

MJERENJE BRZINE I PROTOKA FLUIDA

- plinovi
- tekućine
- tekućine s pomiješanim česticama

NEKA PODRUČJA PRIMJENE:

- **industrija:** mjerila protoka mogu biti sastavni dio regulatora
- **opskrba:** osnovni dio brojila kojima se mjeri količina fluida (voda, gorivo) – budući da se na temelju pokazivanja brojila vrši naplata, zahtijeva se velika točnost i preciznost.
- **meteorologija:** brzina vjetra
- **medicina:** protok krvi

VELIČINE KOJE SE MJERE:

- volumni protok: Q_v [m^3/s],
 $Q_v = v \cdot A$, v = brzina protoka, A = površina presjeka cijevi
- maseni protok: Q_m [kg/s],
 $Q_m = \rho Q_v$, ρ = gustoća fluida [kg/m^3]

IZVEDBE MJERILA BRZINE I PROTOKA FLUIDA:

- mjerenje protoka pomoću cijevi sa suženjem
- mjerenje protoka vrtloženjem (turbulencijom)
- mjerilo protoka plovkom (rotametar)
- mjerilo protoka s turbinom
- elektroindukcijska metoda mjerenja protoka
- ultrazvučne metode mjerenja protoka:
 - o metoda mjerenja prolaznog vremena
 - o impulsna metoda
 - o unakrsna metoda
 - o mjerenje protoka temeljeno na Dopplerovom efektu
- kroskorelacijska metoda mjerenja protoka
- volumetrijske metode mjerenja protoka
- kalorimetrijska metoda mjerenja protoka
- anemometri s ugrijanom žicom
- anemometar s lopaticama

MJERENJE PROTOKA POMOĆU CIJEVI SA SUŽENJEM:
mjeri se razlika tlakova uzrokovana preprekom

Razlikuju se prema izvedbi suženja:

- a) zaslon (blenda)
- b) mlaznica
- c) Venturijeva cijev

Bernoullijeva jednačba strujanja idealnog fluida:

$$p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = konst.$$

$$p_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

uz pretpostavku $h_1 = h_2$

$$v_2^2 = \frac{2}{\rho} (p_1 - p_2) + v_1^2$$

Zakon o očuvanju mase (jednačba kontinuiteta):

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2^2 = \frac{2}{\rho} (p_1 - p_2) + \left(\frac{A_2}{A_1} v_2 \right)^2$$

$$v_2^2 \left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right] = \frac{2}{\rho} (p_1 - p_2)$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho \left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right]}}$$

$$Q = A_2 v_2 = k \sqrt{(p_1 - p_2)}$$

Mala dinamika: ako mjerilo diferencijalnog tlaka ima dinamiku 1:10, mjerilo protoka ima 1:3.

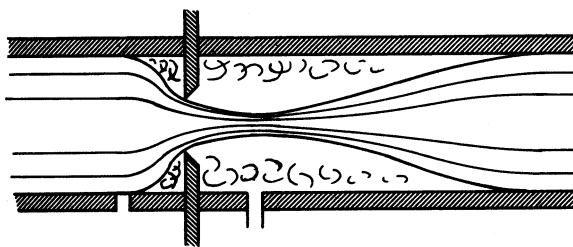
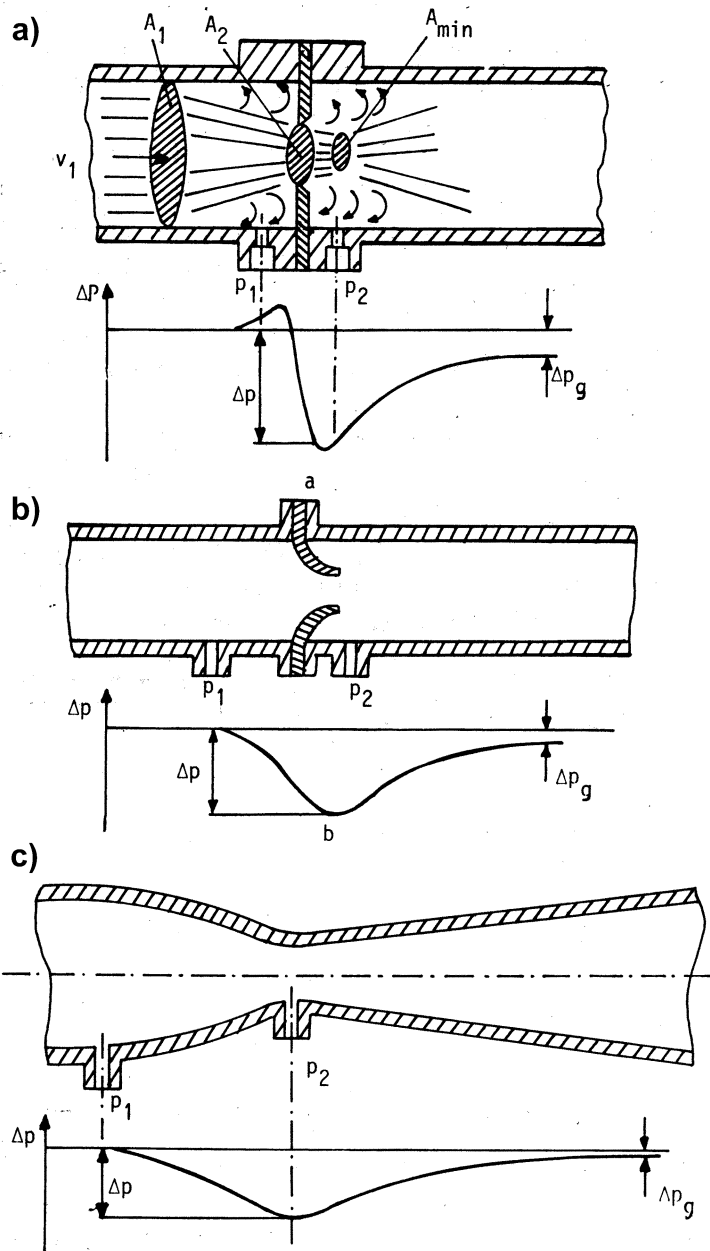


FIG. 2.14d

Flow pattern with orifice plate.



Pri prolasku realnog fluida kroz otvor, uslijed velikog gradijenta tlaka nastaju vrtlozi ispred i iza zaslona.

Neposredno ispred zaslona (zbog zaustavljanja tekućine) dolazi do manjeg porasta tlaka koji zatim brzo opada i na određenoj udaljenosti iza zaslona dostiže minimalnu vrijednost – na tom mjestu se postavlja mjerilo tlaka p_2 .

Budući da je presjek mlaza na mjestu mjerenja p_2 različit od otvora zaslona A_2 , uvodi se korekcijski faktor:

C_D - **koeficijent pražnjenja** ili koeficijent kontrakcije mlaza (engl. *discharge factor*).

Ovisi prvenstveno o:

- omjeru suženja cijevi $\beta = \frac{d}{D}$
- Reynoldsovom broju $Re = \frac{d\rho v}{\eta}$

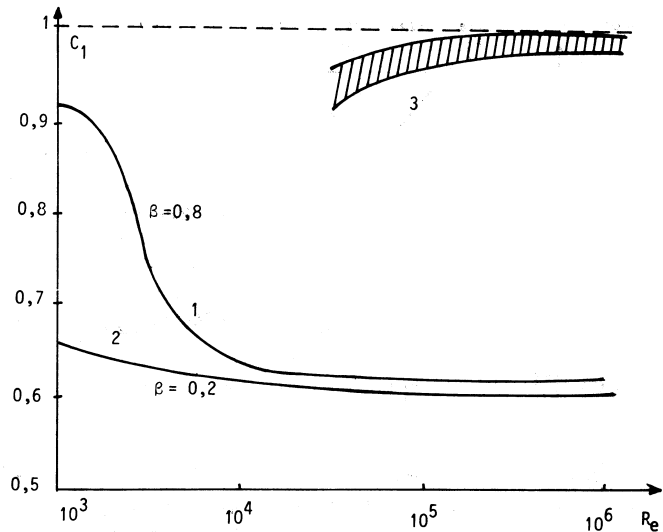
ρ = gustoća

v = brzina strujanja

η = koeficijent viskoznosti

Određuje se **eksperimentalno** za različite promjere cijevi i oblike otvora zaslona.

Stvarni protok jednak je: $Q_s = C_D Q$



Krivulje 1 i 2 predstavljaju koeficijent kontrakcije C_D za omjere suženja otvora zaslona $\beta_1 = 0.8$ i $\beta_2 = 0.2$. Sa 3 je označeno područje vrijednosti koeficijenta kontrakcije za Venturijevu cijev za omjere suženja otvora od 0.25 do 0.75.

