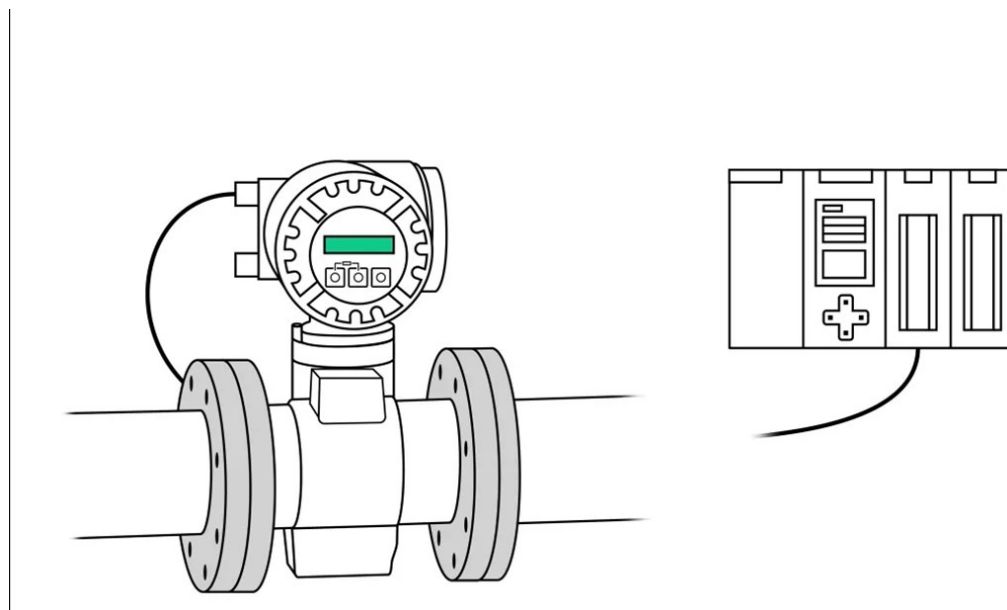


Εξήγηση του μαγνητικού ροόμετρου - Αρχές λειτουργίας

Ας εξερευνήσουμε τον κόσμο του μαγνητισμού και ας μάθουμε τα πάντα για τους μαγνητικούς μετρητές ροής.



Οι μαγνητικοί αισθητήρες ροής είναι ένας πολύ συχνά χρησιμοποιούμενος τύπος **μετρητή ροής** που είναι χρήσιμος σε ευρύ φάσμα εφαρμογών και διαμέτρων σωληνώσεων.

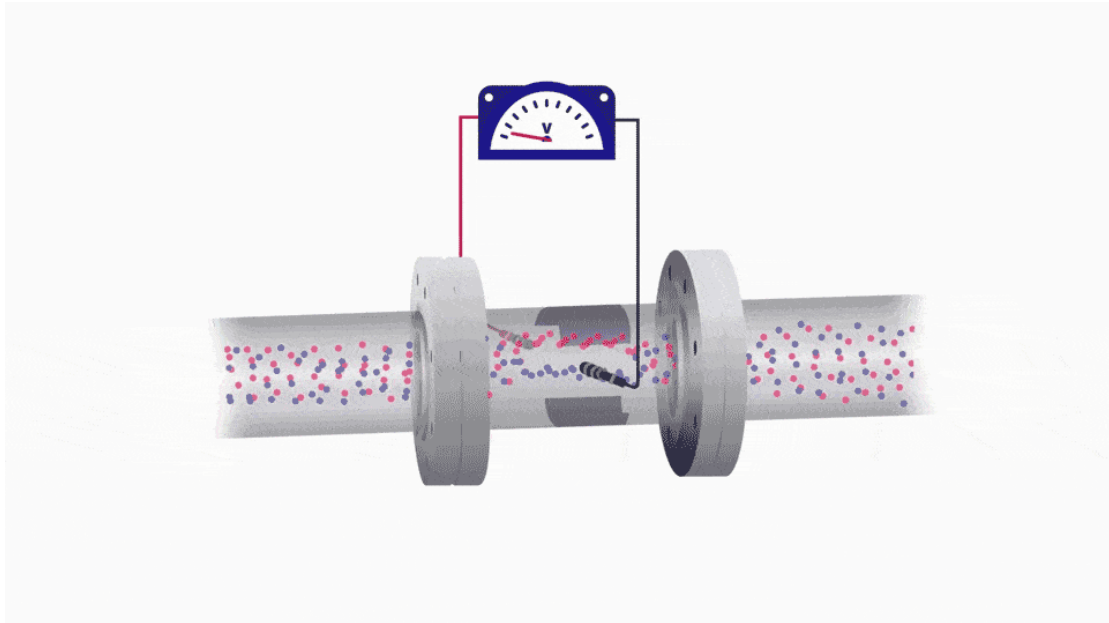
Η ακριβής και επαναλαμβανόμενη μέτρηση της ροής είναι απαίτηση για βιομηχανικές διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένων των ρευμάτων τροφοδοσίας, των βρόχων ανακύκλωσης δεξαμενών, των γραμμών μεταφοράς προϊόντων και πολλών άλλων.

Σε αυτό το μάθημα, θα:

- Να σας παρουσιάσουμε τις αρχές λειτουργίας ενός μαγνητικού αισθητήρα ροής,
- Να περιγράψουμε τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός μαγνητικού αισθητήρα ροής που τον καθιστούν πολύτιμο για τον έλεγχο διαδικασιών,
- Να περιγράψουμε τους τρόπους με τους οποίους οι μαγνητικοί αισθητήρες ροής μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα σύστημα μέτρησης και ελέγχου.

