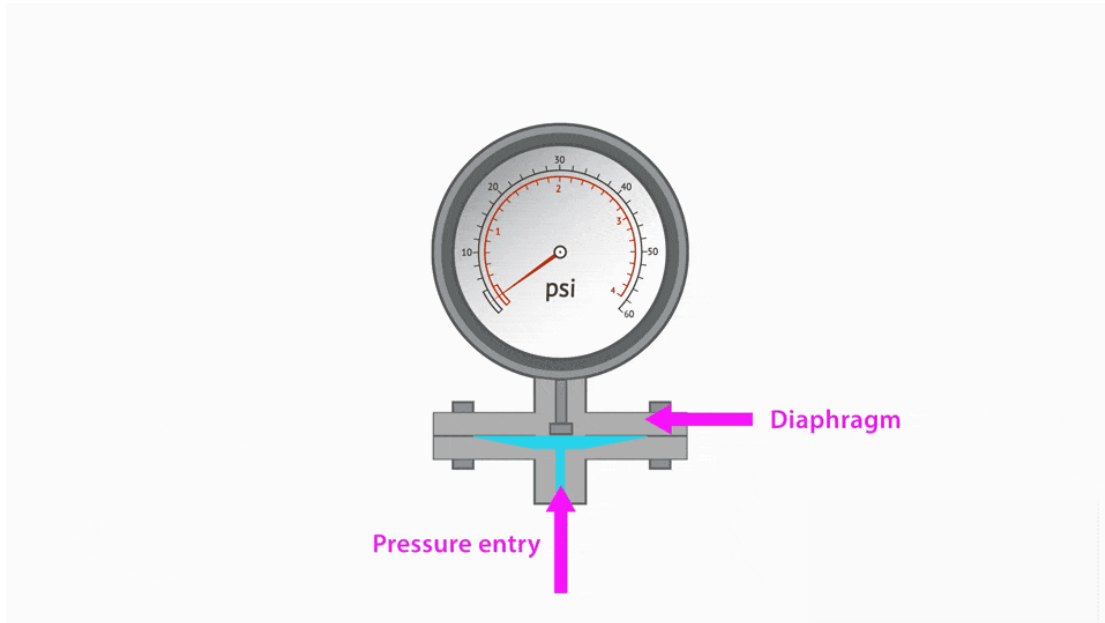
Υπάρχουν πολλοί τύποι **μηχανικών** μανομέτρων. Τρεις από τους πιο κοινούς τύπους είναι:

- 1) Διάφραγμα
- 2) Φυσούνα
- 3) Σωλήνας Bourdon



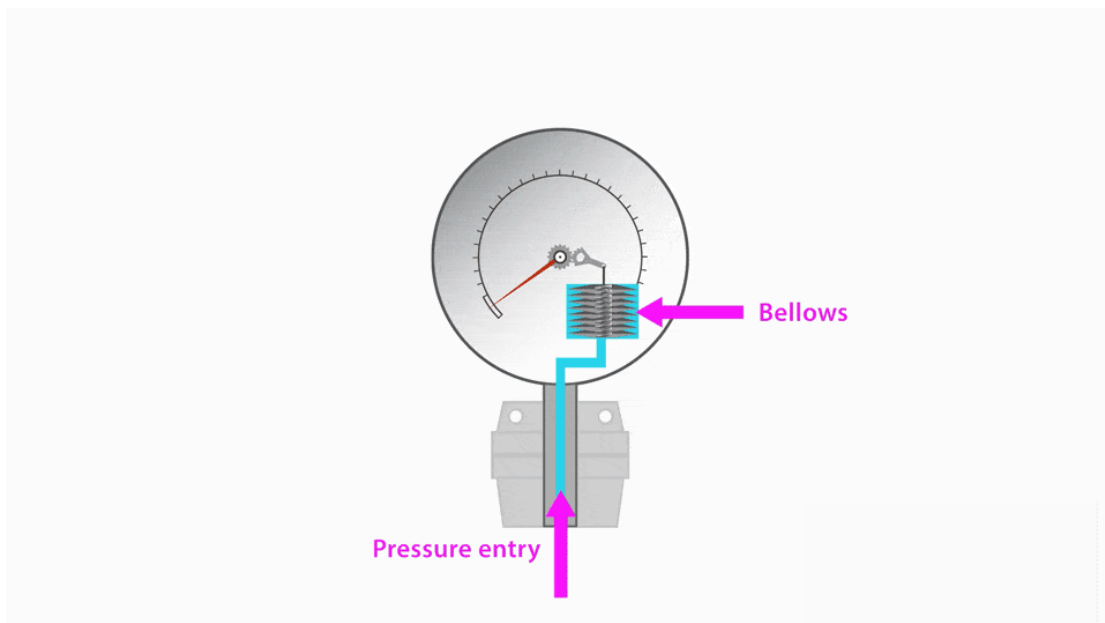
1) Διάφραγμα

Ένα μανόμετρο διαφράγματος χρησιμοποιεί την παραμόρφωση μιας εύκαμπτης λεπτής μεμβράνης που ονομάζεται **διαφράγμα** για να μετρήσει την πίεση του ρευστού σε ένα σύστημα.



2) Φυσούνα

Ένας φυσούνα είναι μια πτυχωτή εκτατή συσκευή που αποτελείται από κυματισμούς ή πτυχές που ονομάζονται **πτυχές**.



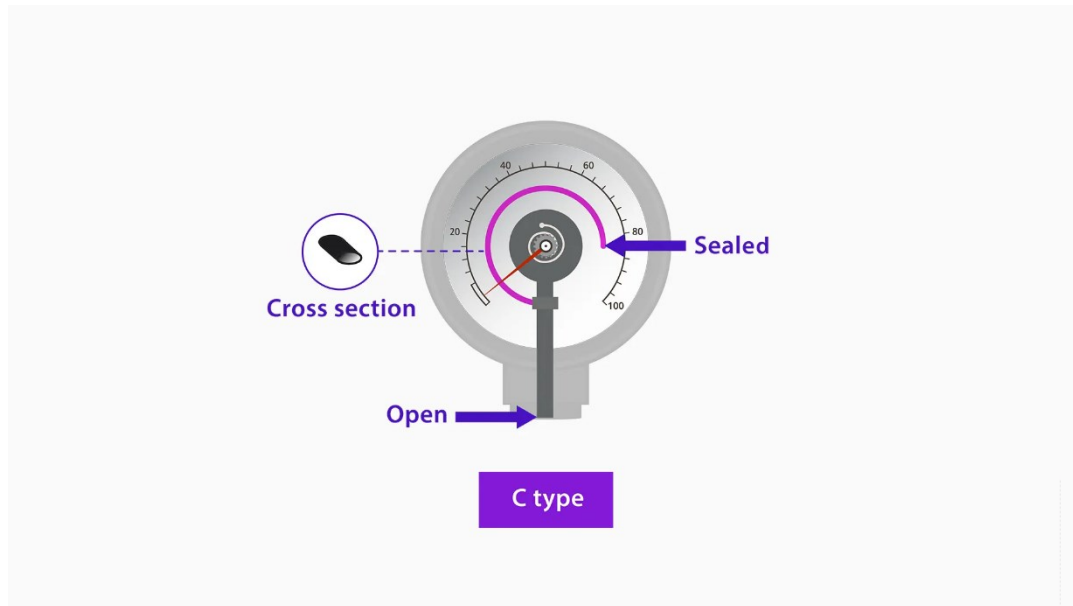
Οι φυσούνες είναι συνήθως από ορείχαλκο ή ανοξείδωτο χάλυβα και είναι πολύ ευαίσθητοι. Η πίεση παρέχεται στους φυσούνες προκαλώντας τους να επεκταθούν, γεγονός που με τη σειρά του κινεί τον δείκτη.

