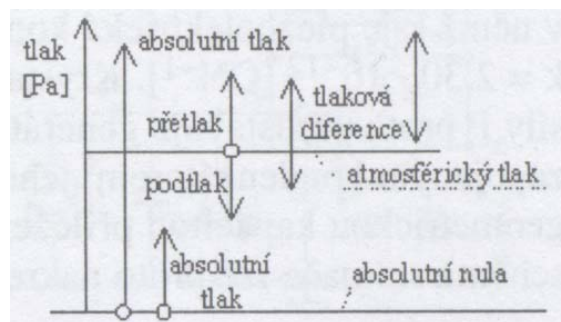


## Snímače tlaku a síly

<b>Základní pojmy</b> – Síla	$F$ [N]
Moment síly	$M = F \cdot r$ [Nm]
Tlak	$p = \frac{F}{S}$ [Pa; N/m <sup>2</sup> ]



$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

$$1 \text{ torr} = 133,322 \text{ Nm}^{-2} \text{ (hydrostatický tlak rtuťového sloupce 1 mm)}$$

**Atmosférický (barometrický) tlak** je statický tlak ovzduší způsobený jeho tíhou, jeho normální hodnota je  $101325 \text{ Pa} = 1013,25 \text{ hPa} = 760 \text{ torů}$  a to na stupnici při nulovém tlaku (tj. v absolutní nule, **absolutní tlak**)

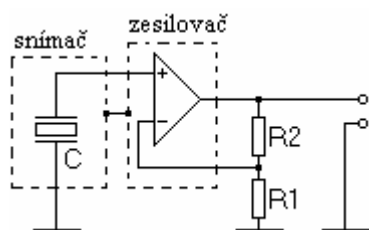
**Tlaková diference** – rozdíl dvou absolutních tlaků

**Statický tlak** – v klidovém stavu

**Dynamický tlak** – proměnný (akustický tlak, v proudícím prostředí)

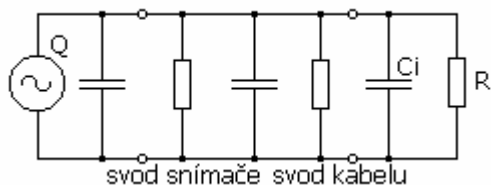
## Snímače síly

**Piezelektrický snímač** – princip činnosti je založen na piezoelektrickém jevu, tj. na deformaci krystalů dielektrika na němž vzniká polarizací vázaný náboj. Na polepech krystalu se proto objeví rozdíl potenciálů = napětí. Při opačném působení napětí na krystal dochází k jeho deformaci. Používají se pro měření proměnných sil, ne statických. Celé zařízení se chová jako derivační článek s dolní mezní frekvencí  $f_d$ .



$$G(j\omega) = \frac{j\omega\tau}{1+j\omega\tau}$$

$$\tau = C_{\text{cel}} \cdot R_{\text{c}}$$

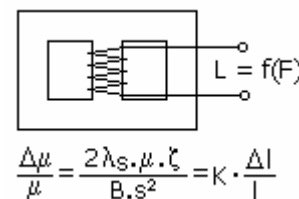


Uplatňují se všechny svody a kapacity (svod a kapacity snímače, kabelu, zesilovače)

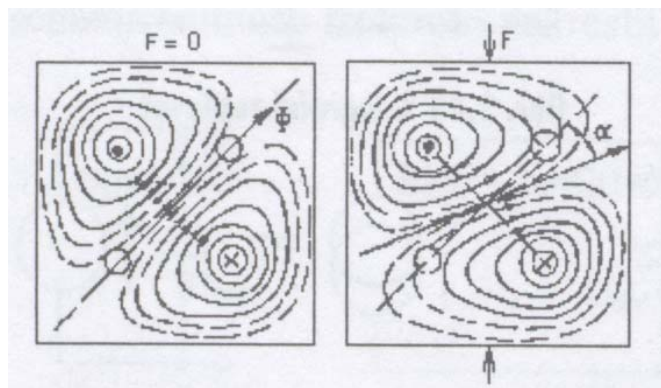
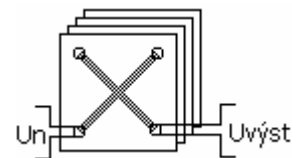
## Magnetické snímače