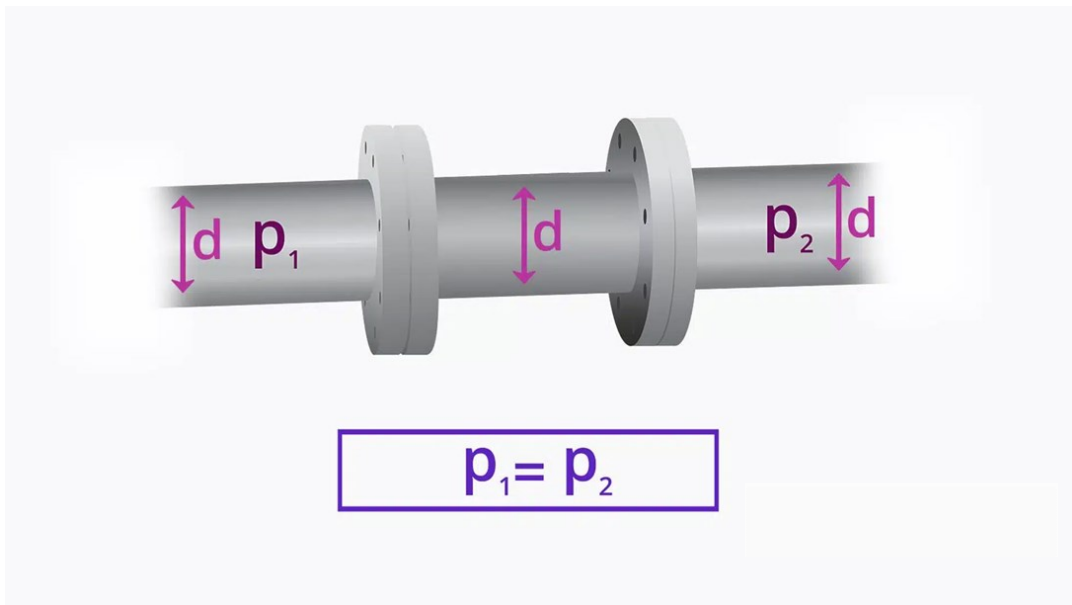
Τι είναι ο μαγνητικός αισθητήρας ροής;

Οι μαγνητικοί αισθητήρες ροής μετατρέπουν την ταχύτητα ενός ρέοντος ρευστού σε μετρήσιμο ηλεκτρικό σήμα ανάλογο με την παροχή.



Τα μαγνητικά ροόμετρα δεν έχουν κινητά μέρη ή εσωτερικά εμπόδια ροής, επομένως είναι εύκολα στη βαθμονόμηση και τη συντήρηση.

Επειδή οι μαγνητικοί μετρητές ροής συνήθως καθορίζονται να έχουν το ίδιο μέγεθος με τους σωλήνες ανάντη και κατόντη, σχεδόν δεν υπάρχει απώλεια πίεσης μέσω του μετρητή ροής, κάτι που μπορεί να είναι πολύ ευνοϊκό για ορισμένα ρεύματα ροής, όπως τα παχύρρευστα αιωρήματα (slurries).



Ας ρίξουμε μια ματιά σε αυτές τις ιδιότητες και χαρακτηριστικά των μαγνητικών μετρητών ροής. Θα εξηγήσουμε πώς λειτουργούν, πότε να τους χρησιμοποιείτε και τι πρέπει να καθοριστεί για να επιλέξετε τον κατάλληλο **αισθητήρα** για την εφαρμογή σας.

Οι αισθητήρες μαγνητικής ροής συχνά ονομάζονται **μαγνητικός μετρητής**, και θα αναφερόμαστε σε αυτούς χρησιμοποιώντας αυτή την συντομογραφία.

Η μαγεία είναι στον μαγνήτη

Ας δούμε τις φυσικές ιδιότητες του πώς ένα μαγνητικό ροόμετρο μετατρέπει την ταχύτητα σε σήμα ροής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα σύστημα ελέγχου.

Προηγουμένως, αναφέραμε ότι οι μαγνητικοί μετρητές μετατρέπουν την ταχύτητα σε μετρήσιμο ηλεκτρικό σήμα. Πώς συμβαίνει αυτό;

