

Traductoare de debit

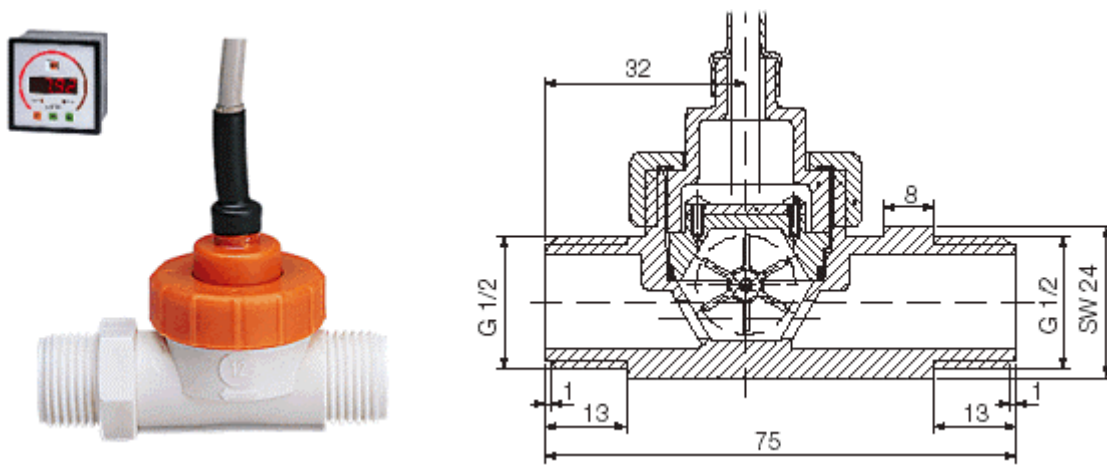
Principiul de măsură al debitului constă în măsurarea vitezei fluidului din care rezultă debitul volumic conform relației

$$Q = \pi \frac{D^2}{4} v$$

în care apare ca parametru diametrul conductei de curgere a fluidului

Debitmetre mecanice cu turbină

Un dispozitiv cu aripioare sau elicoidal este plasat în axul conductei sau perpendicular, curgerea fluidului antrenând rotirea acestuia cu o viteză proporțională cu viteza de curgere a fluidului.



Atunci când se dorește măsurarea vitezei de curgere a unui fluid se alege ca rotor o turbină, iar când este vorba de un gaz se folosește o elice și debitmetrul poartă numele de anemometru. Numărarea rotațiilor este cel mai adesea realizată prin intermediul unui magnet permanent solidar cu rotorul care, prin intermediul unui releu Reed sau a unei bobine fixe (prin inducție) transformă fiecare rotație într-un impuls electric.

Acest sistem nu funcționează bine decât cu fluide pure și puțin vâscoase deoarece nu trebuie blocate lagărele de rotație ale rotorului, ceea ce ar produce creșterea frecării și încetinirea vitezei de rotație.

Precizia poate fi satisfăcătoare (până la 0,2%) dar măsurarea numărului de rotații necesită un anumit timp, ceea ce reduce posibilitatea de măsurare debitelor rapid variabile.

anemometre cu fir cald

Pentru măsurarea debitelor de gaz se utilizează adesea anemometre cu fir cald constituite dintr-un fir rezistiv parcurs de un curent constant care îl încălzește, fir rezistiv plasat în calea fluidului care curge. În acest fel se realizează un schimb termic între fir și gaz a cărui intensitate depinde de viteza de curgere a fluidului.



În prezent există trei variante comercializate:

-măsurarea rezistenței firului cald alimentat cu un current constant;

-alimentarea firului cu o putere constantă și măsurarea temperaturii unui traductor plasat în vecinătatea acestuia ceea ce dă informații despre cantitatea de căldură transportată de la fir la traductor datorită curgerii fluidului, care este proporțională cu viteza acestuia;

-utilizarea unui element de reglare care menține constantă temperatura firului, valoarea curentului de încălzire fiind proporțională cu viteza de curgere a fluidului.

Precizia de măsurare variază în funcție de viteză și de varianta constructivă, deoarece răspunsul nu este totdeauna liniar, optimul fiind situate între 20 și 120 km/h.

Debitmetre electromagnetice

În acest caz se izolează galvanic conducta și se plasează doi electrozi pe o direcție perpendiculară pe direcția unui camp magnetic exterior. Fluidul dintre cei doi electrozi joacă rolul de conductor, prin deplasarea acestuia în camp magnetic luând naștere o tensiune electromotoare. Valoarea tensiunii electromotoare măsurată între cei doi electrozi este proporțională cu viteza fluidului. Acest principiu poate fi aplicat pentru conducte de diametre foarte diferite (de la câțiva mm până la câțiva m diametru) cu precizii de ordinal a 1% pentru debite notabile. Pentru viteze de curgere mici valoarea tensiunii măsurate scade (μV) și, odată cu acesta, și precizia. Acest principiu este utilizabil numai pentru lichide conductoare.

Dacă B este inducția magnetică, D diametrul interior al conductei, V tensiunea indusă, Q debitul de lichid, v viteza de curgere și L distanța între electrozii de măsură, se poate scrie că:

$$V = kBLv$$

unde k este o constantă. Deoarece

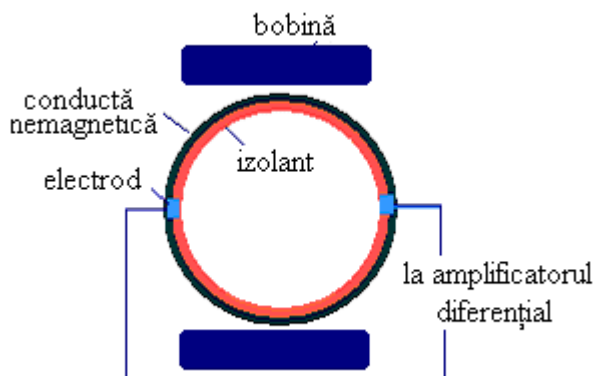
$$Q = \pi \frac{D^2}{4} v$$

rezultă că :

$$Q = K(V/B)$$

K fiind o altă constantă.