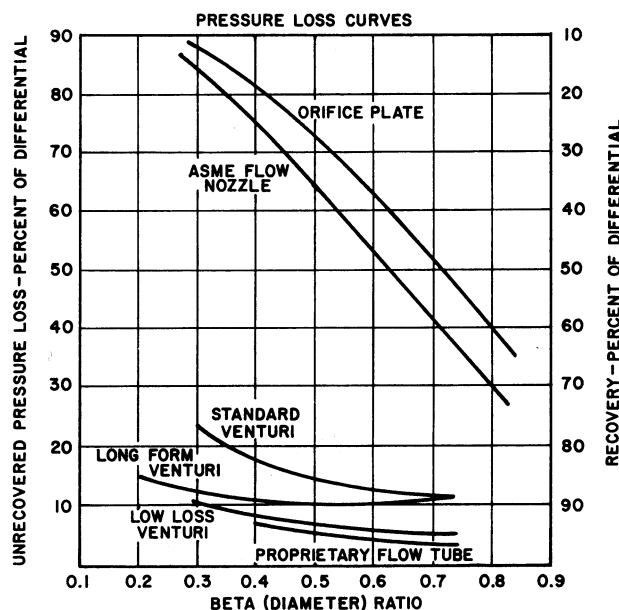


FIG. 2.27f

Pressure loss curves.

Za mjerilo protoka sa **zaslonom** je karakterističan najveći diferencijalni tlak Δp što rezultira velikom osjetljivošću. Zbog pojave turbulencije ispred i iza otvora nastaju povećani gubici energije što rezultira u znatnom gubitku tlaka Δp_g . Taj gubitak se mora nadoknaditi pomoću pumpi što u slučaju velikih protoka predstavlja ekonomski gubitak.

Kod mjerila protoka s **mlaznicom** turbulencije nastaju samo iza otvora, Δp i Δp_g su manji.

Venturijeva cijev za zadani omjer suženja cijevi β daje najmanji Δp i Δp_g . Za njezin smještaj treba više mjesta i cijena joj je viša od ostalih izvedbi. Koristi se za mjerenje vrlo velikih protoka gdje je bitna ušteda energije.

Karakteristike mjerila protoka sa suženjem:

- nelinearna karakteristika
- mala dinamika: 1:3
- točnost 0.5% do 2%
- nisu pogodna za mjerenje pri brzim promjenama brzine strujanja fluida

MJERENJE PROTOKA VRTLOŽENJEM (TURBULENCIJOM):

Iza nepokretnog objekta u struji fluida stvaraju se vrtlozi (Karmanovi vrtlozi) čija frekvencija je proporcionalna brzini strujanja:

$$f = St \frac{v}{d}$$

v – brzina strujanja fluida

d – širina prepreke

$St = 0.185$ za strujanja u intervalu od $Re = 3 \cdot 10^2$ do $Re = 2 \cdot 10^5$

(Strouhalova konstanta)

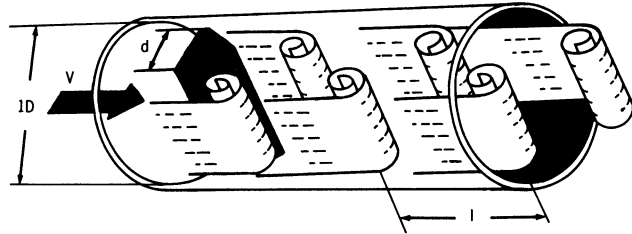
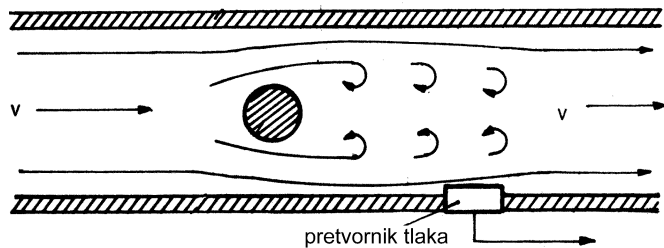


FIG. 2.28a

The distance between the Kármán vortices (l) is only a function of the width of the obstruction (d), and therefore the number of vortices per unit of time gives flow velocity (V).

U područje vrtloženja se postavlja mjerni pretvornik koji može pratiti frekvenciju vrtloženja. Najčešće se mjeri frekvencija promjene tlaka uslijed vrtloženja, a mogu se koristiti termistori, tenzometri, ultrazvučna metoda, induktivna metoda, itd.

Iz izmjerene frekvencije protok se može izračunati prema izrazu:



$$Q = Av = \frac{Ad}{St} f = Kf$$

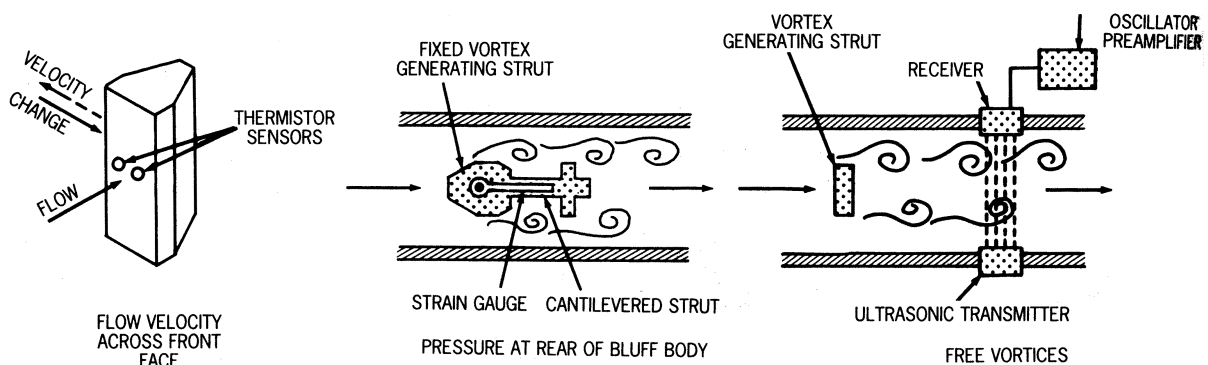


FIG. 2.28c

Solid-state vortex flowmeter designs with limited accessibility to their sensors.

Karakteristike mjerila protoka vrtloženjem:

- linearna karakteristika
- velika dinamika: 1:100
- točnost bolja od 1%
- ne koriste se za vrlo viskozne tekućine

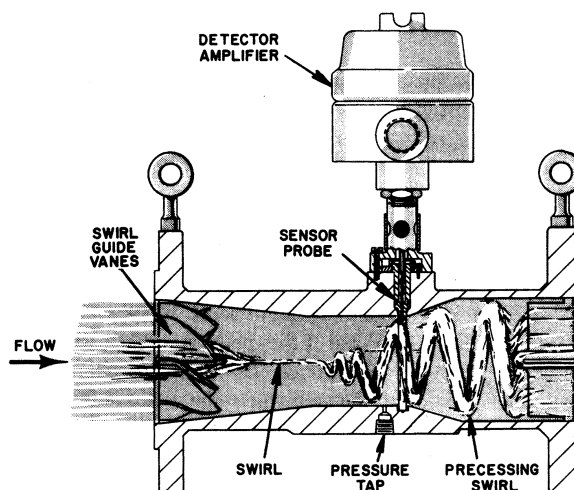


FIG. 2.281

Construction of a typical vortex precession (swirl) meter.