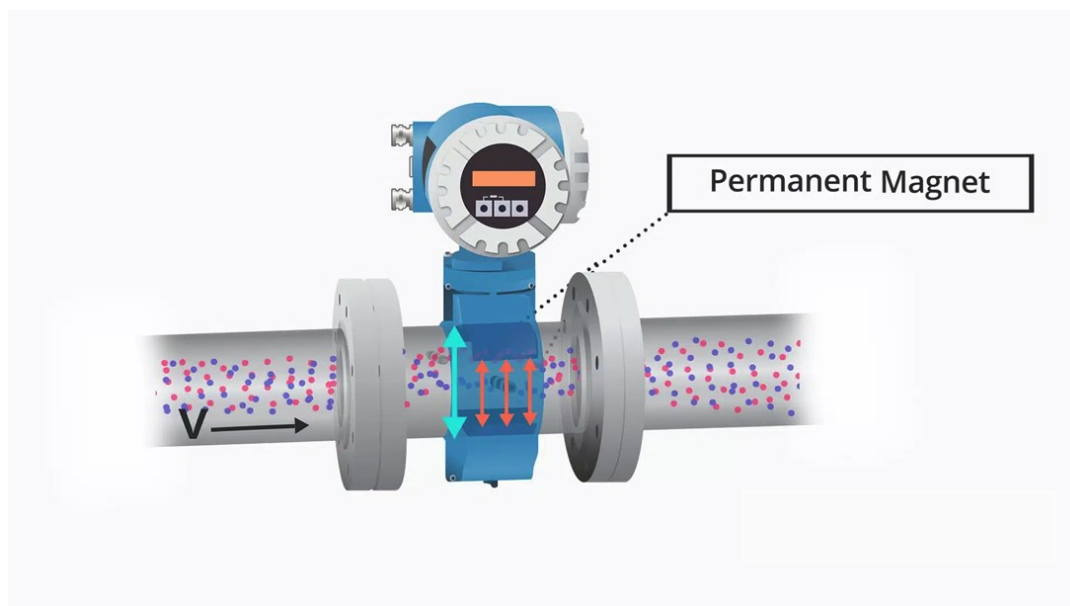
Οι μαγνητικοί μετρητές είναι συνήθως αισθητήρες πλήρους διαμέτρου (full-bore), που σημαίνει ότι η εσωτερική διαδρομή ροής έχει την ίδια διάμετρο με τις συνδέσεις ανάντη και κατόντη.

Αυτή η κατασκευή εξαλείφει οποιονδήποτε περιορισμό του ρευστού που μπορεί να αλλοιώσει τη ροή ή να δημιουργήσει πτώση πίεσης.

Το υγρό περνάει μέσω του μαγνητικού μετρητή σε ευθεία γραμμή μέσω της οπής του αισθητήρα. Αυτή η κανονική, κυλινδρική γεωμετρία επιτρέπει επίσης τη δημιουργία ενός σταθερού και κατευθυντικού μαγνητικού πεδίου κατά μήκος της διαμέτρου της ροής.

Η μαγεία που δημιουργεί το σήμα ροής βασίζεται στον μαγνήτη! Το μαγνητικό ροόμετρο περιβάλλεται από σιδερένιο πυρήνα, μόνιμο μαγνήτη που δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο που καθορίζεται με γραμμές **μαγνητικής ροής** που περνούν κατακόρυφα μέσα από ολόκληρη την εγκάρσια τομή του σωλήνα και του ρέοντος υγρού.

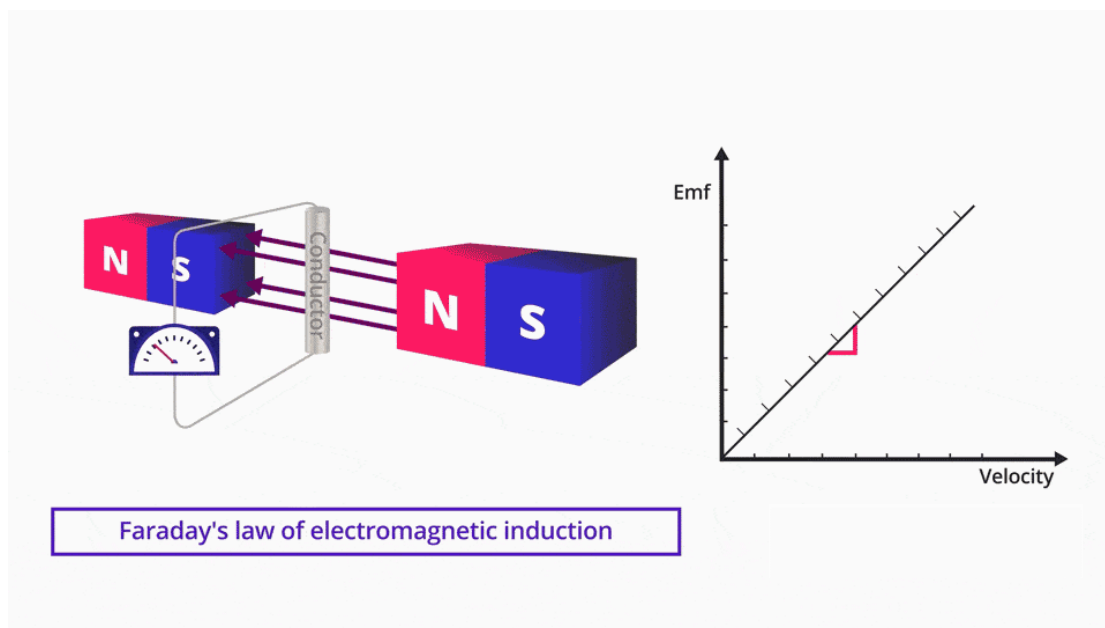
Αυτή η γεωμετρία είναι πολύ σημαντική. Το ρευστό που ρέει θα περάσει μέσα από αυτές τις γραμμές μαγνητικού πεδίου υπό γωνία 90 μοιρών ή κάθετα στις γραμμές μαγνητικού πεδίου.



