

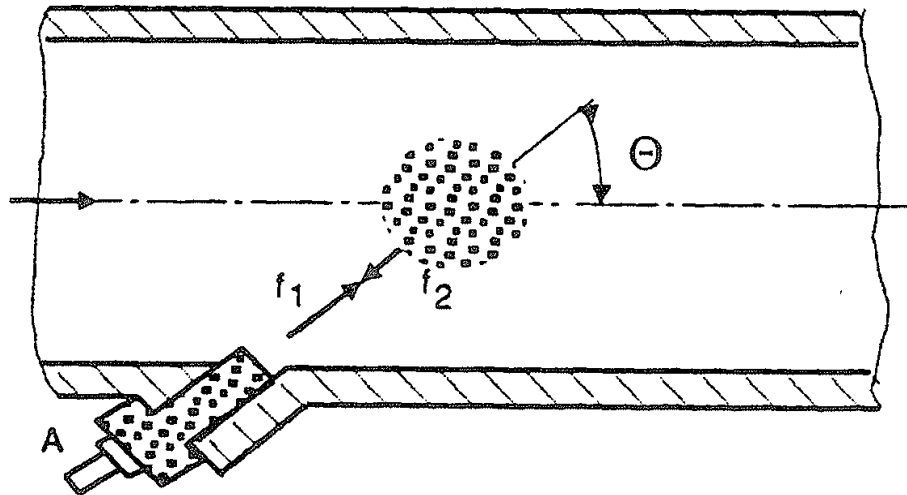
7. KÜLÖNLEGES ÁRAMLÁSMÉRŐK

7.1. Ultrahangos áramlásmérők

7.1.1. Alkalmazási példa: gázkút

7.1.2. Működési elv - példa

$$f_1 - f_2 = 2 \bar{v} f_1 \frac{\cos \theta}{a}$$

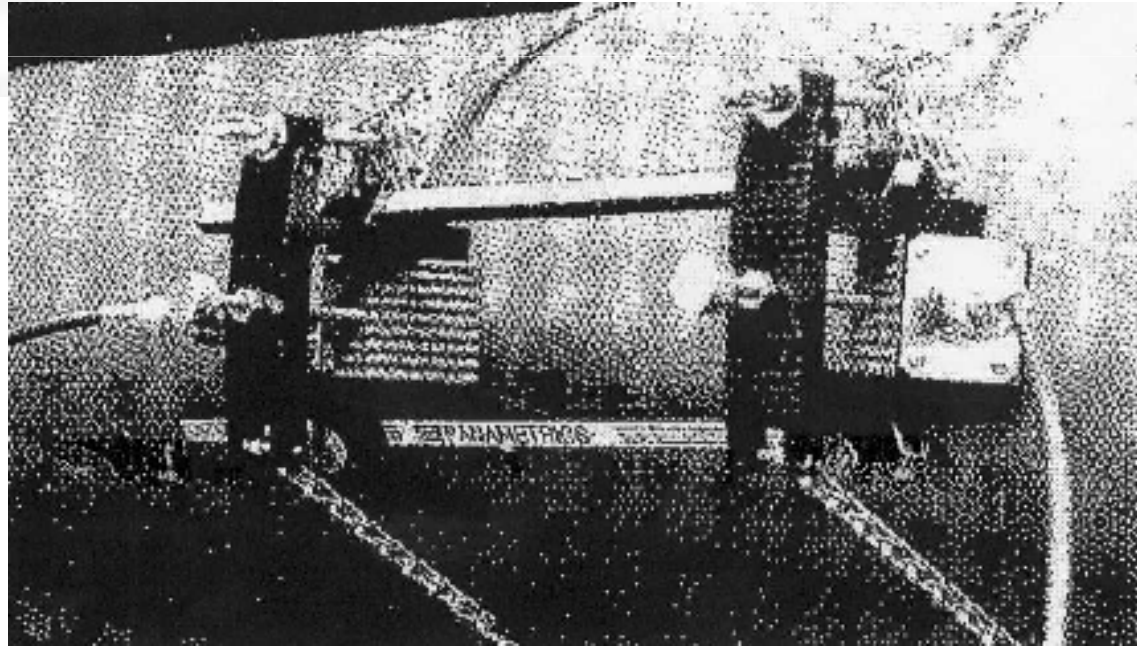
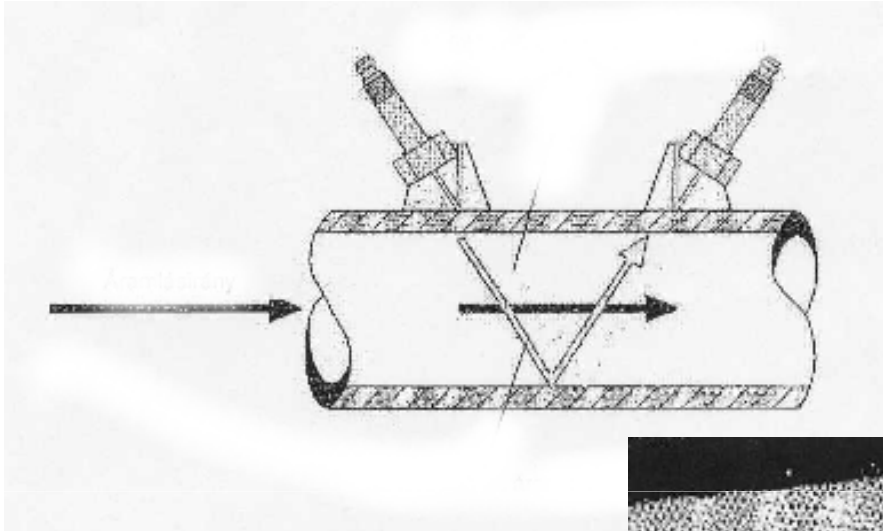