**Magnetostrikční snímač** – magnetostrikce je jev, při němž se vlivem sil vyvolaných magnetickým polem mění rozměry feromagnetika nebo naopak vlivem deformací vyvolaných vnějšími silami se mění permeabilita feromagnetika. Mění se indukčnost, která se vyhodnocuje můstkovými metodami.

$$L = \text{funkcí}(F)$$

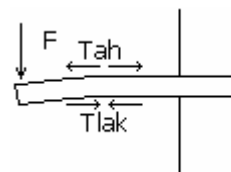


**Magnetoizotropní snímač** – v tělese snímače složeného z plechů jsou ve čtyřech otvorech symetricky vzhledem ke středu vložena dvě vinutí. Při geometrické a magnetické symetrii je indukční vazba mezi vinutími bez zatížení ( $F = 0$ ) minimální po zatížení ( $F \neq 0$ ) se magnetický tok  $\Phi$  budícího vinutí natočí tak, že zasáhne sekundární obvod, v němž indukuje výstupní napětí  $U_{VYST}$  úměrné působící síle  $F$ .

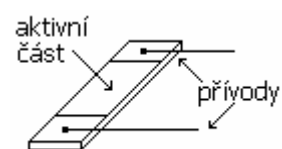


### Tenzometrické snímače

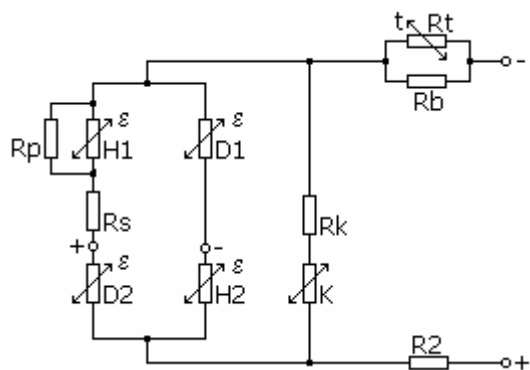
Základní součástí je pružný element navržený tak, aby bylo umožněno snímání povrchového napětí závislého na působící síle. Jako pružný element slouží pružný nosník stálého napětí, který je na jedné straně upevněný. Vlivem pružné deformace jsou povrchová vlákna nosníku namáhána na straně působící síly tahem a na opačné tlakem. Na tyto plochy jsou nalepeny polovodičové tenzometry.



**Polovodičový tenzometr** – materiál na výrobu tenzometrů se musí vyznačovat piezorezistivními vlastnostmi to znamená, že na velikost mechanického namáhání reaguje změnou odporu. Proto se tenzometry vyrábějí z monokrystalu křemíku. Aktivní část má rozměry  $t:s:l$  v poměru **1:10:200** přičemž délka aktivní zóny je asi 4mm. Přívody jsou z kovu s nízkým měrným elektrickým odporem. Na nosníku siloměrného členu jsou nalepeny dva tenzometry na straně tlakové a dva na straně tahové.

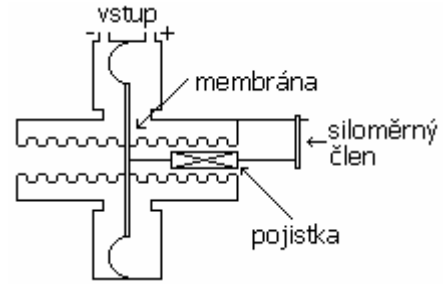


Vývody tenzometrů jsou pomocí pájecí destičky a svazku vyvedeny na destičku kompenzace. Na této destičce jsou jednotlivé tenzometry zapojeny do můstku. Nelineární závislost je kompenzována aktivním tenzometrem K, který je nalepen se čtveřicí můstku na nosníku. Závislost citlivosti na teplotě je kompenzována termistorem  $R_t$ . Vyvážení můstku a teplotní závislosti je kompenzována odpory  $R_s$  a  $R_p$ . Destička s kompenzačními prvky je umístěna v blízkosti siloměrného členu. Ve snímačích jsou používány siloměrné členy tří rozsahů měření. Siloměrný člen s rozsahem měření **10N, 30N, 100N**. Liší se pouze tloušťkou nosníku v místě s nalepenými tenzometry.