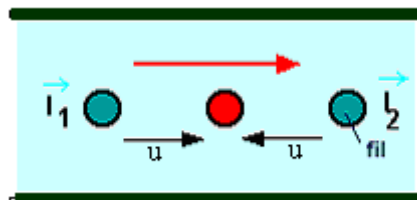
În practică se poate obține câmpul magnetic cu ajutorul a două bobine plasate de o parte și de alta a conductei și alimentate cu un current alternativ. În acest mod se evită polarizarea electrozilor. Semnalul de ieșire va avea aceeași frecvență cu curentul de alimentare a bobinelor și va fi amplificat cu ajutorul unui amplificator diferențial înainte de a fi demodulat.



Unul dintre avantajele importante ale acestei metode o reprezintă faptul că nu perturbă curgerea fluidului, deci vâscozitatea fluidului nu influențează rezultatul. În plus, temperatura poate fi ridicată (până la câteva sute de °C).

anemometre ionice

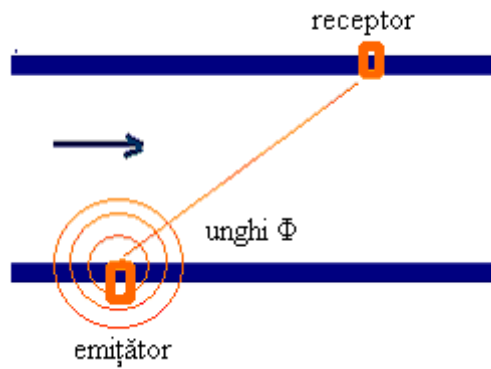
Dacă fluidul nu este conductor se pot ioniza particulele prin aplicarea unei tensiuni sufficient de ridicate între doi electrozi. Pentru a găsi viteza de curgere se folosesc trei electrozi aliniați (de fapt trei fire perpendiculare pe axul conductei) și polarizate ca în figura de mai jos



Curgerea fluidului va perturba cei doi curenți ionici I_1 și I_2 mărindu-l pe unul și micșorându-l pe celălalt. Diferența dintre cei doi curenți va fi deci o măsură a vitezei de curgere. Pentru a se obține o funcționare stabilă trebuie ca tensiunea u dintre electrozi să fie sufficient de mare (câteva mii de volți) pentru care rezultă curenți de ordinul amperilor, deci diferențe ușor de măsurat.

debitmetre ultrasonice

Se instalează un emițător și un receptor de ultrasunete în lungul unei conducte și se măsoară timpul scurs între emiterea unui impuls și recepționarea sa. Acest timp depinde de viteza de transmitere a sunetului prin lichid și de viteza de curgere a fluidului (curgere care poate fi turbulentă). Lichidul nu trebuie să conțină impurități deoarece dispersia undelor sonore datorată impurităților solide în dispersie ar împiedica măsurarea corectă. Acest principiu de măsurare se folosește în special pentru conducte de diametru mare și atunci când alte metode de măsurare nu pot fi folosite.



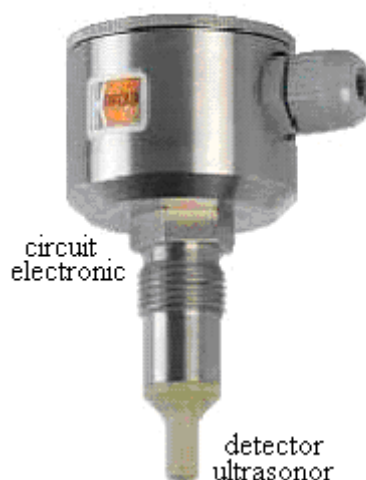
Deoarece undele emise au formă sferică nu este nevoie să se poziționeze emițătorul și receptorul unul în fața celuilalt, deci să se respecte un anumit unghi Φ în raport cu direcția conductei. Deci, cele două elemente nu este necesar să intre în interiorul conductei, ceea ce ar conduce la pierderi de presiune. În practică se folosesc sisteme duble: se măsoară mai întâi timpul de transfer ca în figură (în sensul de curgere al fluidului) apoi se inversează funcțiile celor două elemente (emițătorul și receptorul) și se măsoară noul timp între emisia și recepția semnalului. Diferența între cei doi timpi este folosită pentru determinarea vitezei de curgere a fluidului:

$$t_{12} = \frac{L_w}{c + v_a \cos \Phi} \quad \text{et} \quad t_{21} = \frac{L_w}{c - v_a \cos \Phi}$$

L_w este distanța între cele două transductoare, c este viteza sunetului, iar v_a este viteza medie.

debitmetre doppler

Acest tip de debitmetru a fost creat special pentru lichidepe în care există particule solide sau bule de gaz. S folosesc și aici dispozitive ultrasonore dar acestea sunt foarte apropiate (de multe ori integrate într-o structură unică). Unda emisă de unul va fi reflectată de particulele în mișcare producând o modificare a frecvenței direct proporțională cu viteza de curgere.



Metoda este folosită în conducte de diametru mare dar erorile sunt destul de mari (de ordinul a 5%).