$$\frac{f_1 - f_2}{f_1} \ll 1$$

$$q_V = \bar{v} A$$

Doppler elv

Acélipari alkalmazás (revésvíz mérése)



Dr. Vad János: Korszerű áramlásmérés

FŐ ELŐNYÖK:

- Érintésmentes
- Nincs nyomásesés
- Hosszú élettartam
- Utólagosan beépíthető
- A mérési elv független a közegsűrűségtől

FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:

A relatív mérési hiba nagyságrendje néhány (1 – 2) % vagy még több \Leftrightarrow alkalmi kalibráció

A közeg akusztikai „átláthatósága” szükséges

A mérési eredmények hőfokfüggése

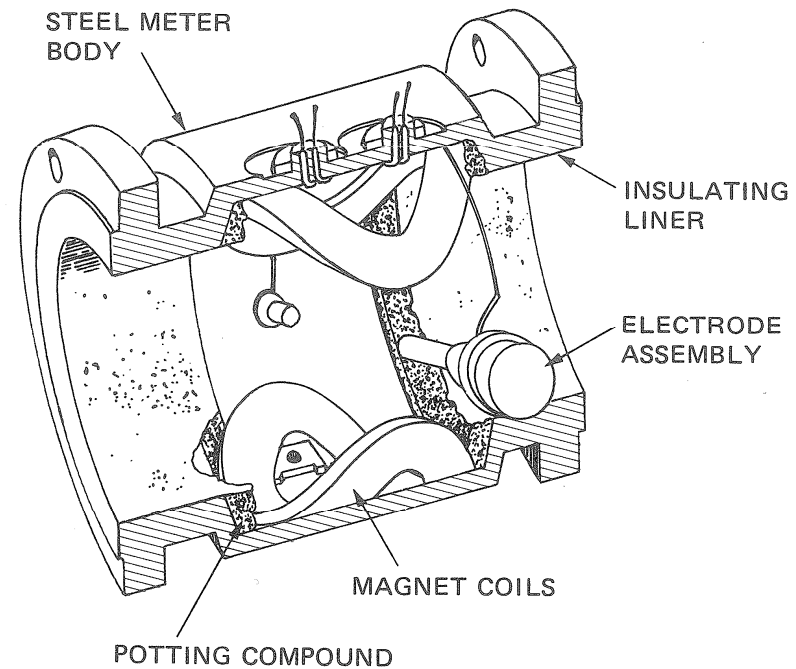
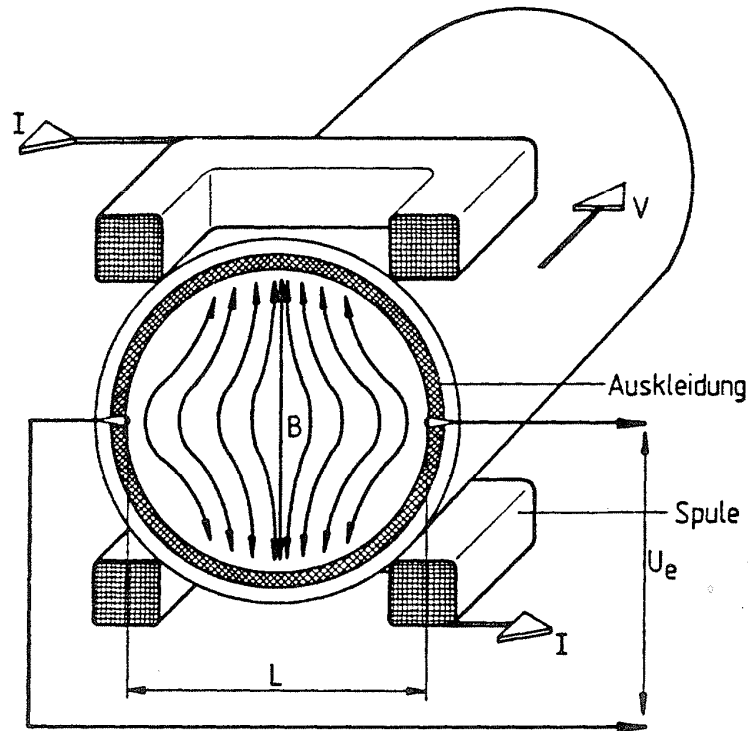
7.2. Magneto-induktív (magneto-hidrodinamikus, MHD) áramlásmérők