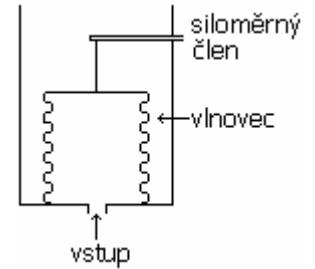


tenzometrem K, který je nalepen se čtveřicí můstku na nosníku. Závislost citlivosti na teplotě je kompenzována termistorem  $R_t$ . Vyvážení můstku a teplotní závislosti je kompenzována odpory  $R_s$  a  $R_p$ . Destička s kompenzačními prvky je umístěna v blízkosti siloměrného členu. Ve snímačích jsou používány siloměrné členy tří rozsahů měření. Siloměrný člen s rozsahem měření **10N, 30N, 100N**. Liší se pouze tloušťkou nosníku v místě s nalepenými tenzometry.

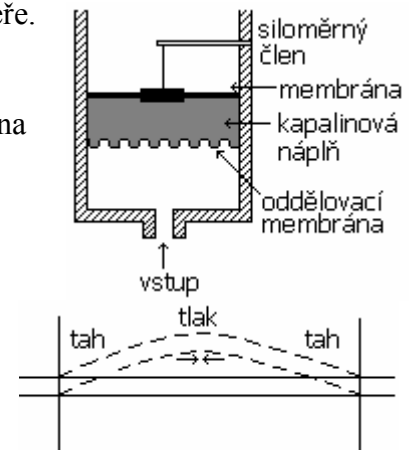
**Snímač pro velmi malé tlaky** – je realizován membránou s tuhým středem. Komora má dva vstupy označené + a - . Je možné jej použít jako snímač tlakové diference na cloně nebo jako prostředek pro měření podtlaku nebo přetlaku. Jako ochrana proti přetížení zde působí pružinová pojistka.



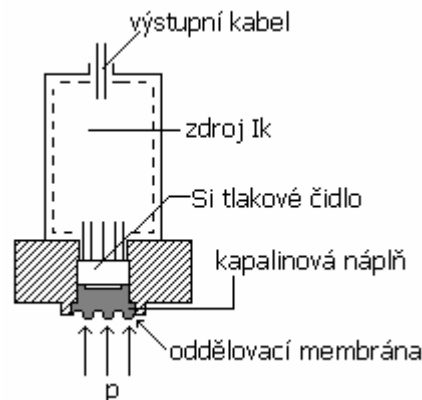
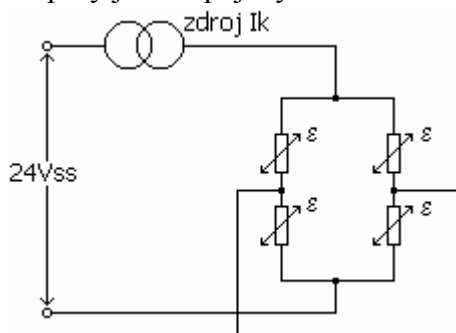
**Snímač pro střední tlaky** – v konstrukci tohoto čidla je použito vlnovců. Vlnovec je z koroziivzdorné oceli. Rozsah měření je dán efektivní plochou vlnovce a rozsahem měření siloměrného členu. Čidlem pro střední tlaky je možné měřit jenom přetlak proti okolní atmosféře. Má proto jen jeden vstup pro přívod tlakové tekutiny.



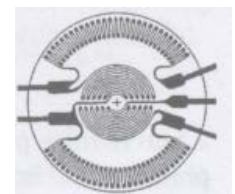
**Snímač pro vysoké tlaky** – slouží k měření přetlaku proti okolní atmosféře. Má jeden vstup pro přívod tlakové tekutiny. Tlak působí na tuhou membránu jejíž zesílený střed je spojen s volným koncem nosníku siloměrného členu. Vstupní část čidla a oddělovací membrána je. Vyrobená z koroziivzdorné oceli. Prostor mezi oddělovací a hlavní membránou je zaplněn kapalinou



Snímač tlaku s polovodičovými tenzometry difundovanými – obsahuje tlakové čidlo, které je převodníkem tlaku na elektrický signál. Čidlo v sobě slučuje pružný element, na kterém jsou snímána mechanická napětí a vlastní tenzometry. **Pružným elementem je tenká kruhová křemíková membrána.** Tlakové čidlo s křemíkovou membránou s nadifundovaným systémem odporů tvoří samostatný díl. Má tvar válečku, na jehož čele je membrána. Odpory jsou zapojeny do můstku.