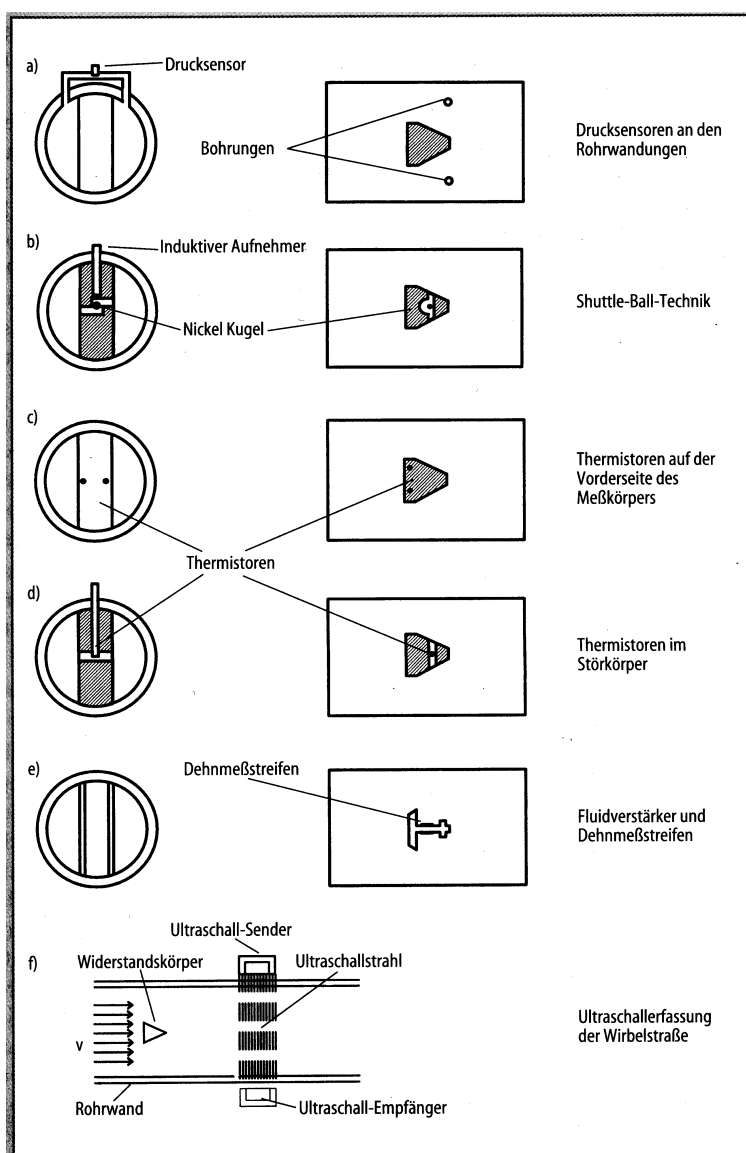


Abb. 13-14 Herkömmliche Meßwertaufnehmer

ROTAMETAR

Osnovni dijelovi rotametra su vertikalna konusna cijev i plovak kružnog presjeka koji se slobodno kreće ovisno o brzini, odnosno protoku fluida. Specifična težina plovka veća je od specifične težine fluida, pa se pri brzini jednakoj nuli plovak nalazi na dnu cijevi. Uslijed kretanja fluida plovak se penje do visine proporcionalne protoku.

Pri konstantnom protoku težina plovka umanjena za silu uzgona jednaka je sili uslijed razlike tlakova ispod i iznad plovka:

$$gV_p(\rho_p - \rho_f) = A_p(p_1 - p_2)$$

$$(p_1 - p_2) = \frac{gV_p}{A_p}(\rho_p - \rho_f)$$

V_p – volumen plovka

A_p – maksimalni presjek plovka

ρ_p – gustoća plovka

ρ_f – gustoća fluida

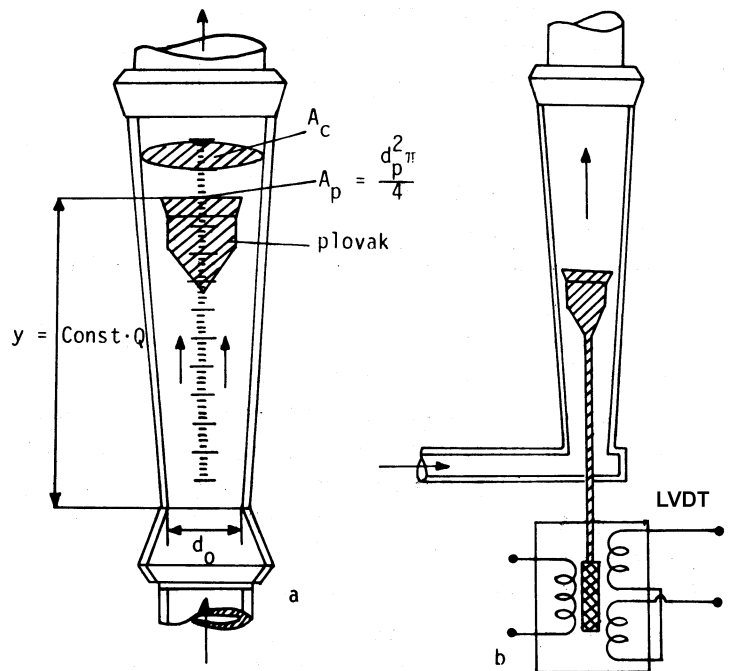
Ako u Bernoullijevu jednadžbu uvrstimo $v_1 = 0$ jer plovak miruje na određenoj visini, dobijemo

$$p_2 + \frac{\rho_f}{2}v_2^2 = p_1$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2}{\rho_f}(p_1 - p_2)} = \sqrt{\frac{2}{\rho_f} \frac{gV_p}{A_p}(\rho_p - \rho_f)}$$

$$Q = (A_{cy} - A_p)v_2$$

A_{cy} – presjek cijevi na visini y – za konusnu cijev se približno linearno mijenja s y .



Karakteristike rotametra:

- linearna karakteristika
- mali pad tlaka, konstantan i neovisan o protoku
- dinamika 10:1
- raspon mjerenja protoka od 0.04 l/h do 150 m³/h
- točnost od 0.4% do 40% maksimalnog protoka
- predviđeni su za vertikalnu ugradnju

Variable area flowmeter

General functionality

Applications:

Volume flow measurement of liquids and gases

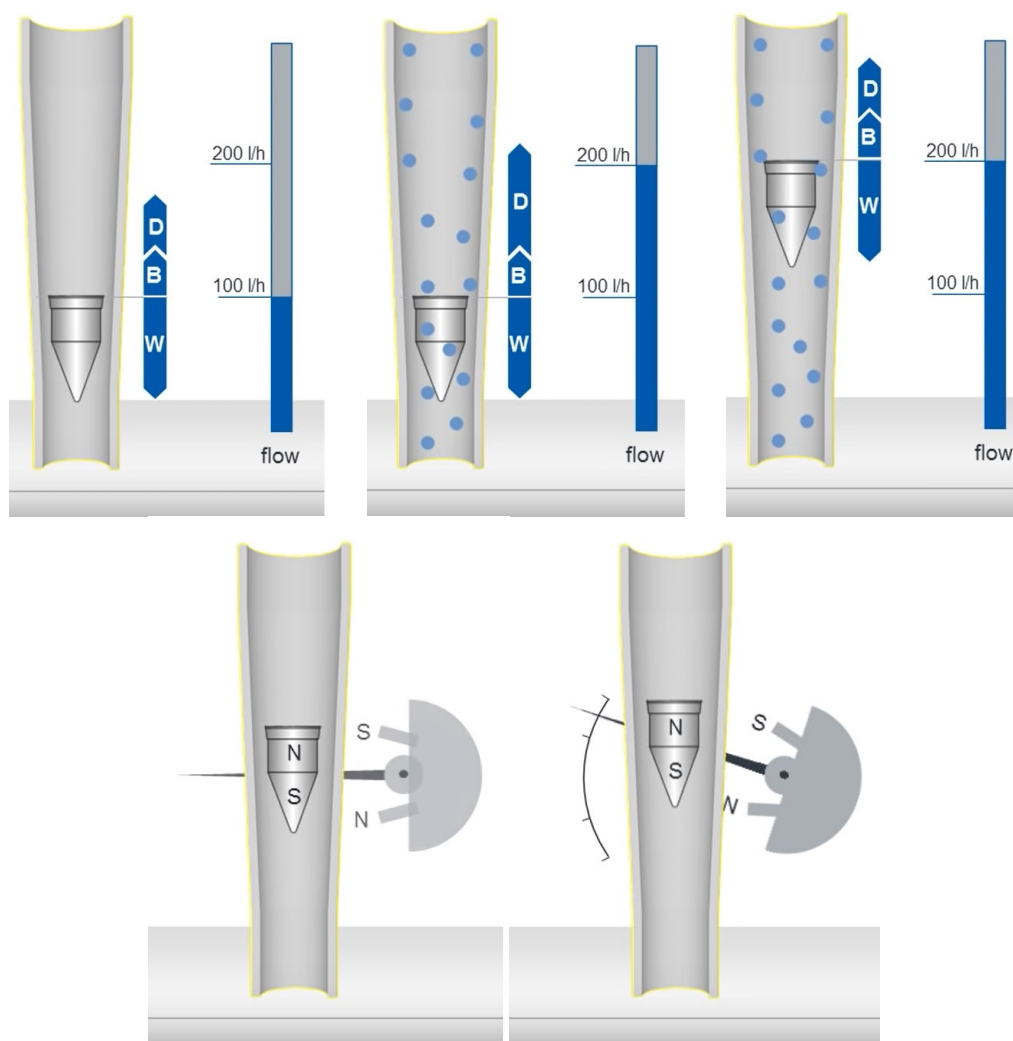
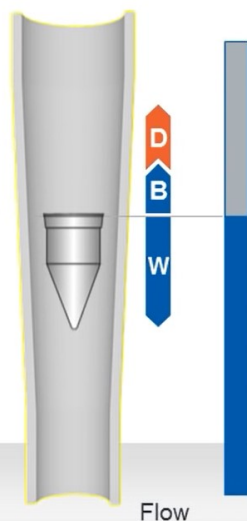
Components:

- Vertical conical measuring tube
- Mobile float
- The position of the float is a flow indicator
- W and B = constant
- D = variable

Balance of forces:

Weight = Drag + Buoyancy

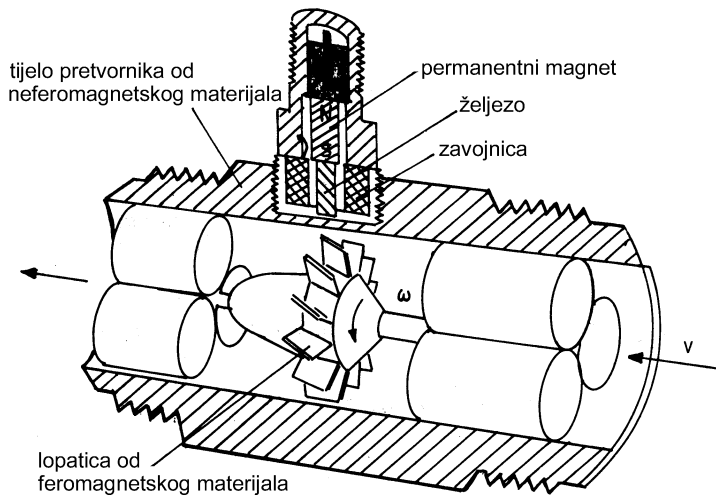
ring orifice



Izvor: KROHNE – Measuring Principle of Variable Area Flowmeters (<https://www.youtube.com/watch?v=Pz-Mvdc6nf4>)

MJERILA PROTOKA S TURBINOM

Sastoje se od rotora (turbine) s dvije ili više lopatica, koji se uslijed protoka fluida okreće kutnom brzinom linearno proporcionalnom brzini protjecanja.



Lopaticice rotora su od feromagnetskog materijala. Kada lopatica prolazi ispod permanentnog magneta dolazi do promjene magnetskog toka te se u zavojnici inducira napon:

$$e = -z \frac{d\phi}{dt} \quad \text{frekvencije} \quad f = nm$$

pri čemu je n broj okretaja turbine a m broj lopatica.

$$Q = Kf$$

K = konstanta koju specificira proizvođač

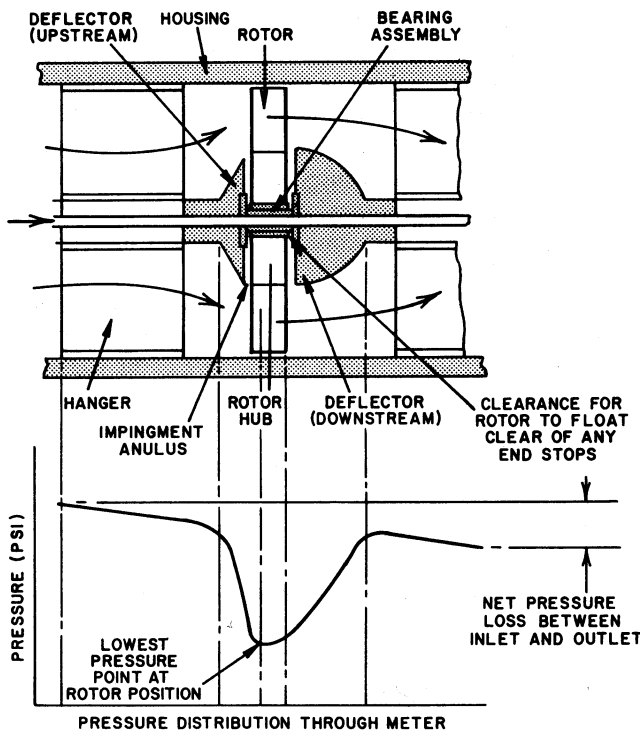


FIG. 2.23g

Typical pressure distribution through a turbine meter.

Postoji i izvedba mjerila protoka s turbinom kod koje su permanentni magneti ugrađeni u lopatice rotora, a u statoru se nalazi samo namot.

Pri mjerenju plinova i prozirnih tekućina koriste se i optičko mjerenje kutne brzine rotora.

Karakteristike mjerila protoka s turbinom:

- linearnost i točnost 0.05% do 0.1% maksimalnog protoka - često se koriste kao sekundarni etaloni za kalibraciju drugih mjerila protoka
- dobre dinamičke karakteristike – vremenska konstanta od 2 ms do 10 ms
- širok raspon protoka, od 0.1 dm³/s do preko 1000 dm³/s
- dinamika 10:1
- pri maksimalnom protoku stalni gubitak tlaka može iznositi i preko 30 kPa

ELEKTROINDUKCIJSKA METODA MJERENJA PROTOKA

Primjenjiva je samo na vodljive tekućine.

Temelji se na zakonu elektromagnetske indukcije:

$$e = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{l}$$

Cijev promjera D kroz koju teče vodljiva tekućina postavlja se u magnetsko polje indukcije B . Vodič duljine $l = D$ predstavlja sama vodljiva tekućina koja struji brzinom v . U praktičnoj izvedbi vektori su međusobno okomiti pa možemo pisati:

$$e = vBD$$

iz čega slijedi:

$$v = \frac{e}{BD}$$

$$Q = Av = \frac{D^2 \pi}{4} \frac{e}{BD} = \frac{D\pi}{4B} e \Rightarrow Q = Ke$$

Problem pri radu s istosmjernim magnetskim poljem je stvaranje **polarizacijskog napona** (koji je veći od korisnog signala) na elektrodama.

Zbog toga se za mjerenje koristi izmjenično magnetsko polje. Pri tome se najčešće koriste sljedeći valni oblici:

1. sinusoidalni
2. pravokutni
3. trapezni

Sinusoidalna uzbuda

$$B = B_m \sin \omega t$$

$$e_s = DvB_m \sin \omega t \quad - \text{korisni signal}$$

Rasipno polje elektromagneta B_t kroz petlju koju zatvaraju vodiči priključeni na elektrode stvara napon smetnje e_t :

$$e_t = \frac{d\phi_t}{dt} = S \frac{dB_t}{dt}$$

$$B_t = \sigma B = \sigma B_m \sin \omega t \quad - \text{rasipni tok} = \sigma \cdot \text{korisni tok}$$

$$e_t = S\omega\sigma B_m \cos \omega t$$

Korisni signal i smetnja su međusobno pomaknuti za 90° - ta činjenica se može iskoristiti za odvajanje signala od smetnje.

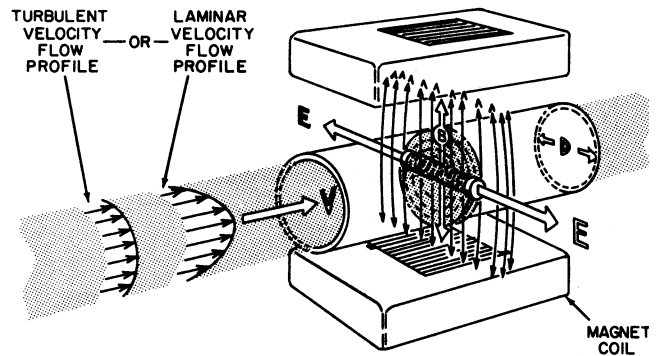
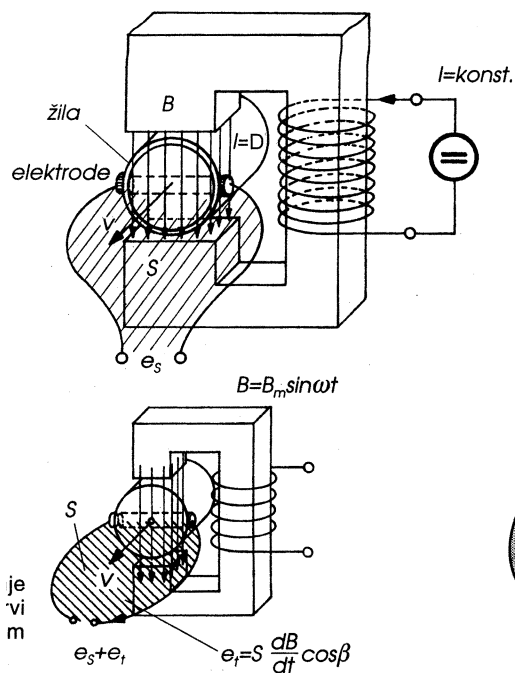
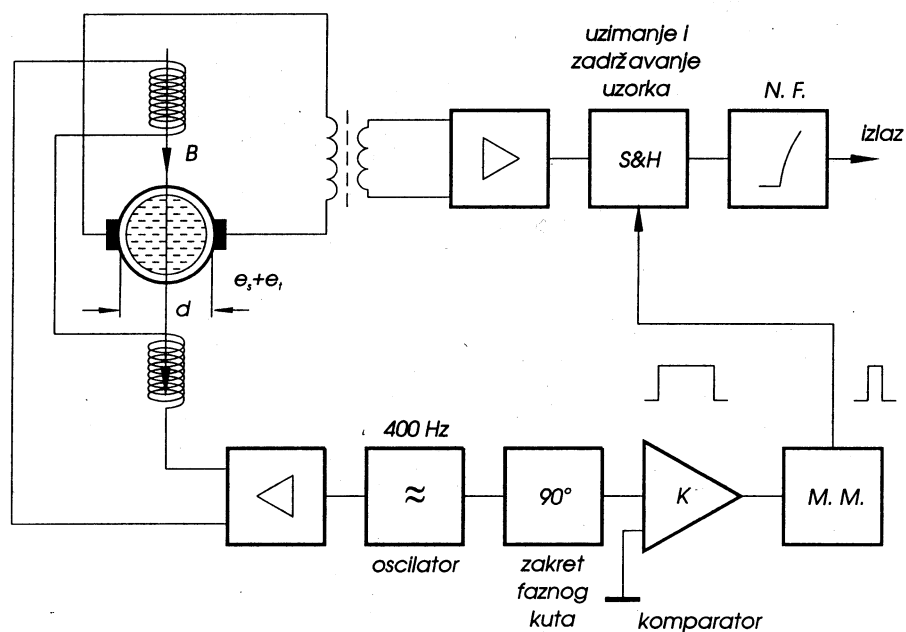