Ο νόμος του Faraday

Το 1831, ο Michael Faraday παρατήρησε ότι μια τάση επάγεται σε οποιονδήποτε αγωγό καθώς κινείται σε ορθή γωνία μέσα από ένα μαγνητικό πεδίο και ότι η τάση

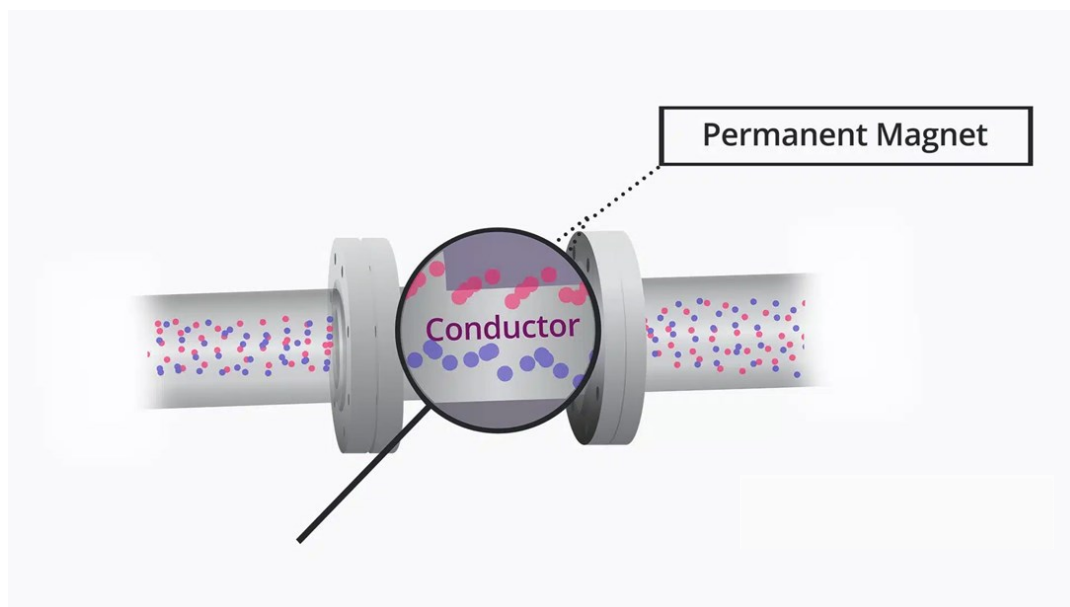
είναι ανάλογη της ταχύτητας αυτού του αγωγού. Αυτό ονομάζεται Νόμος της Ηλεκτρομαγνητικής Επαγωγής του Faraday.



Για να παραχθεί μια τάση σύμφωνα με τον νόμο του Faraday, πρέπει να έχουμε έναν **κινούμενο αγωγό**.

Ποιος είναι ο αγωγός στην εφαρμογή ροής μας;

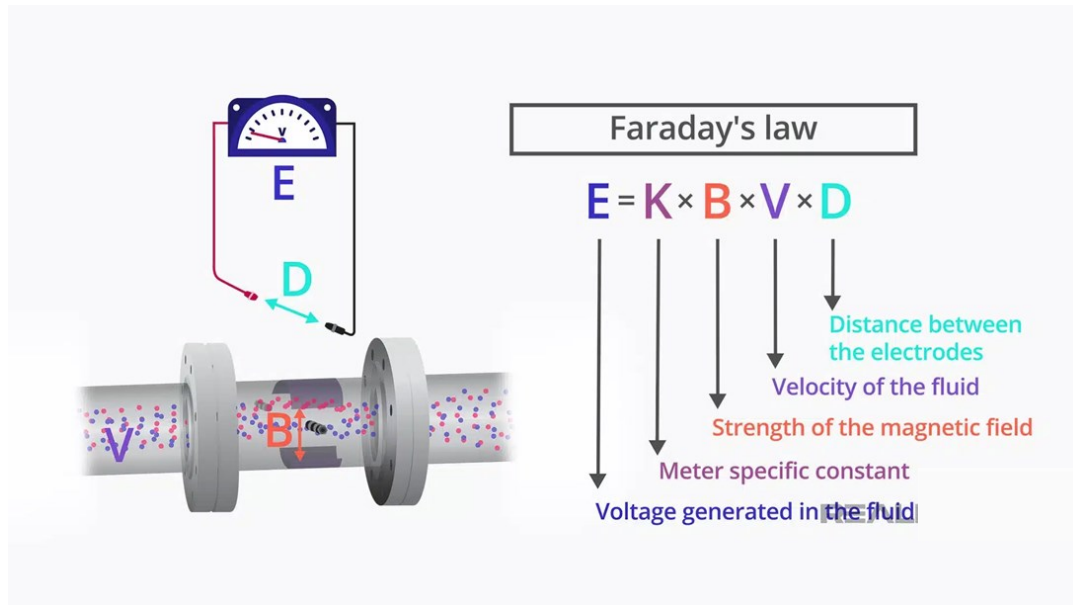
Είχαμε αναφέρει ότι το μαγνητικό ροόμετρο διαθέτει στατικό, μόνιμο μαγνήτη, οπότε ο αγωγός πρέπει να είναι το ρευστό που ρέει! Και, πράγματι, είναι!



Και καθώς το ρευστό που ρέει περνά μέσα από το μαγνητικό πεδίο υπό ορθή γωνία, σύμφωνα με τον νόμο του Faraday, πρέπει να αναπτυχθεί μια τάση που είναι ανάλογη με την ταχύτητα του ρευστού.