7.2.1. Alkalmazási példák: iszap, papírpép

$$u = B L v \qquad q_v = \frac{u D \pi}{4 B}$$

7.2.2. Mérési elv és kivitel

Faraday effektus





Integral Flowmeter

Karimás



Remote Flowtube

„Szendvics”

FŐ ELŐNYÖK:

- Adott vezetőképességi limit felett a mérési elv NEM függ a közeg vezetőképességétől
- A mérési elv független a közegnyomástól, sűrűségtől, hőmérséklettől, kinematikai viszkozitástól
- Minimális függés a sebességprofiltól \Rightarrow erősen zavart áramlások mérése
- Nincs nyomásveszteség, érintésmentes
- Nagy, szavatolt pontosság (relatív hiba 0.2 - 1 %)

FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:

Elektromos vezetőképesség szükséges \Rightarrow csak cseppfolyós közegek, kivéve petrokémiai termékeket (olaj, gázolaj, stb.)

7.3. Örvényhagyó (Vortex) áramlásmérők

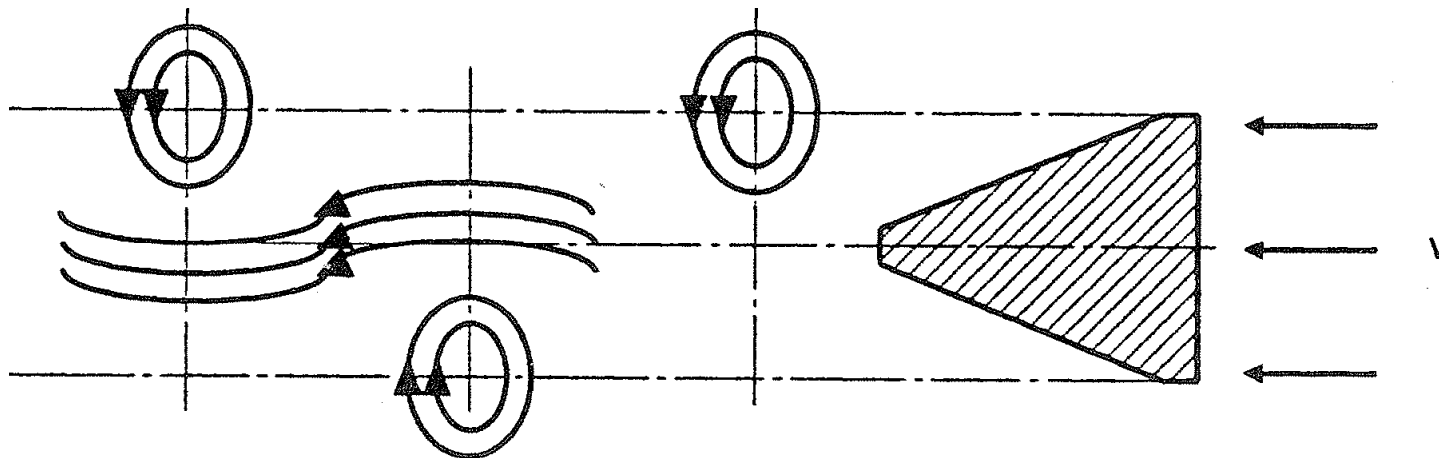
7.3.1. Alkalmazási példák: tiszta gáz, gőz