FIG. 2.9a

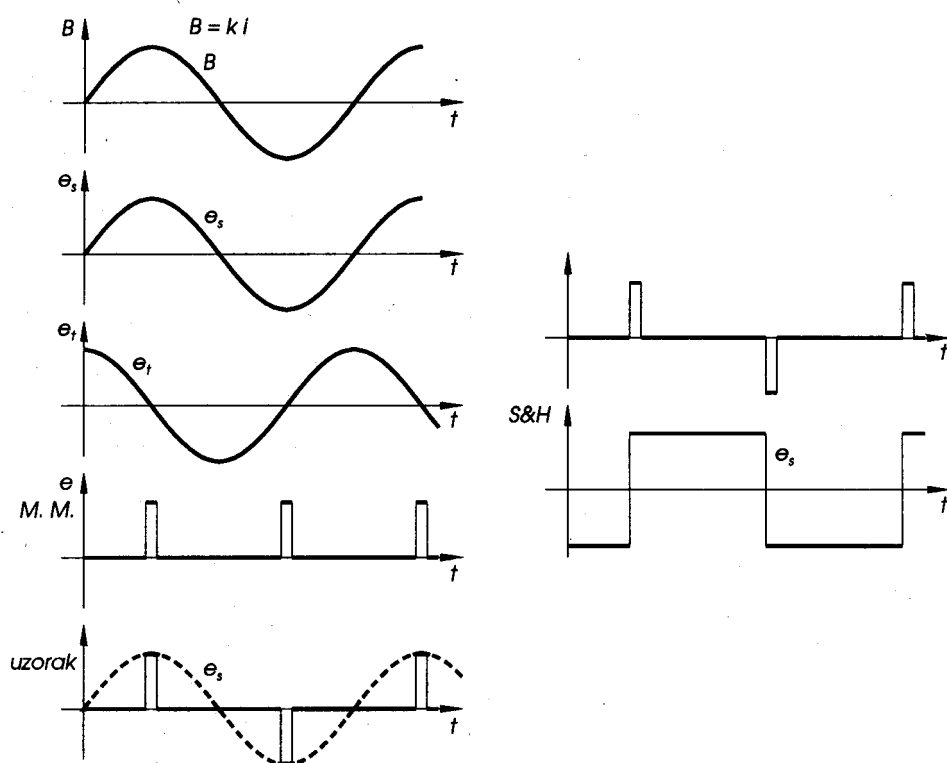
Schematic representation of the magnetic flowmeter.





Slika 7.17. Blok-shema uređaja za mjerenje brzine strujanja krvi elektroindukcijskom metodom

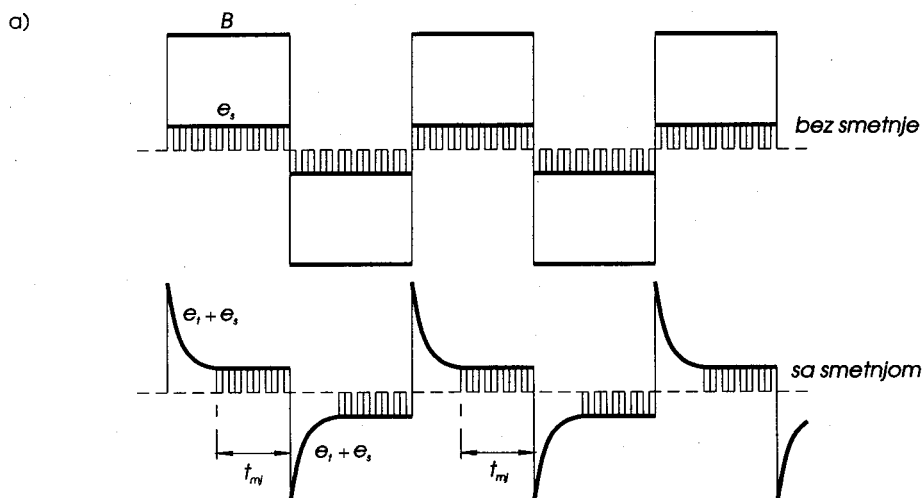
Uzorak mjerenog signala e_s uzima se u trenutku kada je napon smetnji e_t jednak nuli.



Slika 7.18. Vremenski dijagram kod elektroindukcijske metode sa sinusnom uzбудom

Amplituda izlaznog signala je proporcionalna protoku.

Pravokutna uzbuda



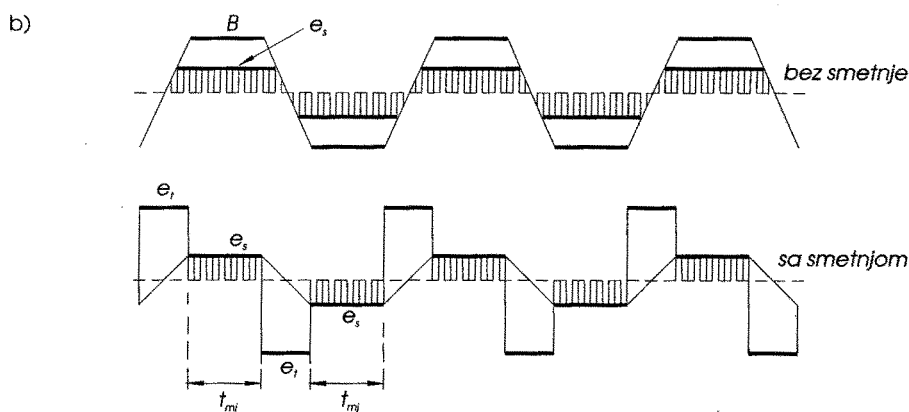
Slika 7.19. a) Vremenski dijagram kod elektroindukcijske metode s uzbuđom - pravokutni oblik struje

$e_s = BDv$ - valni oblik korisnog signala jednak je valnom obliku uzbude

$e_t = S \frac{dB_t}{dt}$ - valni oblik smetnje jednak je derivaciji valnog oblika uzbude

Mjerenje se provodi tijekom intervala t_{mj} nakon što signal smetnje postane zanemarivo mali.

Trapezna uzbuda



Slika 7.19. b) Vremenski dijagram kod elektroindukcijske metode s uzbuđom - trapezni oblik struje

Signal smetnje prisutan je tijekom promjene magnetskog polja. Mjerenje se provodi tijekom intervala t_{mj} .

ULTRAZVUČNE METODE MJERENJA PROTOKA**METODA MJERENJA PROLAZNOG VREMENA**

Mjerenje se temelji na činjenici da se ultrazvučni val rasprostire brže niz struju, nego uz struju fluida. Mjeri se razlika vremena prostiranja ultrazvuka niz struju i uz struju. Pretpostavka: brzina rasprostiranja ultrazvučnog vala c puno je veća od brzine protjecanja fluida v .