3) Σωλήνας Bourdon

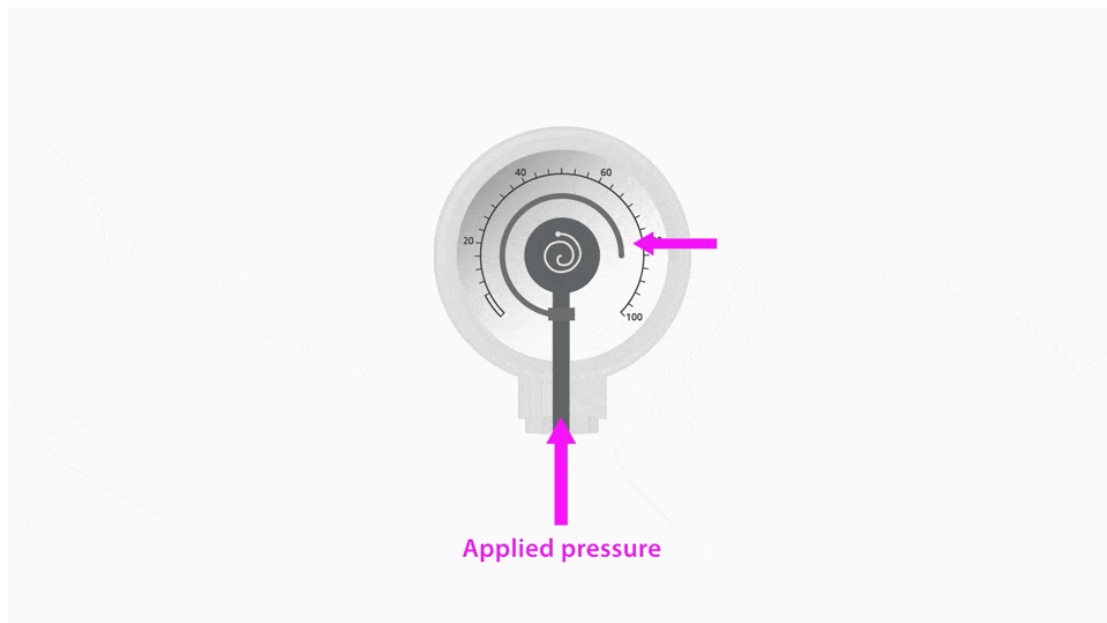
Από αυτά τα τρία μηχανικά μανόμετρα, το πιο κοινό είναι ο τύπος **σωλήνα Bourdon**. Έτσι, ας ρίξουμε μια πιο προσεκτική ματιά.

Σωλήνας Bourdon – τύπος C

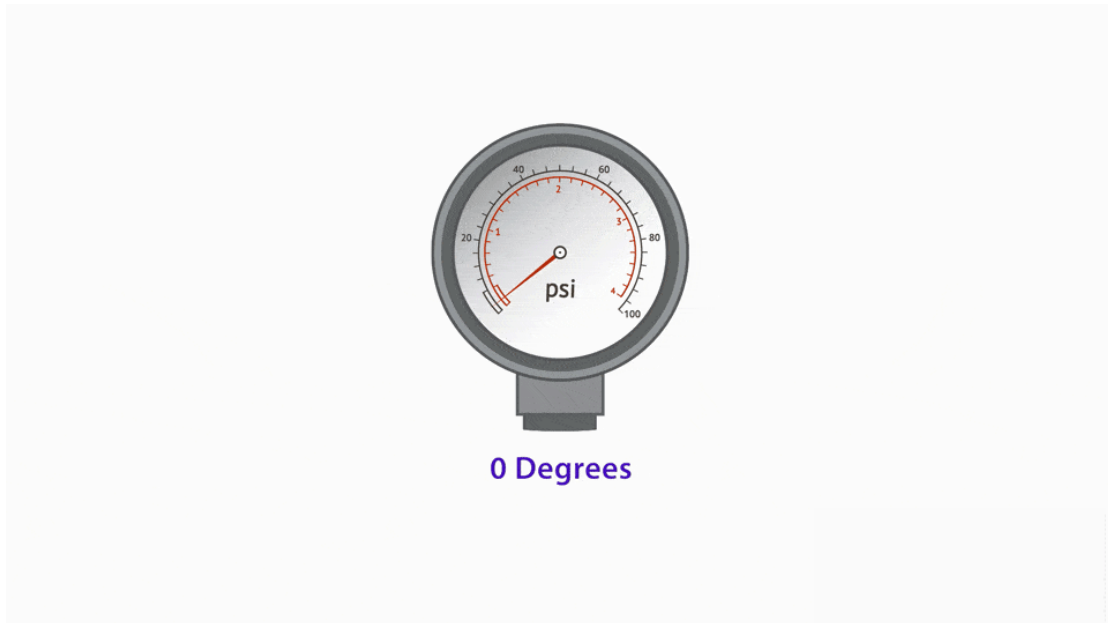
Ο πιο κοινός τύπος Μανομέτρου σωλήνα Bourdon είναι ο τύπος C, στον οποίο ο σωλήνας έχει σχήμα που μοιάζει με το γράμμα C. Παρατηρήστε το σχήμα της διατομής του σωλήνα. Ο σωλήνας είναι ανοιχτός από τη μία πλευρά και σφραγισμένος από την άλλη.