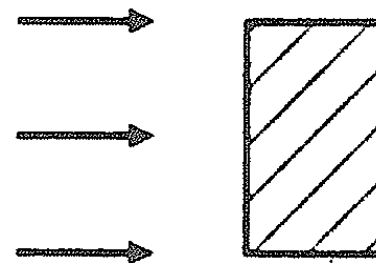
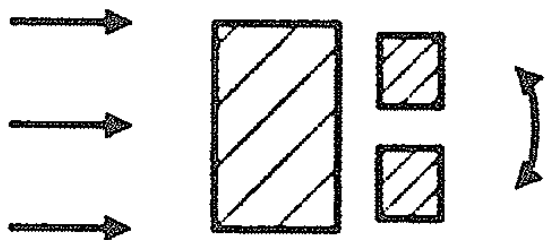
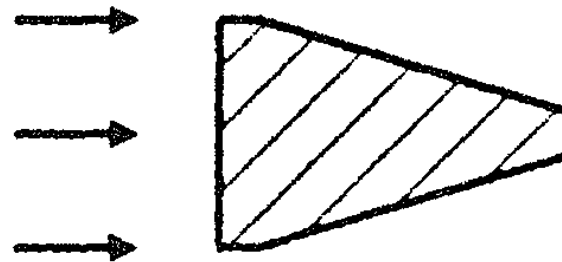
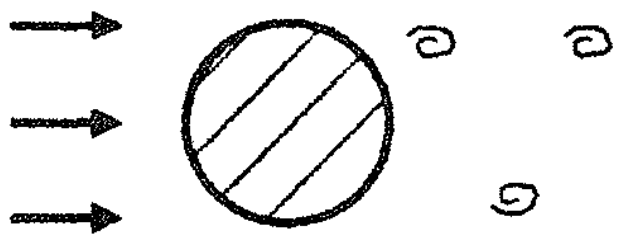
7.3.2. Mérési elv

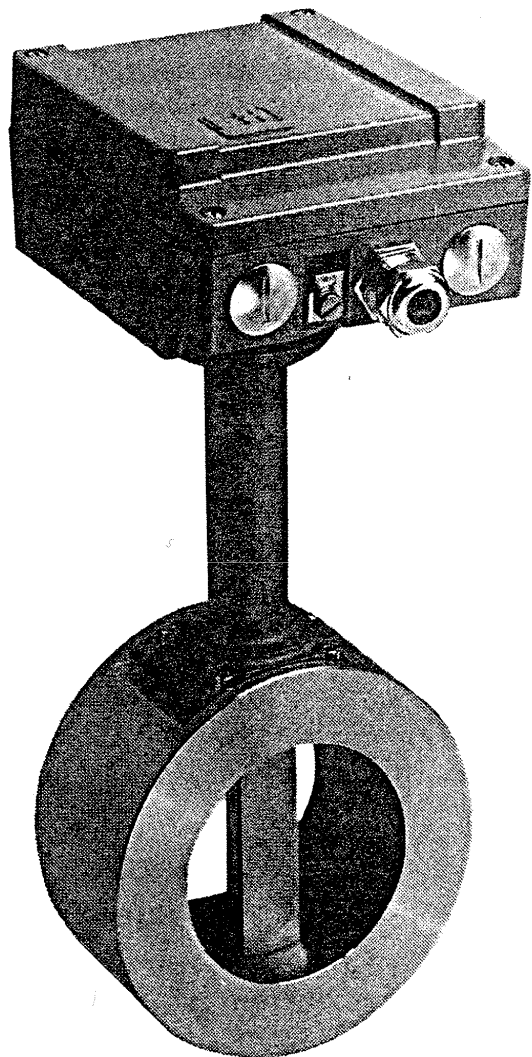
$$Str = \frac{f \cdot d}{v}$$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$$v = \frac{d}{Str} \cdot f$$







Dr. Vad János: Korszerű áramlásmérés

FŐ ELŐNYÖK:

- A sűrűségnek és kinematikai viszkozitásnak közvetlen hatása nincs
- Mérsékelt beruházási költségek
- Mérsékelt hiba (1 % alatt)
- Kis nyomáscsökkenés

FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:

- Ha nincs örvényleválás, nincs mérés
- Egyfázisú áramlás szükséges
- Függés a sebességprofiltól