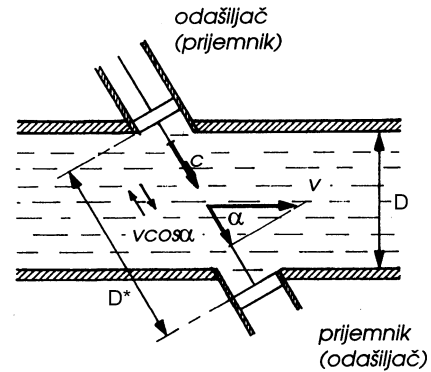
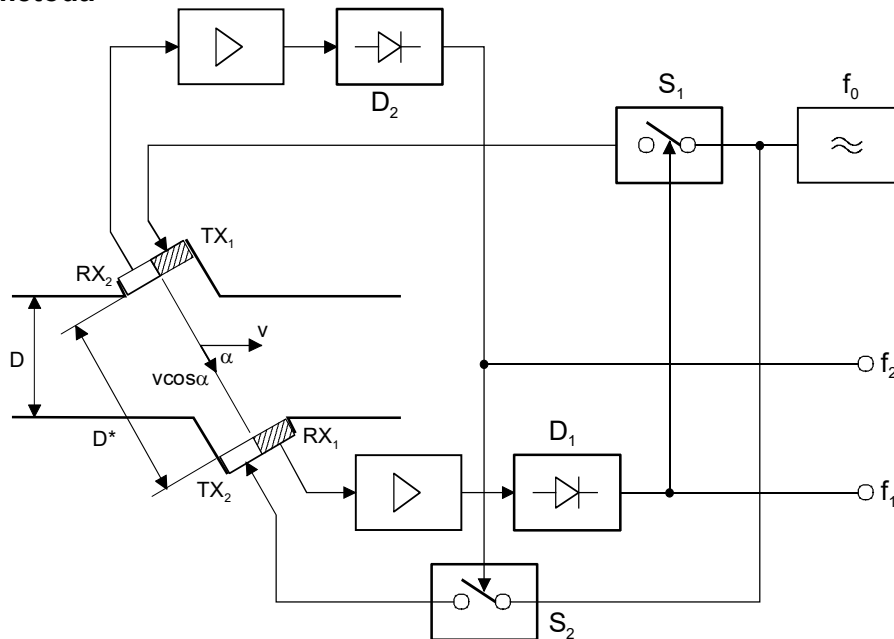
$$t_1 = \frac{D^*}{c + v \cos \alpha} \quad t_2 = \frac{D^*}{c - v \cos \alpha}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2D^* v \cos \alpha}{c^2 - v^2 \cos^2 \alpha}$$

ako vrijedi $v \ll c$ (npr. za vodu $c \approx 1500$ m/s)

$$\Delta t = \frac{2D^* v \cos \alpha}{c^2}$$

$$v = \frac{c^2}{2D^* \cos \alpha} \Delta t \Rightarrow Q = Av = \frac{D^2 \pi c^2}{8D^* \cos \alpha} \Delta t = K \Delta t$$

**Impulsna metoda**

Na početku je S_1 zatvorena. Ultrazvučni val putuje od TX_1 do RX_1 . Kada se nakon vremena t_1 pojavi anvelopa signala na izlazu demodulatora D_1 , S_1 se otvori i ostaje otvorena tako dugo dok anvelopa ne padne na nulu, kada se ponovo zatvara. Isto vrijedi i za S_2 .

$$t_1 = \frac{D^*}{c + v \cos \alpha}, \quad t_2 = \frac{D^*}{c - v \cos \alpha}$$

$$f_1 = \frac{1}{2t_1} = \frac{c + v \cos \alpha}{2D^*}, \quad f_2 = \frac{1}{2t_2} = \frac{c - v \cos \alpha}{2D^*}$$

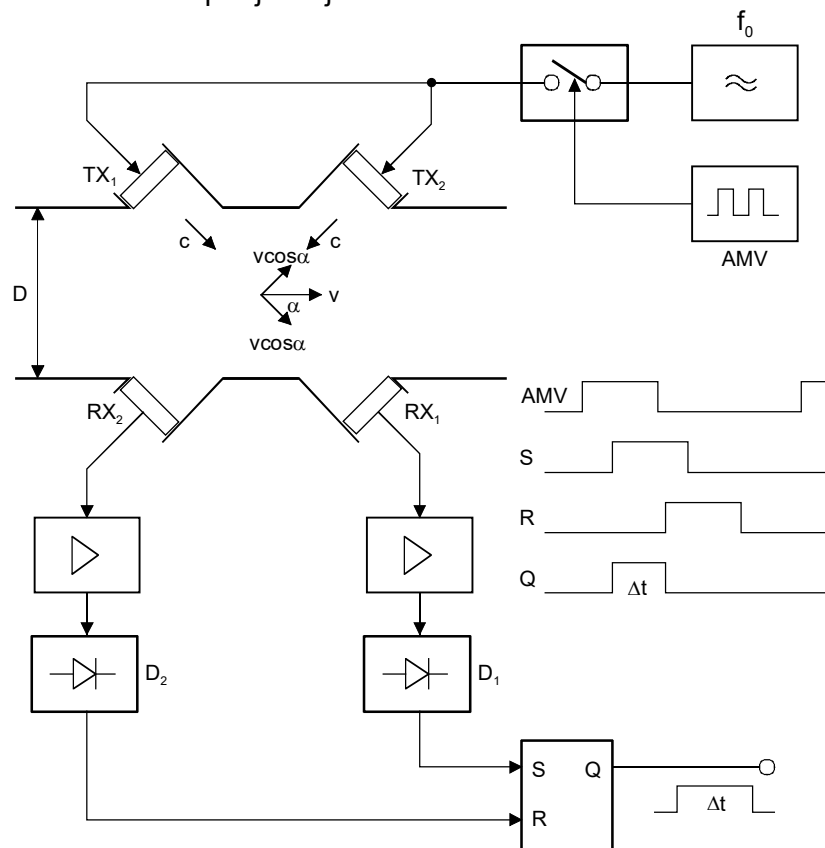
$$\Delta f = f_1 - f_2 = \frac{v \cos \alpha}{D^*} \Rightarrow v = \frac{D^*}{\cos \alpha} \Delta f = K_1 \Delta f$$

$$Q = vA = K \Delta f$$

Unakrsna metoda

Istovremeno šaljem dva ultrazvučna vala: jedan u smjeru, a drugi suprotno od smjera strujanja.

Ta dva signala dovode se na bistabil. Prvi signal postavlja bistabil u stanje "1", a drugi ga signal vraća u stanje "0" (resetira). Na izlazu bistabila dobiva se pravokutni impuls čije je trajanje proporcionalno brzini protjecanja fluida.

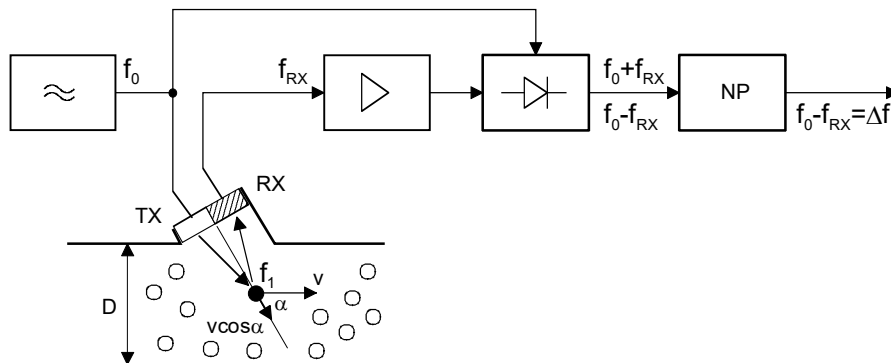


$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{D}{c - v \cos \alpha} - \frac{D}{c + v \cos \alpha} \approx \frac{2D v \cos \alpha}{c^2}, \quad \text{za } v \ll c$$

$$v = \frac{c^2}{2D \cos \alpha} \Delta t = K \Delta t$$

MJERENJE PROTOKA TEMELJENO NA DOPPLEROVOM EFEKTU

Koristi se kada u tekućini ima čestica (ili mjehurića) od kojih se ultrazvuk može reflektirati.
Primjer: neinvazivno mjerenje protoka krvi u žilama.



Frekvencija koju prima mirni prijemnik od izvora frekvencije f_1 koji se odmiče:

$$f_{RX} = f_1 \frac{1}{1 + \frac{v}{c} \cos \alpha}$$

Frekvencija koju prima prijemnik koji se odmiče od mirnog izvora frekvencije

$$f_1 = f_o \left(1 - \frac{v}{c} \cos \alpha \right)$$

$$f_{RX} = f_o \frac{1 - \frac{v}{c} \cos \alpha}{1 + \frac{v}{c} \cos \alpha} \approx f_o \left(1 - \frac{v}{c} \cos \alpha \right)^2 \approx f_o \left(1 - \frac{2v}{c} \cos \alpha \right), \text{ uz uvjet } v \ll c$$

Iskorištena je činjenica da uz $x \ll 1$, vrijedi $\frac{1}{1+x} \approx 1-x$

$$\Delta f = f_o - f_{RX} = f_o \frac{2v}{c} \cos \alpha$$

$$v = \frac{c}{2 f_o \cos \alpha} \Delta f$$

$$Q = Av = \frac{D^2 \pi}{4} \frac{c}{2 f_o \cos \alpha} \Delta f = K \Delta f$$

Karakteristike mjerila protoka s Dopplerovim efektom:

- na rad utječe koncentracija i veličina čestica kao i raspodjela brzine fluida po presjeku cijevi.
- točnost: 5%

KROSKORELACIJSKA METODA MJERENJA PROTOKA

Jedna od najstarijih i najjednostavnijih metoda mjerenja protoka. U tvar koja se prenosi ubaci se marker i mjeri se vrijeme potrebno da marker prevali put između dvije točke. Iz izmjerene vremena i poznate udaljenosti između dvije kontrolne točke izračuna se brzina, a uz poznatu površinu presjeka i protok.