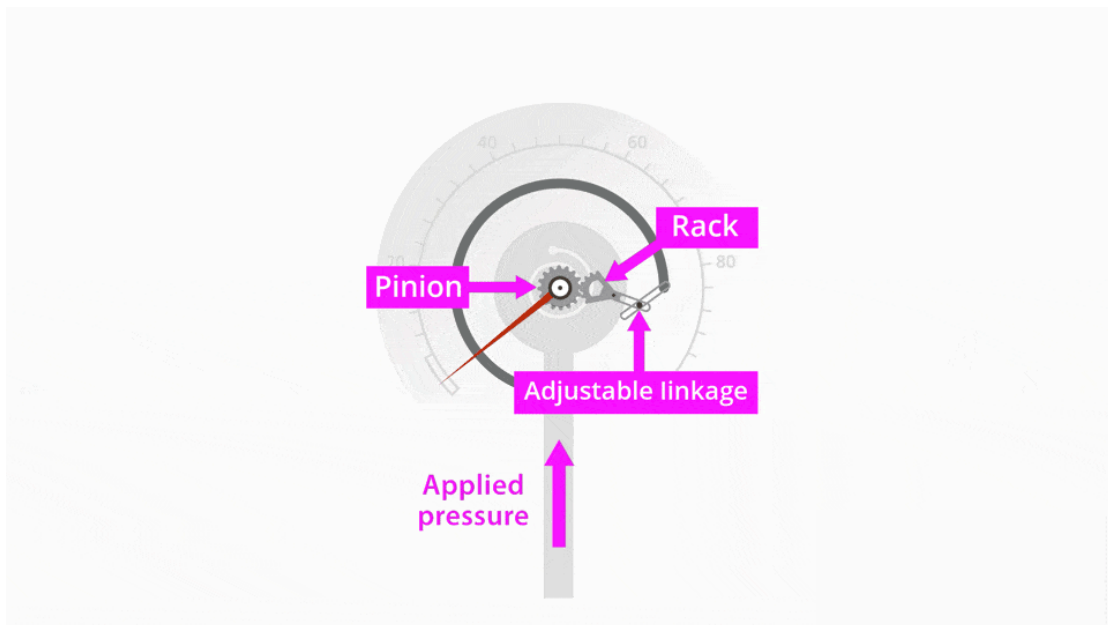
Μια αλλαγή στην πίεση προκαλεί μια παραμόρφωση στον σωλήνα που είναι ανάλογη με την εφαρμοσμένη πίεση.



Η πραγματική κίνηση του σωλήνα μετατρέπεται σε ένδειξη πίεσης σε μια βαθμονομημένη πρόσοψη. Η μέγιστη κίνηση του δείκτη είναι συνήθως **270 μοίρες**.



Βλέπουμε ότι ένα τυπικό μανόμετρο σωλήνα Bourdon έχει ένα **rack and pinion** που κινείται από έναν ρυθμιζόμενο σύνδεσμο και μοχλό. Καθώς ο σωλήνας τείνει να ευθυγραμμιστεί λόγω αύξησης της πίεσης, η σφραγισμένη άκρη θα κινηθεί.