Ο νόμος του Faraday μπορεί να εκφραστεί απλά ως E είναι ανάλογο του $k \times B \times V \times D$, όπου:

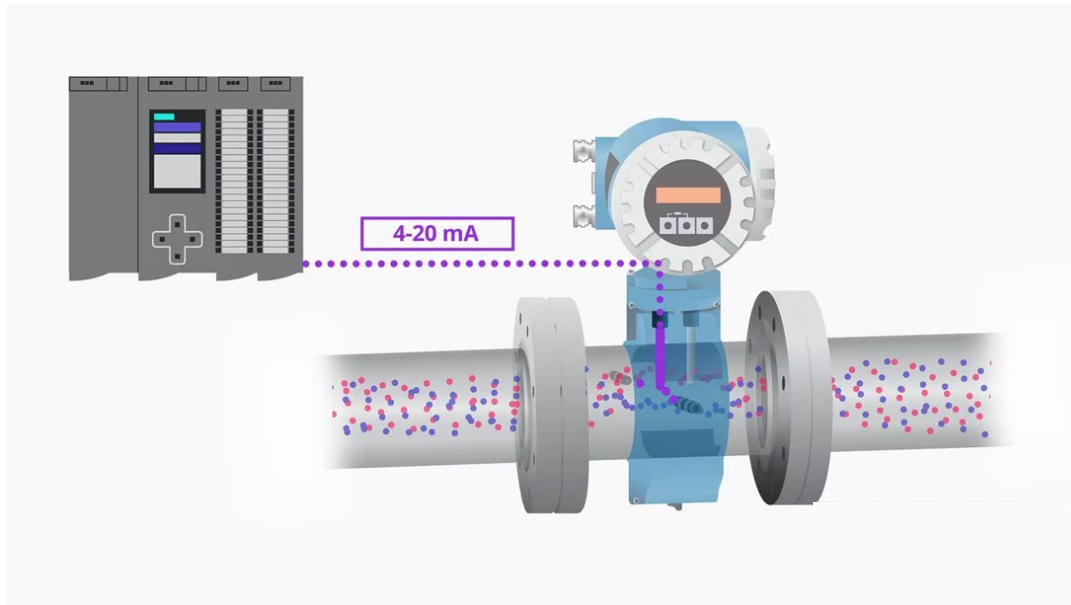
- E είναι η τάση που παράγεται στο ρευστό,
- k είναι η σταθερά που σχετίζεται με το μετρητή,
- B είναι η ισχύς του μαγνητικού πεδίου,
- V είναι η ταχύτητα του υγρού,
- D είναι η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων του μετρητή mag.



Μετάδοση σήματος

Το παραγόμενο **EMF** ή το ηλεκτρικό δυναμικό ή η τάση ανιχνεύεται από δύο καλώδια ή ηλεκτρόδια, τα οποία συνδέονται με τον πομπό του μετρητή mag .

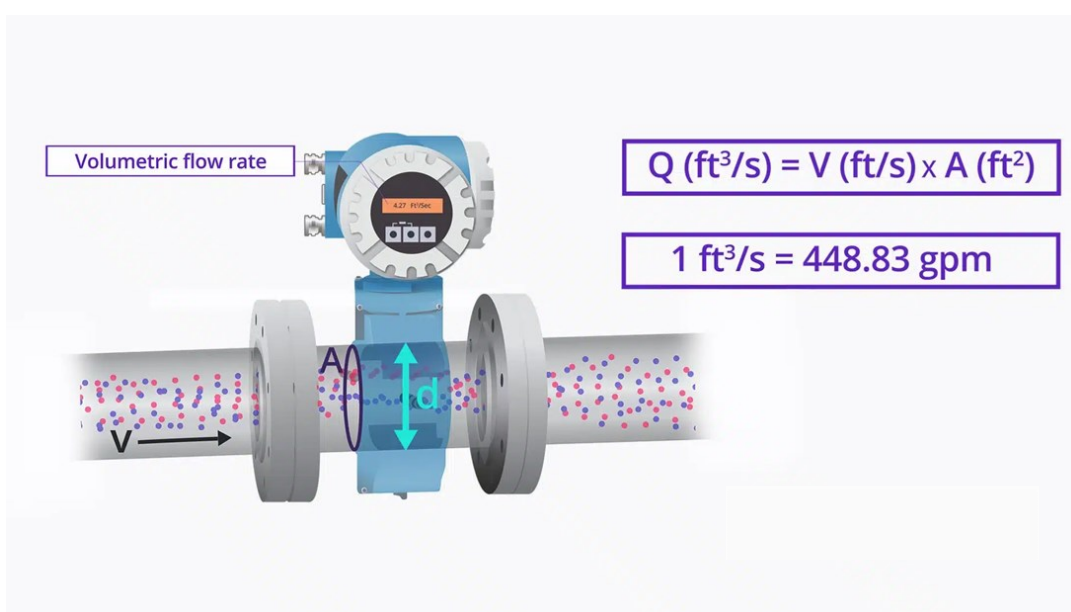
Ο πομπός μετατρέπει την ισχύ αυτού του ηλεκτρικού σήματος σε ογκομετρικό ρυθμό ροής και ρυθμίζει την έξοδο του πομπού από 4 έως 20 μιλιαμπέρ ώστε να παρέχει αναλογικό σήμα στο σύστημα ελέγχου.



Ο πομπός εξάγει έναν ογκομετρικό ρυθμό ροής. Ο μετρητής μετρά την ταχύτητα ροής.

Η διάμετρος της διατομής, και επομένως το εμβαδόν διατομής, είναι σταθερό, οπότε η προκύπτουσα μετρημένη τιμή της ταχύτητας σε m/s πολλαπλασιαζόμενη με το σταθερό εμβαδόν διατομής σε m², δίνει ογκομετρική παροχή σε m³/s.