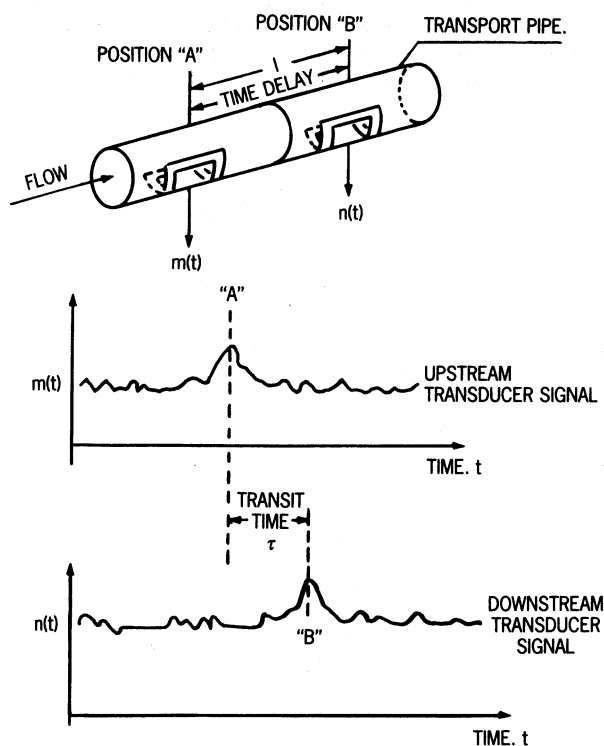


FIG. 2.4a
Cross-correlation flowmetering.

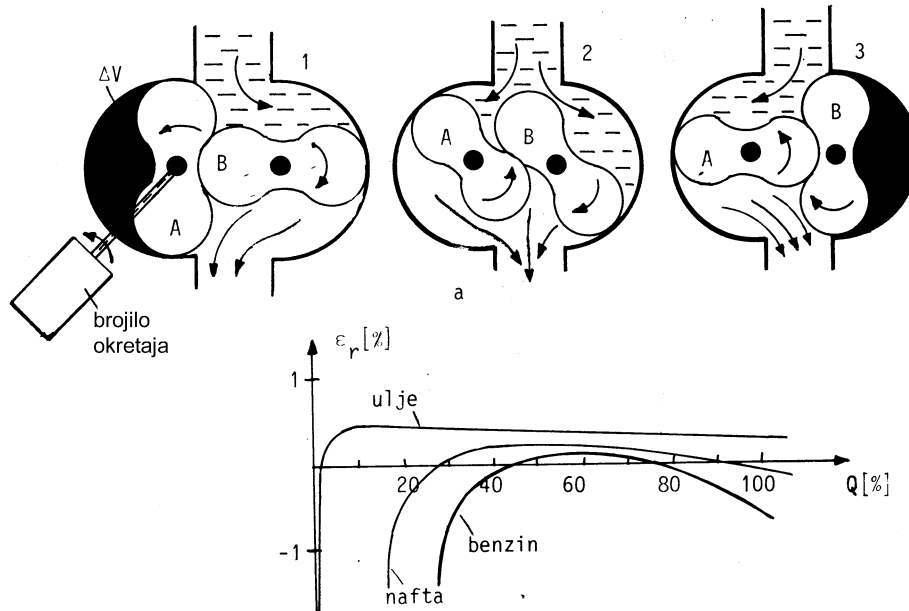
Vrijeme prolaska između točaka A i B može se izračunati pomoću kroskorelacije:

$$R_{mn}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T m(t)n(t-\tau)dt$$

Kao marker (ili poremećaj) mogu poslužiti ubačene čestice, mjehurići, radioaktivnost, boja, itd.

VOLUMETRIJSKE METODE MJERENJA PROTOKA

Temelje se na mjerenju volumena: tekućina koja ulazi u pretvornik dijeli se na elementarne volumene koji se broje. Broj tih elementarnih volumena koji prođu kroz pretvornik broje se mjerenjem broja okretaja nekog rotirajućeg elementa. Postoji veliki broj izvedbi – sve one predstavljaju određene tipove pneumatskih ili hidrauličkih motora koji za svoje okretanje koriste energiju fluida.



Trenutni protok proporcionalan je kutnoj brzini rotora, dok je ukupna protekla količina fluida u nekom vremenskom intervalu proporcionalna izbrojenom broju okretaja.

U svakom položaju rotor se međusobno dodiruju onemogućavajući prolazak tekućine između dodirnih površina. Zazori između rotora i kućišta kao i međusobni zazori između rotora moraju biti vrlo mali (0.03 do 0.1 mm). Kroz te zazore ipak protječe određena količina tekućine i uzrokuje grešku mjerenja. Greška je posebno velika kod malih protoka, a ovisi o viskoznosti tekućine, mehaničkom trenju rotora i geometrijskim parametrima.

Karakteristike volumetrijskih mjerila protoka:

- prisutan je veliki pad tlaka pri prolasku tekućine kroz pretvornik ($5 \cdot 10^4$ Pa) pri maksimalnom protoku što predstavlja znatan gubitak energije koji se mora nadoknaditi pomoću pumpi.
- nemogućnost primjene kod tekućina koje sadrže veće čvrste čestice
- točnost mjerenja: tipično 1%, a može i do 0.1%

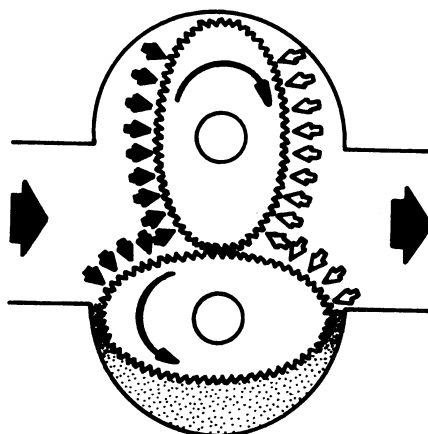
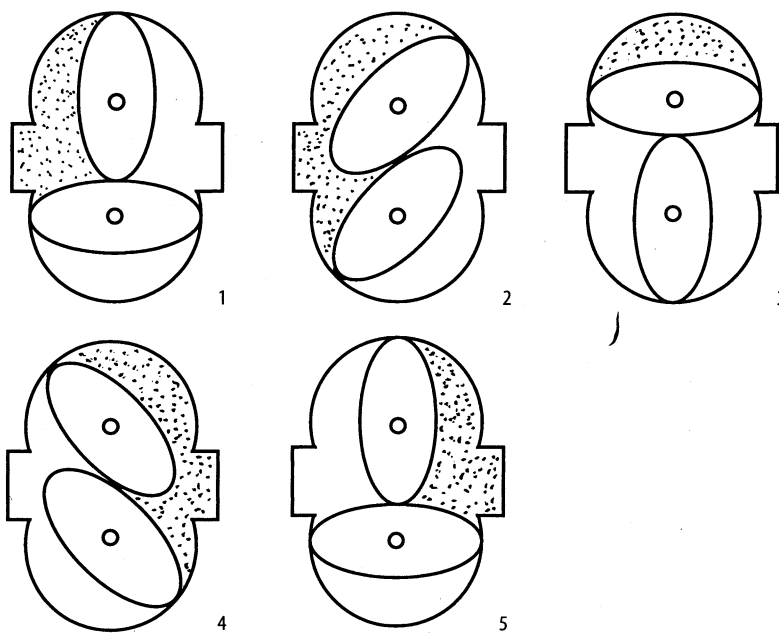


FIG. 2.171

Oval-gear flowmeter. (Courtesy of Brooks Instrument, Division of Emerson Electric)



KALORIMETRIJSKA METODA MJERENJA PROTOKA

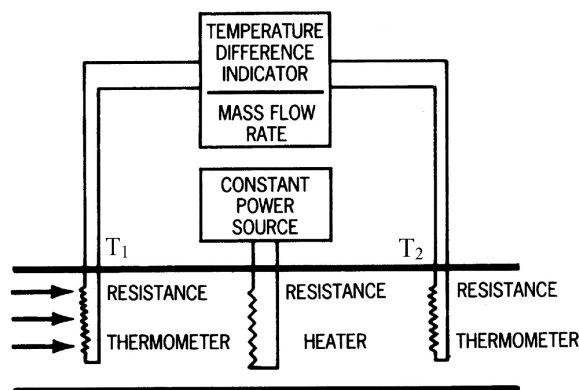


FIG. 2.12a
Heat transfer flowmeter.