Ένας **σύνδεσμος** που είναι προσαρτημένος στην άκρη του σωλήνα C μεταφέρει την κίνηση σε ένα τομεοειδές γρανάτζι. Το γρανάτζι τομέα εμπλέκεται με ένα πινιόν που περιστρέφει έναν άξονα που είναι συνδεδεμένος με έναν δείκτη. Η κίνηση του άξονα προκαλεί την κίνηση του δείκτη στη βαθμονομημένη κλίμακα.

Σφάλμα μηδενισμού και πολλαπλασιασμού

Όπως και με τα περισσότερα όργανα, απαιτούνται τακτικές ρυθμίσεις στα μανόμετρα σωλήνα Bourdon.

Τα δύο σφάλματα που απαιτούν ρυθμίσεις είναι:

- Σφάλμα Μηδενισμού
- Σφάλμα Πολλαπλασιασμού
- **Σφάλμα μηδενισμού** είναι το σφάλμα σταθερού μεγέθους και στην ίδια κατεύθυνση σε όλο το εύρος πίεσης ανεξάρτητα από την εισερχόμενη πίεση.
- **Σφάλμα πολλαπλασιασμού** είναι το σφάλμα όταν η συνολική κίνηση του μηχανισμού δεν ισούται με τη συνολική αλλαγή στην είσοδο.



Ας απεικονίσουμε με παραδείγματα. Έχουμε ένα μανόμετρο με μια βαθμονομημένη κλίμακα από 0 έως 100 psi. Θα εφαρμόσουμε πίεση και θα παρακολουθήσουμε τις ενδείξεις για να προσδιορίσουμε τι είδους σφάλμα υπάρχει.

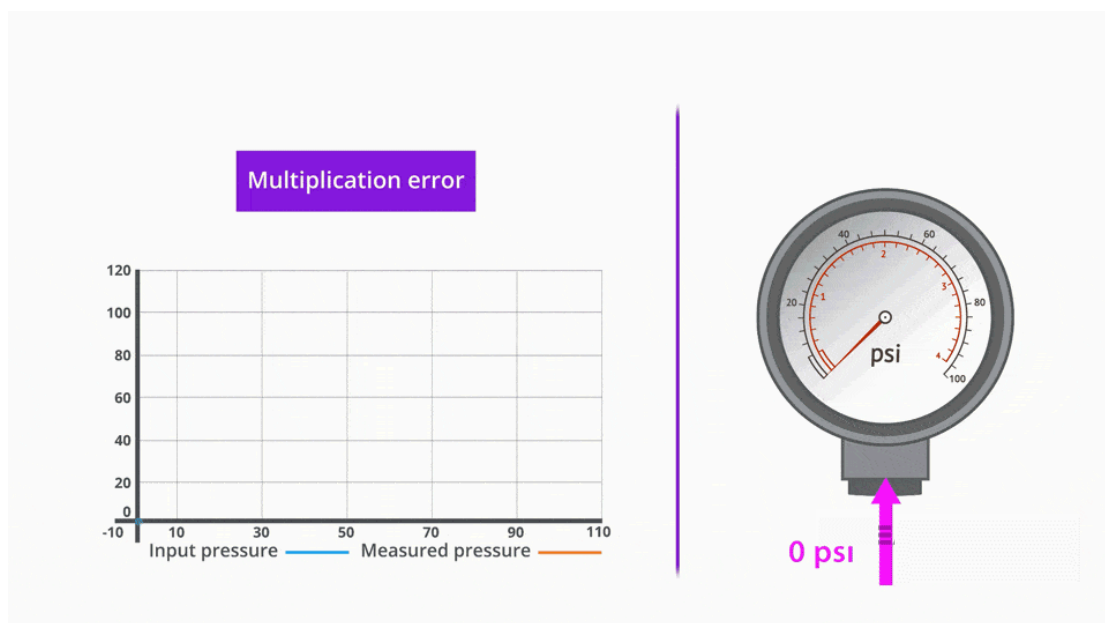
- 1) Με 0 psi, το μανόμετρο δείχνει 10 psi.
- 2) Με 50 psi, το μανόμετρο δείχνει 60 psi.
- 3) Με 100 psi, το μανόμετρο δείχνει 110 psi.



Αυτό το μανόμετρο έχει ένα **Σφάλμα Μηδενισμού** επειδή έχει σφάλμα 10 psi ανεξάρτητα από την πίεση εισόδου.