Αυτή η τιμή μπορεί να μετατραπεί σε οποιαδήποτε μονάδα ογκομετρικής παροχής, όπως λίτρα ανά λεπτό (l/min) ή m³/h.



Αγωγή υγρά

Αλλά υπάρχει μία βασική παράμετρος που δεν μπορεί να παραληφθεί και την αναφέραμε προηγουμένως. Πρέπει να έχουμε έναν κινούμενο αγωγό για να παράγουμε το απαιτούμενο ηλεκτρικό σήμα.

Είπαμε ότι το ρέον ρευστό είναι ο αγωγός, επομένως το ρευστό πρέπει να είναι αγωγίμο για να λειτουργήσει με μαγνητικό ροόμετρο.

Τι σημαίνει για ένα υγρό να είναι αγωγίμο; Σημαίνει ότι το υγρό πρέπει να είναι ικανό να μεταφέρει ηλεκτρικό φορτίο, καθορίζοντας έτσι μια τάση που μπορεί να ανιχνευτεί από τα ηλεκτρόδια του μαγνητικού ροόμετρου.

Η αγωγιμότητα των υγρών μετράτε σε μονάδες **microSiemens ανά εκατοστό**($\mu\text{S}/\text{cm}$). Ορισμένα υγρά, όπως το **θαλασσινό νερό**, έχουν υψηλή αγωγιμότητα, και η ροή του θαλασσινού νερού μπορεί να μετρηθεί με ένα **μαγνητικό μετρητή**.

Το αποσταγμένο νερό, από την άλλη πλευρά, έχει πολύ χαμηλή αγωγιμότητα και δεν μπορεί να μετρηθεί με έναν μαγνητικό μετρητή.

Οι ρυθμοί ροής λαδιών φυτικής προέλευσης και άλλων ελαίων, υδρογονανθράκων και των περισσότερων οργανικών διαλυμάτων δεν μπορούν να μετρηθούν με έναν μαγνητικό μετρητή.

Εκτός από το θαλασσινό νερό, οι ροές **αποβλήτων** και **ιοντικών** διαλυμάτων όπως τα **οξέα** μπορούν εύκολα να μετρηθούν με μαγνητικούς ροομέτρους.

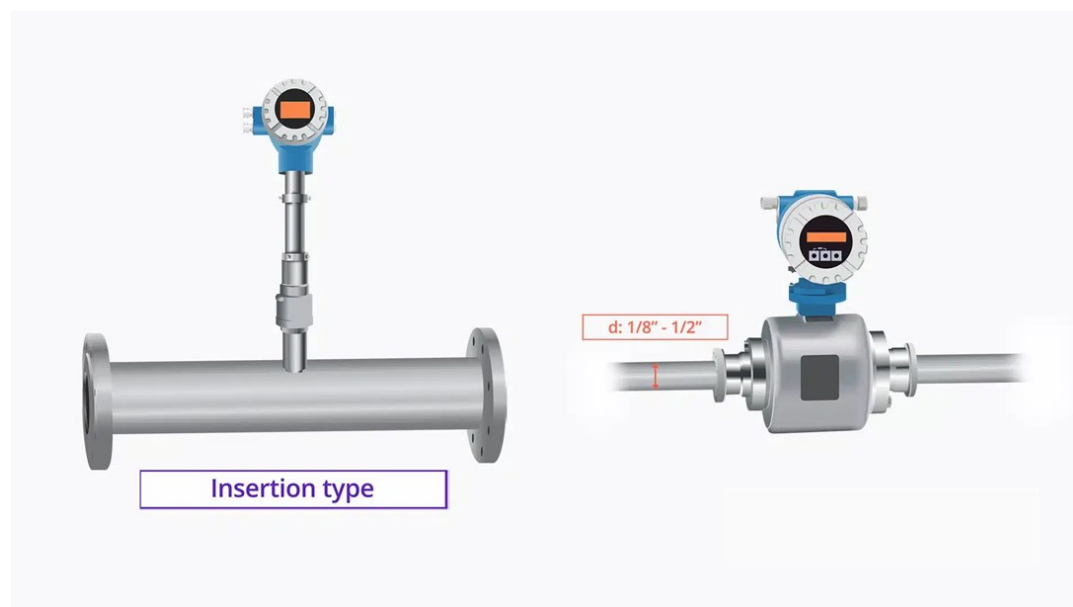
Τα υγρά θα πρέπει να έχουν αγωγιμότητα μεγαλύτερη από 10 μικρο-Σιμέπς ανά εκατοστό για να διασφαλιστούν καλές μετρήσεις ροής με έναν μαγνητικό μετρητή.

Άλλες παρατηρήσεις για την εγκατάσταση

Εκτός από την ικανότητα μέτρησης μιας ευρείας γκάμας υγρών, οι ενσωματωμένοι μαγνητικοί ροόμετροι μπορούν να είναι επενδεδυμένοι με Teflon ή άλλα υλικά για να αντέχουν σε διαβρωτικά ή αποξεστικά ρευστά, όπως αιωρήματα και οξέα.

Τύποι μαγνητικών ροόμετρων

Υπάρχουν άλλοι τύποι μαγνητικών ροόμετρων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, συμπεριλαμβανομένου του τύπου **εισαγωγής**, που χρησιμοποιείται συνήθως με μεγαλύτερα μεγέθη σωλήνων, και των μαγνητικών ροόμετρων **χαμηλής ροής**, τα οποία είναι συνήθως 1/8 ίντσα έως 1/2 ίντσα σε διάμετρο.