7.5. Coriolis áramlásmérők

7.5.1. *Alkalmazási példák: vegyipar*

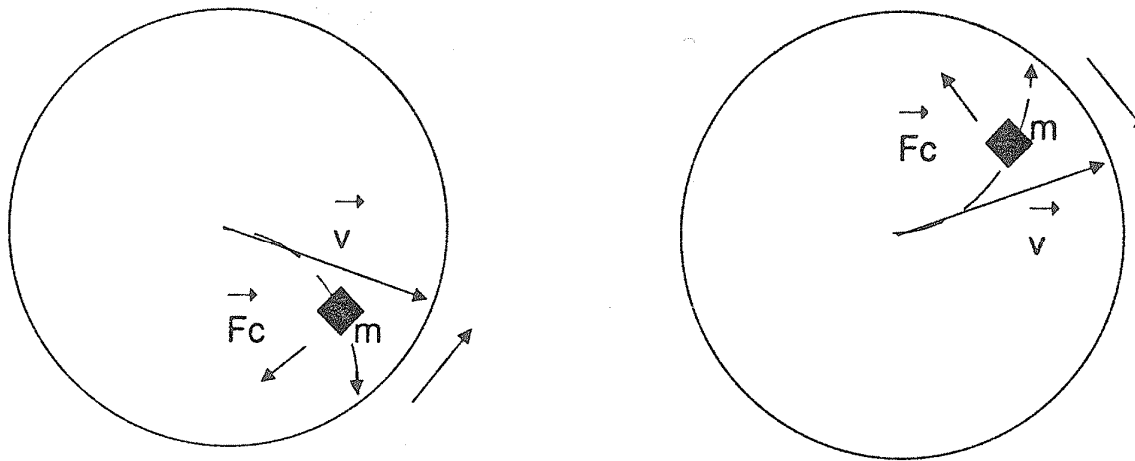
7.5.2. *Mérési elv, kiviteli példa*

$$\underline{F}_C = m \cdot 2\underline{v} \times \underline{\omega}$$

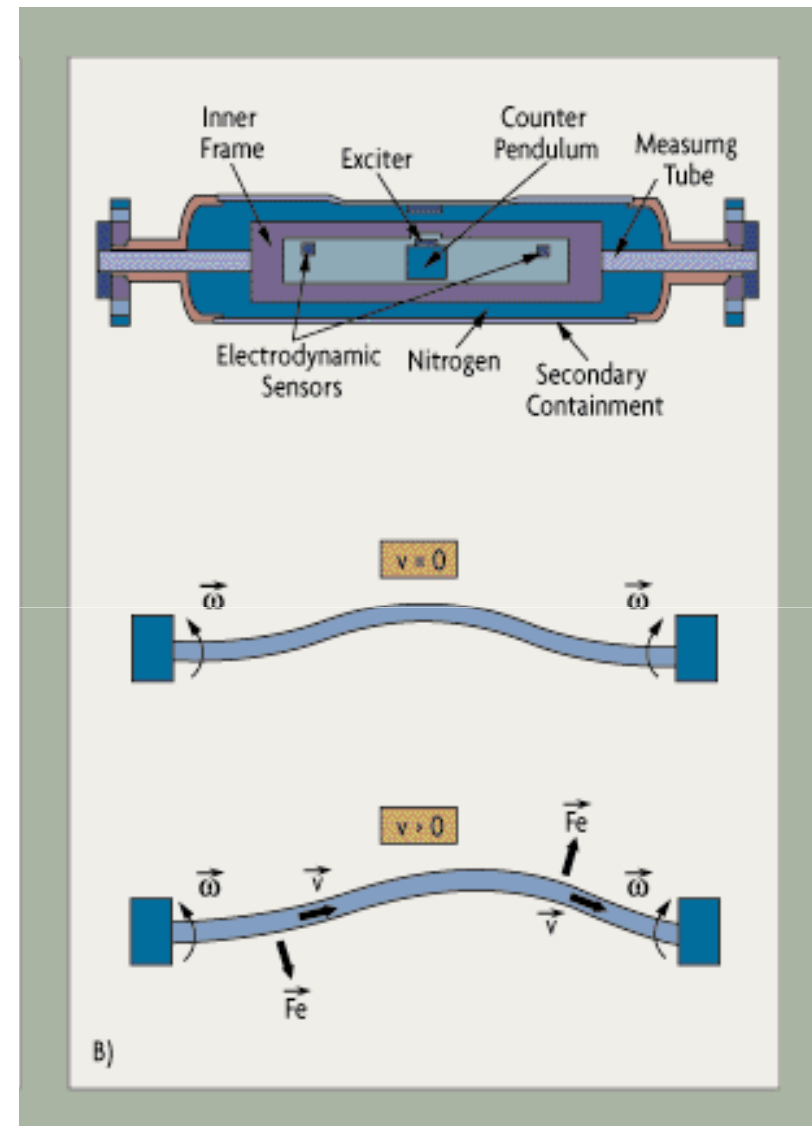
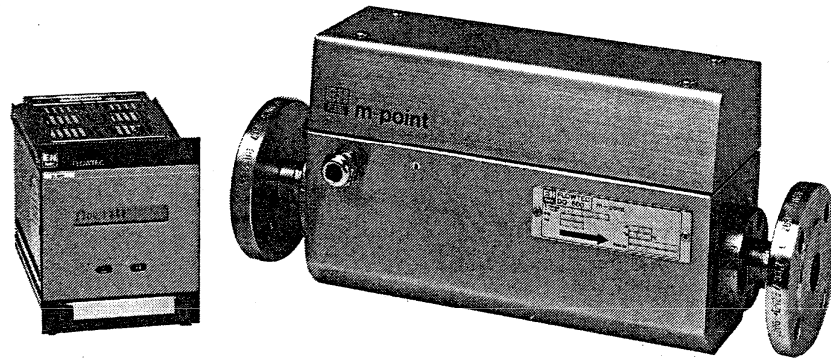
$$m \sim \rho A$$

$$\underline{F}_C \sim \rho A \underline{v} \times \underline{\omega}$$

$$|\underline{F}_C| \sim q_m \omega$$



„Lineáris” elrendezés



FŐ ELŐNYÖK:

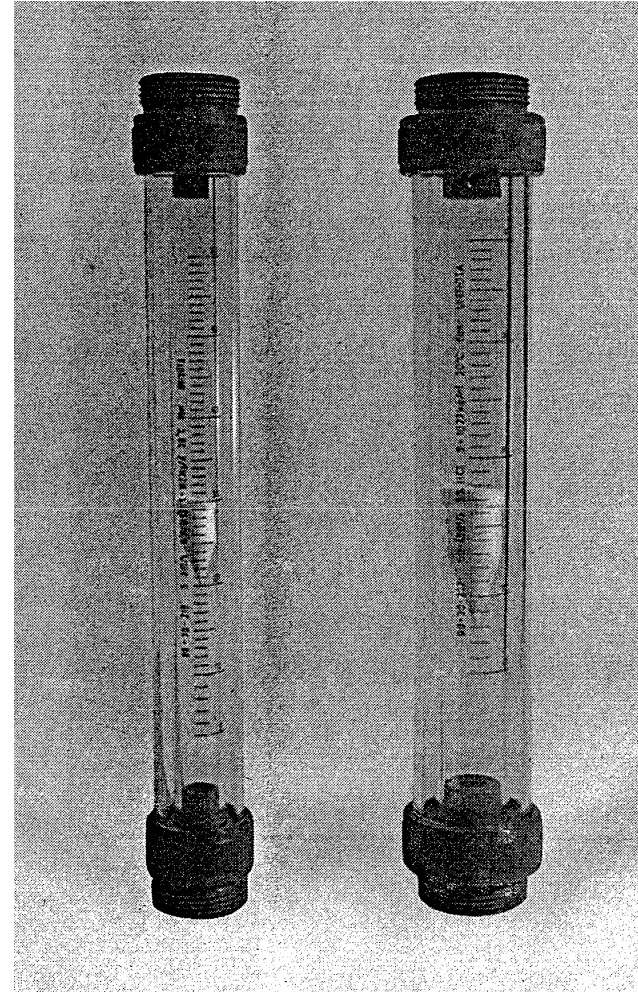
- A tömegáram közvetlen mérése
- Sűrűségmérésre is alkalmas
- Egyszerű csőelrendezés, mérsékelt helyigény lehetséges
- Az elv nem függ a viszkozitástól
- Nem függ a sebességprofiltól
- Nagy pontosság (~ 1 % a leolvasott tömegáram bizonytalansága)

FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:

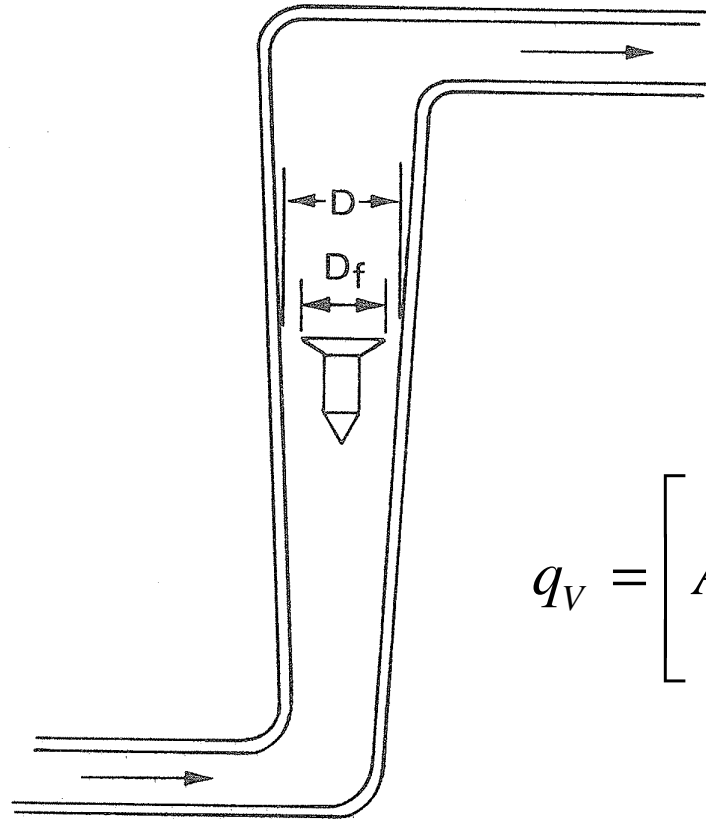
- Cseppfolyós közegek
- Viszonylag költséges
- Rezgésérzékenység \Leftrightarrow fokozott költségekkel megoldható