Θα εφαρμόσουμε πίεση και θα παρακολουθήσουμε τις ενδείξεις για να προσδιορίσουμε τι είδους σφάλμα υπάρχει.

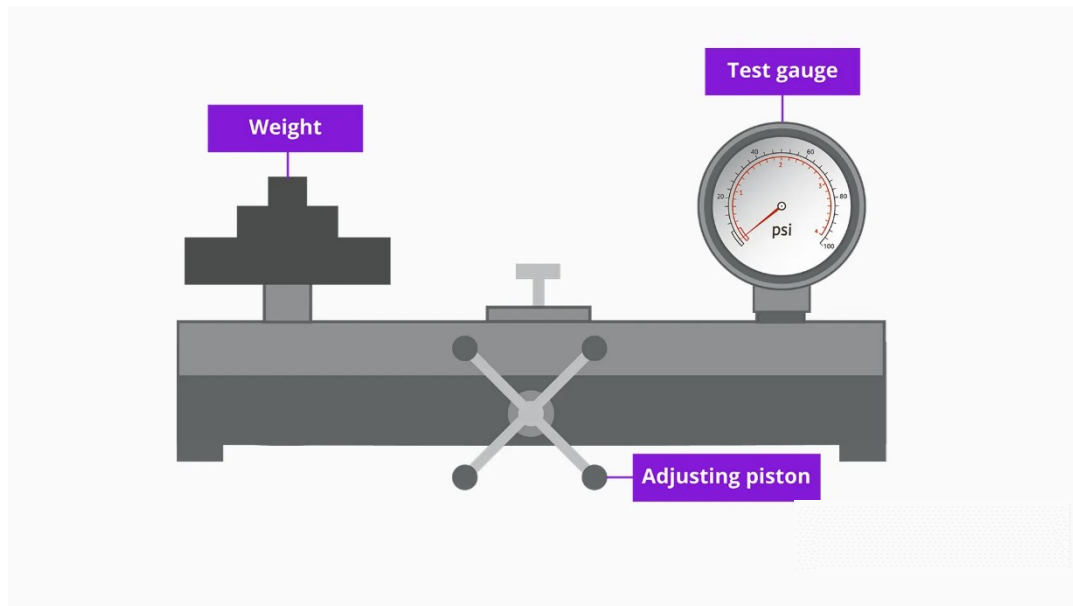
- 1) Με 0 psi, η ένδειξη του μετρητή δείχνει 10 psi.
- 2) Με 50 psi, η ένδειξη του μετρητή δείχνει 50 psi.
- 3) Με 100 psi, η ένδειξη του μετρητή δείχνει 90 psi.



Αυτό το μανόμετρο έχει ένα **Σφάλμα Πολλαπλασιασμού** επειδή η συνολική κίνηση του μηχανισμού δεν ισούται με τη συνολική αλλαγή στην πίεση εισόδου.