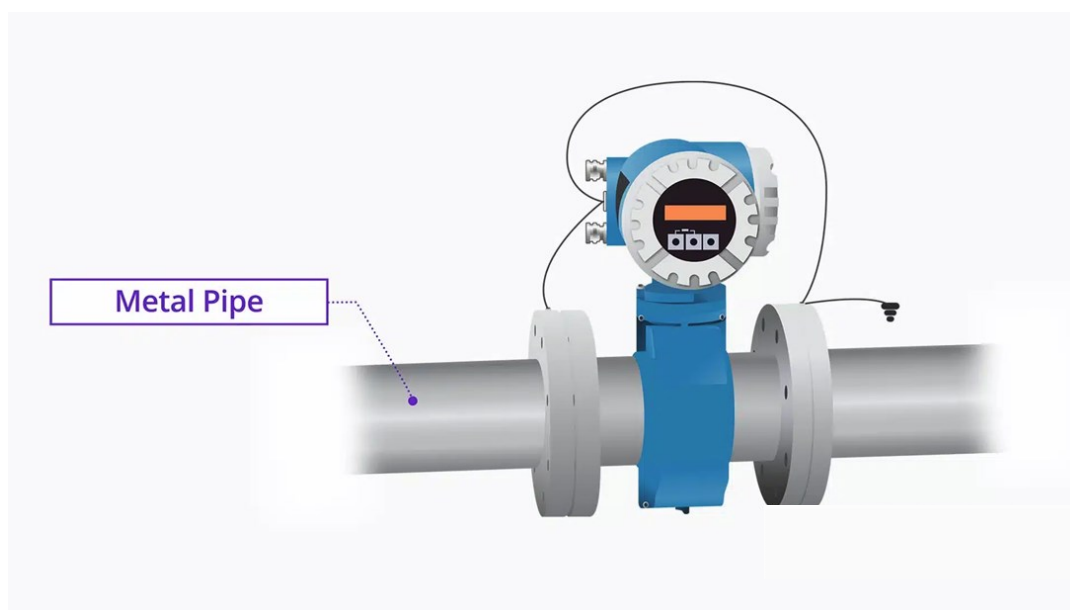


Γείωση μαγνητικού ροόμετρου

Όταν εγκαθιστάτε έναν μαγνητικό ροόμετρο σε σωλήνωση διεργασίας, είναι ζωτικής σημασίας να ακολουθείτε τις συστάσεις του κατασκευαστή για **γείωση**.

Το ηλεκτρικό σήμα που παράγεται σε έναν μαγνητικό μετρητή είναι μια πολύ μικρή DC τάση, και οι παρασιτικές τάσεις κατά μήκος της σωλήνωσης λόγω εξοπλισμού συγκόλλησης ή άλλων μεγάλων ηλεκτρικών φορτίων στο εργοστάσιο.

Σε αγωγίμες μεταλλικές σωληνώσεις, οι εξωτερικές φλάντζες και το περίβλημα του πομπού πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους και να γειώνονται.



Για πλαστικούς ή άλλους μη αγωγίμους σωλήνες, οι προτεινόμενοι από τον κατασκευαστή **δακτύλιοι γείωσης** θα πρέπει να εγκαθίστανται για την αποτροπή παρασιτικών τάσεων.



Οι δακτύλιοι γείωσης συνιστώνται επίσης για υγρά με χαμηλή αγωγιμότητα, λιγότερη από 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro-Siemens ανά εκατοστόμετρο).

Μετρητής μαγνητικής ροής

Οι πομποί χρησιμοποιούνται πάντα με μαγνητικούς μετρητές ροής. Μετατρέπουν τις μικρές DC τάσεις που παράγονται από το ρέον υγρό σε σήματα που μπορούν να συνδεθούν με το σύστημα ελέγχου.

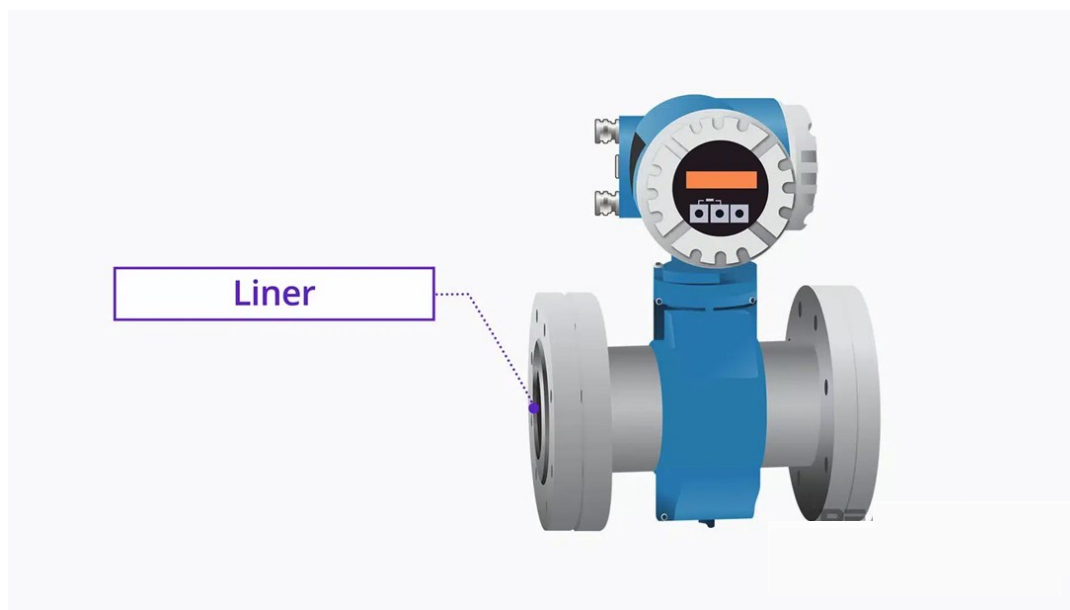
Οι παρακάτω έξοδοι του πομπού είναι διαθέσιμες:

- 4 έως 20 μιλιαμπέρ
- **Profibus PA**
- **Foundation Fieldbus**
- **IO-Link**

Προδιαγραφές μετρητή μαγνητικής ροής

Όταν καθορίζονται μαγνητικοί μετρητές ροής, ορισμένες σημαντικές πτυχές πρέπει να ληφθούν υπόψη εκτός από την αγωγιμότητα του υγρού και την ανάγκη για δακτύλιους γείωσης.

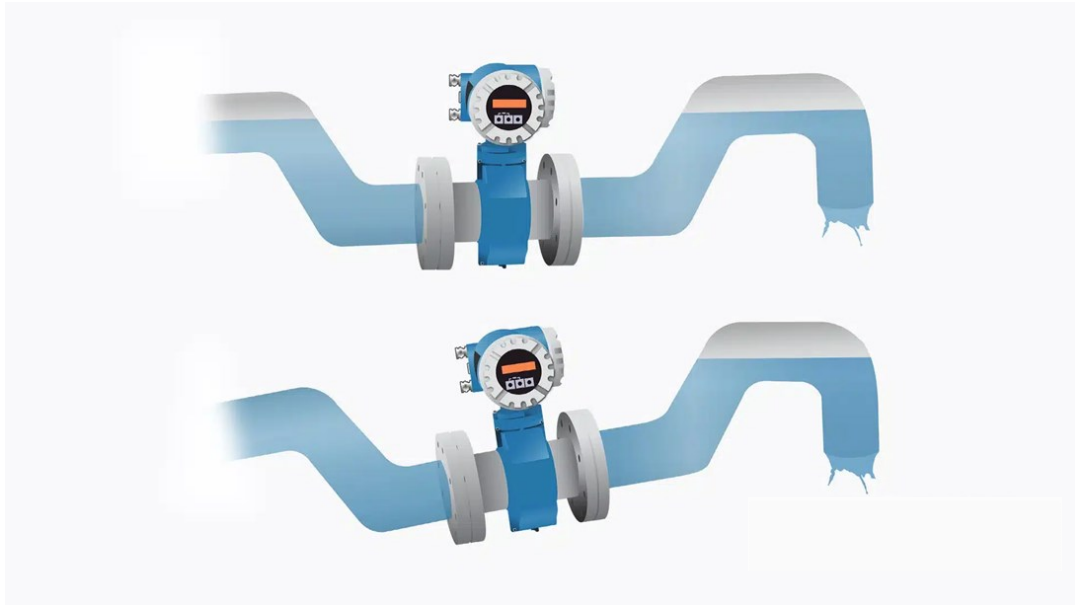
Εάν το ρευστό είναι διαβρωτικό ή λειαντικό, θα πρέπει να καθοριστεί ένας συμβατός **επενδυτής**. Οι επενδύσεις αυτές μπορούν επίσης να αντικατασταθούν εάν φθαρούν, και δεν επηρεάζουν την **ακρίβεια** μέτρησης.



Γνωρίζοντας τις ελάχιστες και μέγιστες ροές για τη διαδικασία σας μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό της γκάμας ροής που ένα συγκεκριμένο μοντέλο μετρητή μαγνητικής ροής θα είναι σε θέση να μετρήσει.

Κάθε μοντέλο έχει κατώφλι αποκοπής χαμηλής ροής (low-flow cutout) και μια μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να μετρηθεί με ακρίβεια.

Εάν ο σωλήνας δεν είναι πάντα γεμάτος με υγρό, η ακρίβεια ροής θα επηρεαστεί. Μπορεί να υποδεικνύει ότι ο μετρητής πρέπει να εγκατασταθεί σε χαμηλό σημείο της σωλήνωσης ή σε ανοδική κλίση, ώστε να εξασφαλίζεται πλήρης πλήρωση κατά τη λειτουργία.



Περίληψη

Σε αυτό το μάθημα, σας παρουσιάσαμε τις αρχές λειτουργίας του μαγνητικού αισθητήρα ροής, τις φυσικές του ιδιότητες και πώς οι μετρητές μαγνητικής ροής χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικά συστήματα μέτρησης και ελέγχου.

Δείξαμε τη γραμμική σχέση μεταξύ της ταχύτητας του ρέοντος υγρού και του ηλεκτρικού σήματος που αναπτύσσεται με βάση τον Νόμο του Faraday.

Χρησιμοποιώντας σωστές τεχνικές γείωσης, επιλέγοντας την καλύτερη τοποθεσία για εγκατάσταση, και κατανοώντας τα ελάχιστα και μέγιστα όρια ροής για τον μετρητή θα βοηθήσει να διασφαλιστεί ακριβής μέτρηση ροής.