7.6. Lebegőtestes áramlásmérők („rotaméterek”) (Variable area flowmeters)

7.6.1. Alkalmazási példák



7.6.2. Mérési elv és kivitel



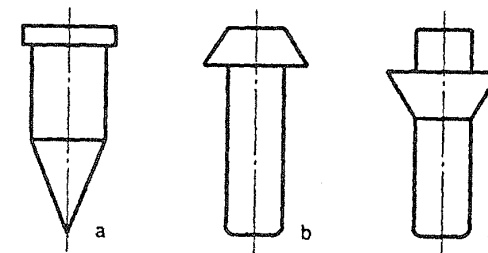
$$F_W = g(\rho_{float} - \rho_{fluid}) V_{float}$$

$$F_D = C_{D float} A_{float} \rho_{fluid} \frac{v^2}{2}$$

$$= C_{D float} A_{float} \rho_{fluid} \frac{1}{2} \left(\frac{q_V}{A} \right)^2$$

$$F_W = F_D$$

$$q_V = \left[A \frac{1}{\sqrt{C_{D float}}} \right] \cdot \sqrt{\frac{2gV_{float}}{A_{float}}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{float} - \rho_{fluid}}{\rho_{fluid}}}$$



FŐ ELŐNYÖK:

- Mérsékelt költségek
- Egyszerű kivitel, kiépítés és üzemeltetés
- Átjárhatóság \Rightarrow nincs eltömődés
- Robosztus

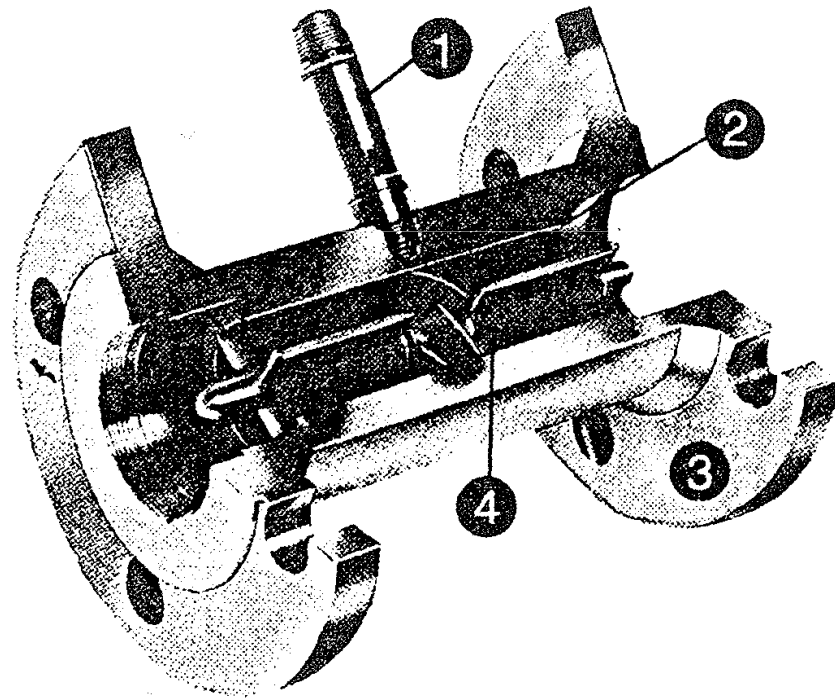
FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:

- Mérsékelt viszkozitású közegek
- Alsó mérési korlát
- Függ a közeg sűrűségétől és hőmérsékletétől
- Mérsékelt pontosság (néhány % a leolvasott tömegáram bizonytalansága)
- Mutató mérők problematikája

7.7. Turbinás áramlásmérők

7.7.1. *Alkalmazási példa: petrolkémiai ipar, kőolajtermékek*

7.7.2. *Elv*



$$v = 2 r \pi n \operatorname{ctg} \alpha$$

Korrekción, kalibráció

FŐ ELŐNYÖK:

- Nagy pontosság adott viszkozításra
- Nagy rendszernyomásokra
- Elektromosan szigetelő közegekre
- Széles térfogatáram-mérési tartomány

FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:

A viszkozitás ismerete szükséges

Zavartalan egyenes bevezető csőszakasz szükséges

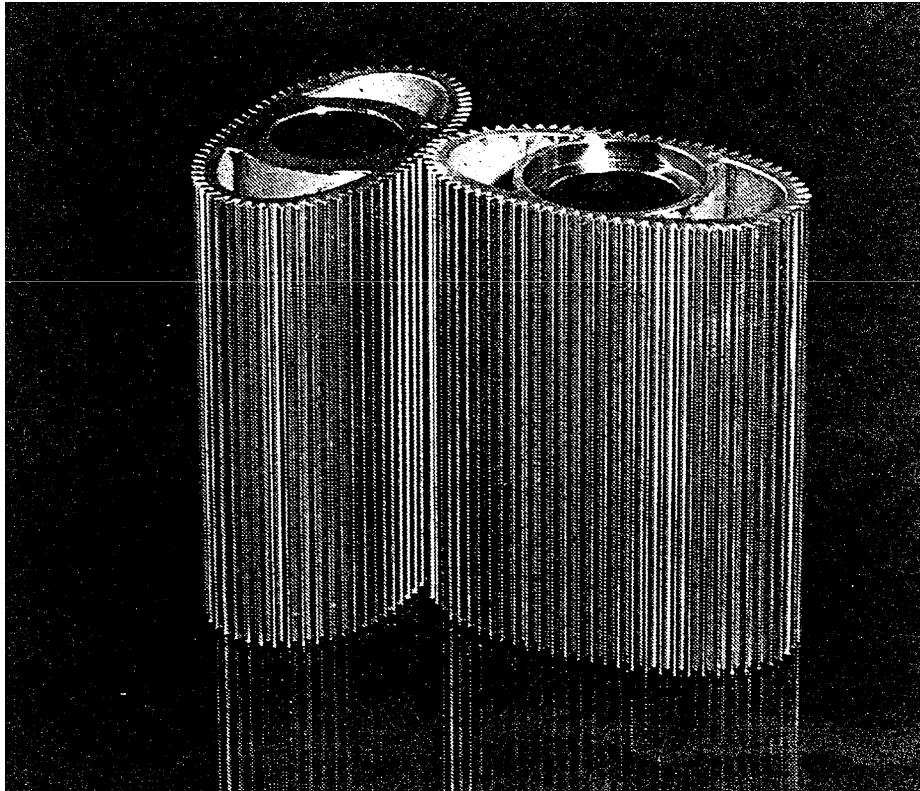
Nem alkalmazható perdületes áramlásra \Leftrightarrow egyenirányító

Nem alkalmazható szilárd részecskéket tartalmazó közegekre

7.8. Volumetrikus áramlásmérők

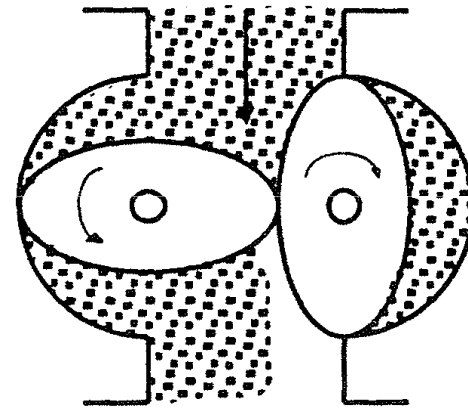
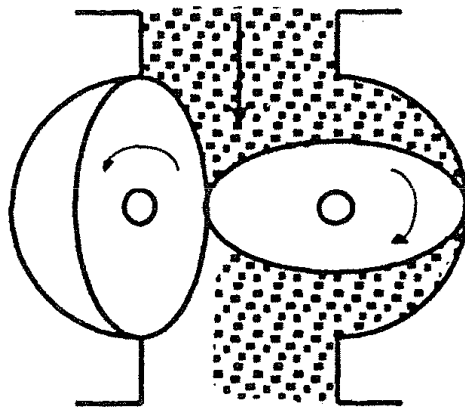
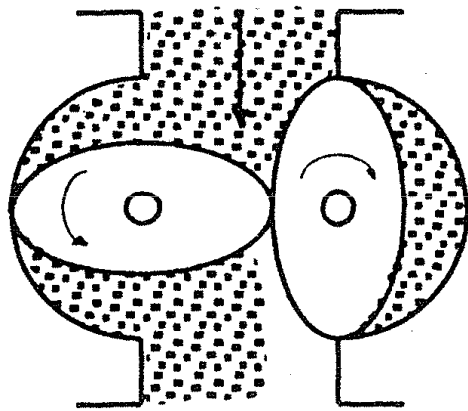
7.8.1. *Alkalmazási példa: adagolási folyamatok*

7.8.2. *Mérési elv és kivitel*



***Példa: oválkerek
áramlásmérő***

Ovális fogaskerekek



$$q_V \sim n$$

FŐ ELŐNYÖK:

- Nagy pontosság
- Igen kis térfogatáramok / mennyiségek mérhetőek
- Széles tartományon viszkozitásfüggetlen

FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:

- Költséges beruházás
- Fokozott karbantartási költségek
- Korlátozott élettartam
- Nagy nyomásesés
- Érzékeny a túlterhelésre
- Meghibásodás esetén blokkolja az áramlást
- Nem alkalmas agresszív, szennyezett közegekre
- Nem alkalmas nagy hőmérsékletű közegekre
- Nem alkalmazható pulzáló áramlásra
- Érzékeny a külső rezgésekre