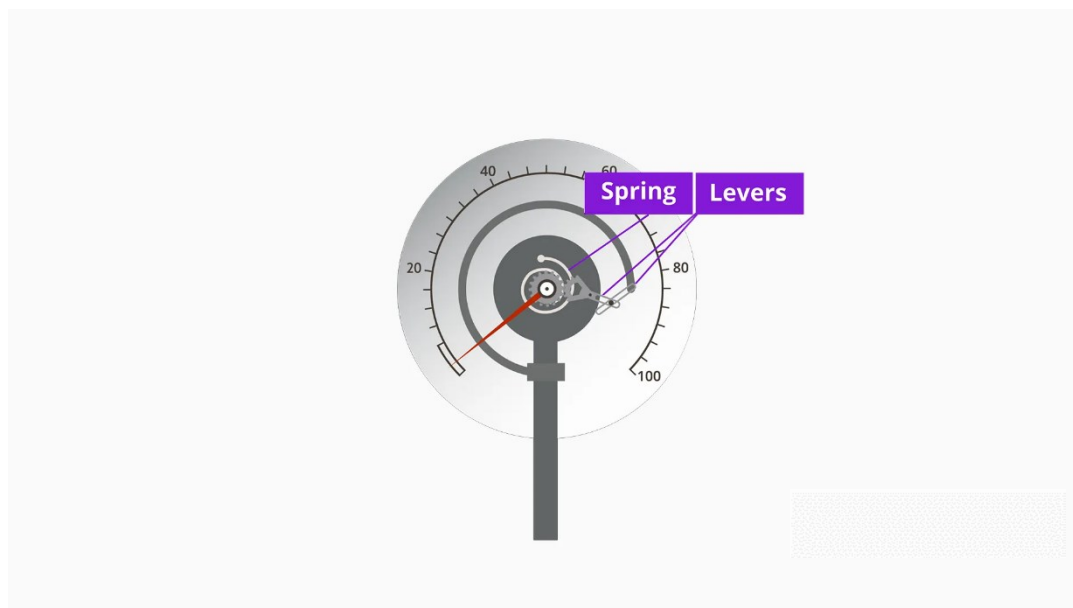
Διαδικασία βαθμονόμησης

Η βαθμονόμηση γίνεται συνήθως σε έναν πάγκο εργασίας χρησιμοποιώντας μια συσκευή παροχής πίεσης όπως ένας δοκιμαστήρας νεκρού βάρους.



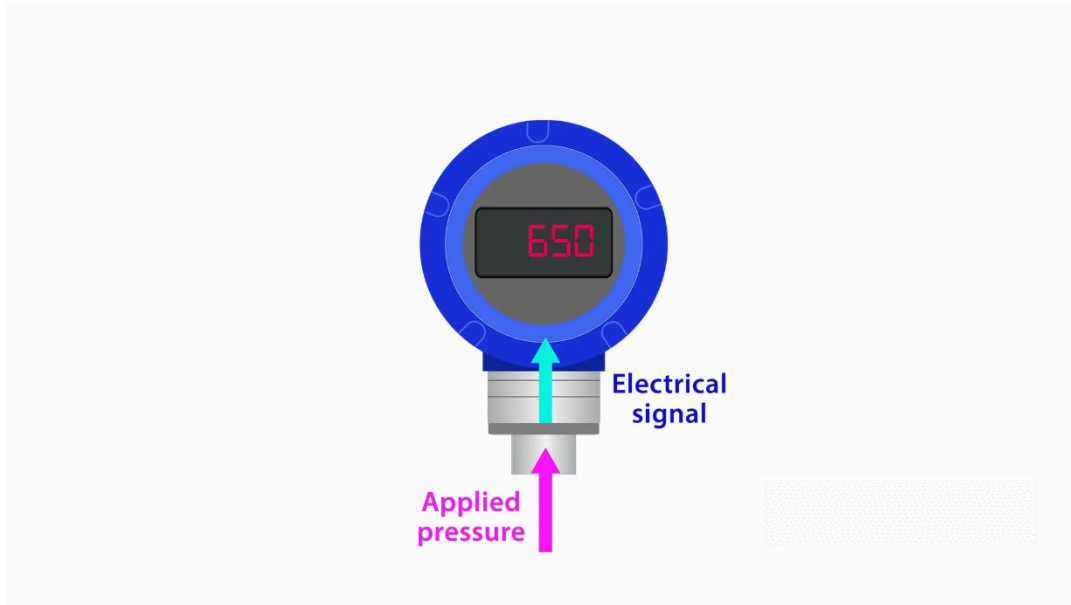
– Το σφάλμα μηδενισμού διορθώνεται με την επανατοποθέτηση του δείκτη στον άξονα ή με την αλλαγή της τάσης του ελατηρίου.

– Το σφάλμα πολλαπλασιασμού διορθώνεται αλλάζοντας το μήκος των μοχλών.



Γενικά μιλώντας, ένα μηχανικό μανόμετρο θα έχει αναλογική ένδειξη ή αναλογική κλίμακα.

Πολλά από τα σημερινά μανόμετρα είναι εξοπλισμένοι με έναν μετατροπέα πίεσης που μετατρέπει την πίεση σε ηλεκτρικό σήμα. Αυτό το ηλεκτρικό σήμα χρησιμοποιείται συχνά για να λειτουργήσει μια ψηφιακή οθόνη.