Osnovni dijelovi kalorimetrijskog mjerila protoka su grijač i dva temperaturna senzora koji mjere temperaturu fluida ispred (T_1) i iza (T_2) grijača. Ako je snaga grijača P konstantna, uz zanemarivanje gubitka topline, pri stacionarnom toku fluida sva toplinska energija grijača se odnosi protokom fluida koji se zagrijava za temperaturnu razliku $\Delta T = T_2 - T_1$.

$$P = \frac{mc\Delta T}{t} = Q_m c\Delta T$$

$$Q_m = \frac{m}{t} = \frac{P}{c\Delta T} \quad - \text{maseni protok}$$

gdje je c – specifični toplinski kapacitet

Pretvornici koji koriste kalorimetrijsku metodu daju podatak o **masenom protoku**, za razliku od ostalih pretvornika koji daju volumni protok.

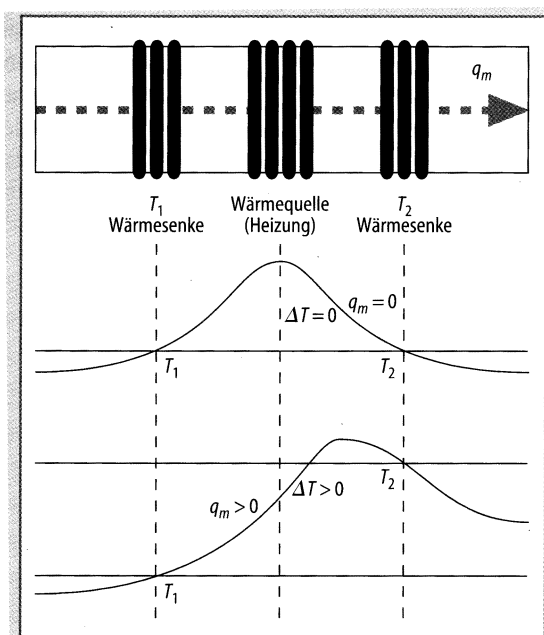


Abb. 13-94 Differenztemperaturverfahren

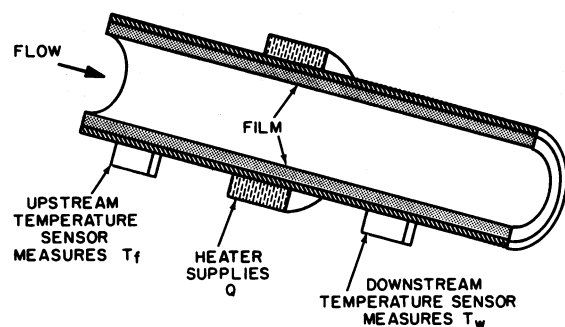


FIG. 2.12b
Thermal flowmeter with external elements and heater.

Za mjerenje većih protoka grijač i temperaturni senzori se postavljaju izvan cijevi.

Karakteristike kalorimetrijskih mjerila protoka:

- točnost: 1% do 2% pune skale
- dinamika: 10:1 do 100:1

ANEMOMETRI S UGRIJANOM ŽICOM

Anemometri s ugrijanom žicom ili metalnim filmom koriste se za mjerenje brzine fluida i to uglavnom za dinamička mjerenja, kada se zahtijeva velika brzina odziva.

Rad anemometra s ugrijanom žicom temelji se na promjeni otpora ugrijane žice zbog promjene odvođenja topline u ovisnosti o brzini fluida.

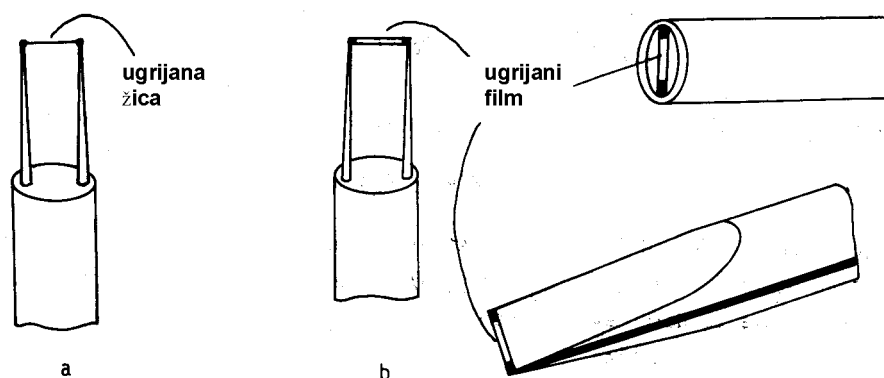
$$W = (T_n - T_f)(a + b\sqrt{v})$$

pri čemu je W odvedena toplina, T_n temperatura ugrijane niti, T_f temperatura fluida, a i b koeficijenti koji ovise o obliku senzora i vrsti fluida i v brzina strujanja.

Žice su uglavnom od platine, volframa i nikla, duljine oko 5 mm i debljine 5 – 10 μm , otpora u hladnom stanju od 2 do 10 Ω .

Žica je pričvršćena za dva držača koji su malih dimenzija da ne bi znatnije utjecali na brzinu strujanja na mjestu na kojem je postavljen anemometar.

Anemometar s ugrijanom žicom osjetljivi su na mehaničke udare, a također postoji mogućnost pregaranja pri previsokoj temperaturi zagrijavanja. Zbog toga se u novije vrijeme koriste senzori u obliku tankog filma napareni na kvarcnu ili keramičku podlogu.

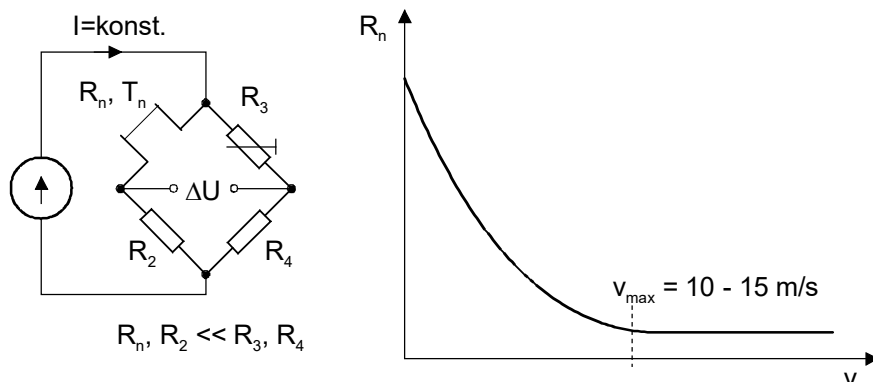


Po načinu rada razlikujemo dvije vrste anemometra s ugrijanom žicom:

- anemometar s konstantnom strujom
- anemometar s konstantnom temperaturom

Anemometar s konstantnom strujom

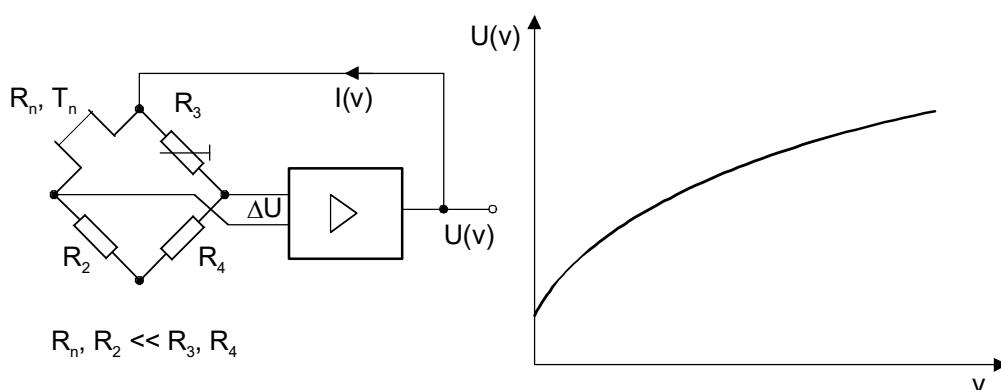
Kroz žicu se propušta konstantna struja uslijed koje se žica zagrije na 200°C . Uslijed strujanja fluida dolazi do bržeg odvođenja topline sa žice – žica se hladi i smanjuje joj se otpor.



Osjetljivost pri malim brzinama je velika i opada s porastom brzine. Zbog toga se metoda konstantne struje ne može upotrijebiti za mjerenje većih brzina.

Anemometar s konstantnom temperaturom

Temperatura ugrijane žice se drži konstantnom pri različitim brzinama strujanja. Uslijed kretanja fluida smanjuje se temperatura zagrijane žice, a time i otpor te dolazi do razdešenja mosta. Nastali $U(v)$ mijenja struju napajanja mosta tako da se temperatura T_n održi konstantna i most ponovo uravnoteži.



Osnovna prednost metode konstantne temperature je široki mjerni opseg – karakteristika nema zasićenje u području većih brzina.

Točnost: $\pm 1\%$

Brzine $v = 0.1 \div 500 \text{ m/s}$