Ακρίβεια μηχανικού μετρητή πίεσης

Ο Αμερικανική Εταιρεία Μηχανολόγων Μηχανικών **ASME B40.1** Κανονισμός ορίζει τις κατηγορίες ακρίβειας των μανομέτρων με κυκλικό καντράν. Οι απαιτήσεις διαφέρουν από βιομηχανία σε βιομηχανία και το ASME B40.1 θα είναι ο οδηγός σας για την κατάλληλη επιλογή.

ASME B40.1: Accuracy for pressure indicating dial type

| Accuracy Grade | Permissible Error | | |
|----------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Lower 25% of range | Lower 50% of range | Lower 25% of range |
| 4A | ±0.1% of span over the entire range | | |
| 3A | ±0.25% of span over the entire range | | |
| 2A | ±0.25% of span over the entire range | | |
| 1A | ±1% of span over the entire range | | |
| A | 2% of span | 1% of span | 2% of span |
| B | 3% of span | 2% of span | 3% of span |
| C | 4% of span | 3% of span | 4% of span |
| D | ±5% of span over the entire range | | |

Για τους μηχανικούς μετρητές πίεσης, η ακρίβεια ορίζεται συνήθως ως ποσοστό του συνολικού εύρους της κλίμακας. Για παράδειγμα, ένα μηχανικό μανόμετρο με **1A** Βαθμό Ακρίβειας έχει ακρίβεια ±1%.

ASME B40.1: Accuracy for pressure indicating dial type

| Accuracy Grade | Permissible Error | | |
|----------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Lower 25% of range | Lower 50% of range | Lower 25% of range |
| 4A | ±0.1% of span over the entire range | | |
| 3A | ±0.25% of span over the entire range | | |
| 2A | ±0.25% of span over the entire range | | |
| 1A | ±1% of span over the entire range | | |
| A | 2% of span | 1% of span | 2% of span |
| B | 3% of span | 2% of span | 3% of span |
| C | 4% of span | 3% of span | 4% of span |
| D | ±5% of span over the entire range | | |



Με ένδειξη 50 psi σε ένα μανόμετρο πίεσης 0 έως 100 psi, η πραγματική πίεση εισόδου μπορεί να είναι οπουδήποτε μεταξύ 49 psi και 51 psi.

Περίληψη

- Ένας μετρητής πίεσης παρέχει μια μέθοδο μέτρησης της πίεσης υγρού, αερίου, νερού ή ατμού σε μια μηχανή που λειτουργεί με πίεση.
- Η πίεση καθορίζεται από την κάθετη δύναμη που ασκείται ανά μονάδα επιφάνειας.
- Από τους πολλούς τύπους μηχανικών μετρητών πίεσης, οι τρεις πιο κοινοί τύποι είναι οι σωλήνες Bourdon, το διάφραγμα και οι φυσούνες.
- Απαιτούνται τακτικές ρυθμίσεις στους μετρητές πίεσης σωλήνα Bourdon για να διορθωθεί το Σφάλμα Μηδενισμού και το Σφάλμα Πολλαπλασιασμού.
- Το σφάλμα μηδέν είναι το σφάλμα της ίδιας ποσότητας και στην ίδια κατεύθυνση σε όλη την περιοχή πίεσης ανεξάρτητα από την πίεση εισόδου.
- Το σφάλμα πολλαπλασιασμού είναι το σφάλμα όταν η συνολική κίνηση του μηχανισμού δεν ισούται με την συνολική αλλαγή στην είσοδο.

Πολλά μανόμετρα είναι εξοπλισμένα με έναν μετατροπέα πίεσης που μετατρέπει την πίεση σε ηλεκτρικό σήμα που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία μιας ψηφιακής οθόνης.

Το πρότυπο ASME B40.1 της Αμερικανικής Εταιρείας Μηχανικών (American Society of Mechanical Engineers) ορίζει τις κατηγορίες ακρίβειας των μετρητών τύπου καντράν.

Για τους μηχανικούς μετρητές πίεσης, η ακρίβεια ορίζεται συνήθως ως ποσοστό του συνολικού εύρους της κλίμακας.