Snímač se skládá z tělesa s Si – tlakovým čidlem a zdroje konstantního proudu umístěného pod válcovým krytem. Tlak měřené tekutiny působí na oddělovací kovovou membránu. Kapalinovou náplní se přenáší měřený tlak na Si čidlo.

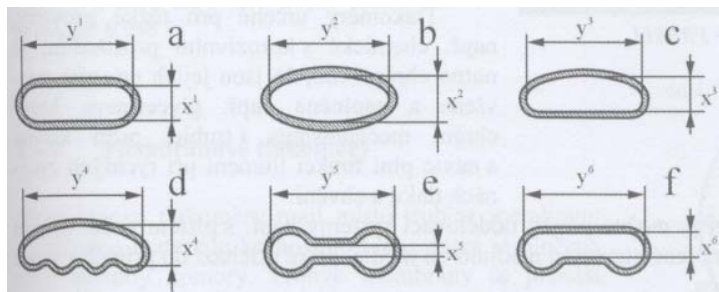
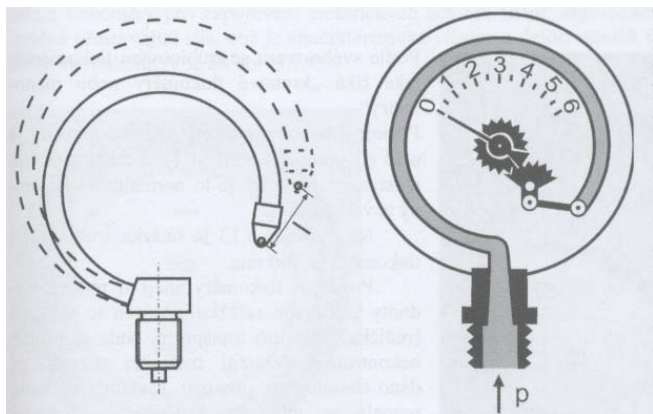


Odporový tenzometr

## Deformační tlakoměry

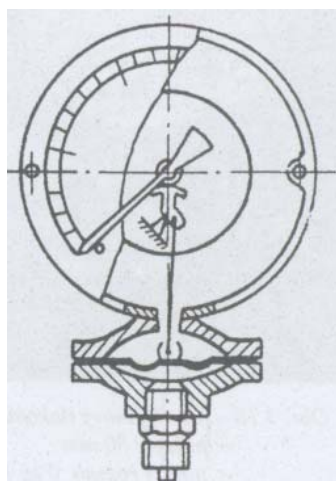
### Trubicové tlakoměry:

Deformačním prvkem je tzv. Bourdonova trubice, která je stočena do oblouku. Působením tlaku se její uzavřený konec napřimuje a výchylka se přenáší na stupnici.

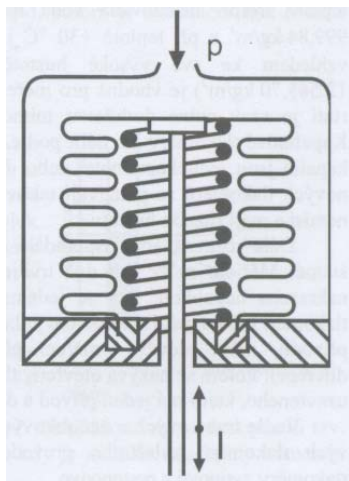


Různé profily Bourdonovy trubice

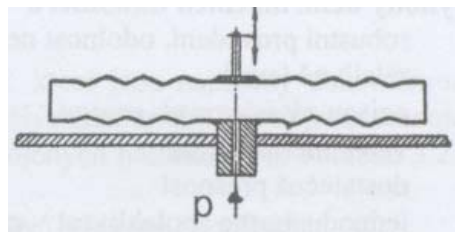
### Membránové tlakoměry:



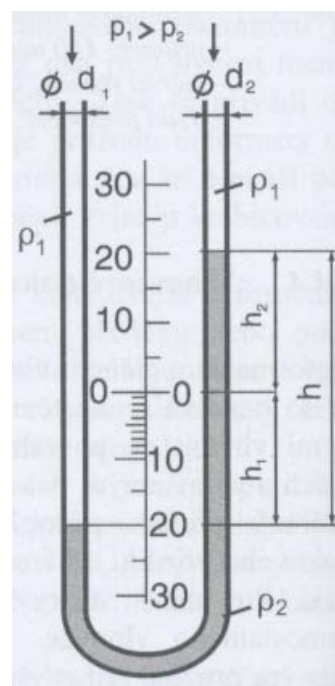
### Vlnocové tlakoměry:



### Krabicové tlakoměry:



### Kapalinové tlakoměry:



### Výhody U trubicových tlakoměřů:

- přesný pro malé a střední tlaky, spolehlivý, jednoduchý, levný

### Nevýhody U trubicových tlakoměřů:

- možnost chybného odečtu

$$p = h \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot g$$

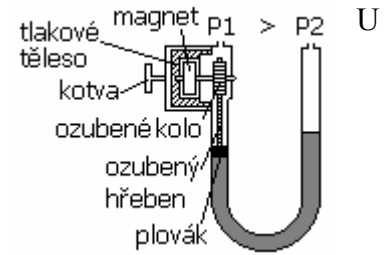
$h$  – výška kapalinového sloupce m

$\rho$  – hustota kapaliny nebo plynu  $\text{kg/m}^3$

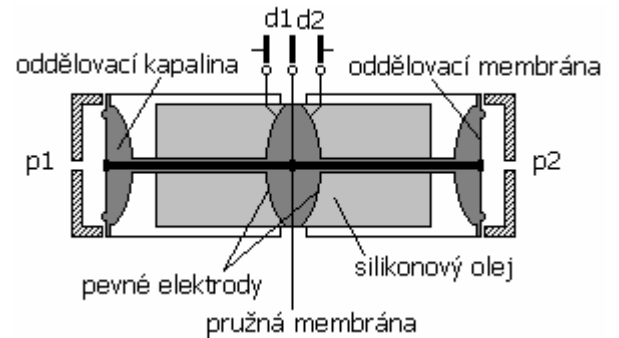
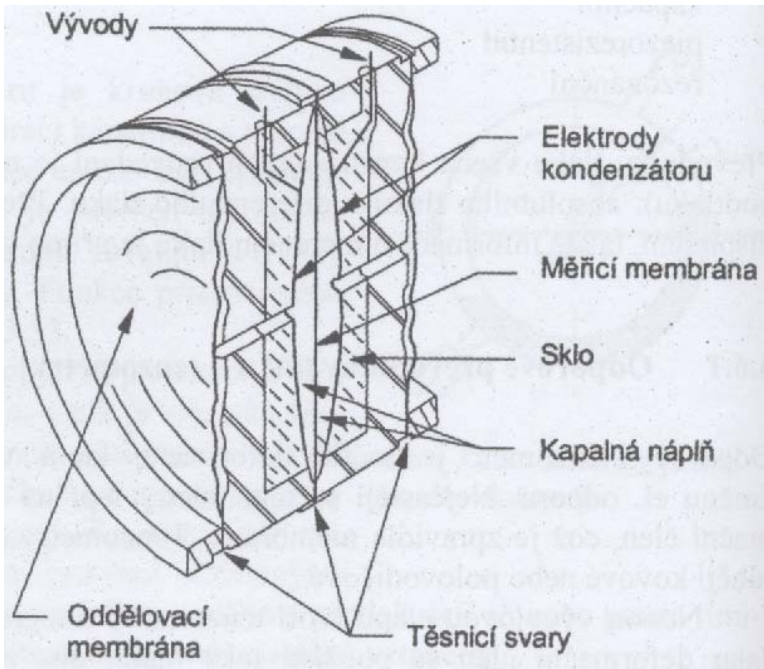
$g$  – tíhové zrychlení  $\text{m/s}^2$

## Snímače tlakové diference

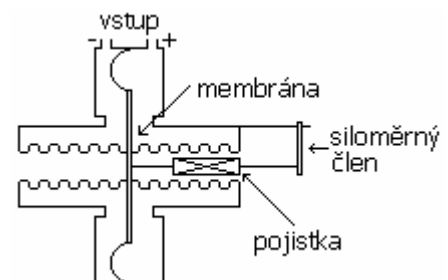
Pro místní měření tlakové diference se využívají **kapalinové snímače**, tj. – trubice s plovákem. Jeho přímočarý pohyb po transformaci hřebenovým převodem na rotační ovládá pomocí magnetické spojky sloužící k pohybu z tlakového do vnějšího beztlakového prostoru pohyb ukazovacího a případně registračního ústrojí.



**Snímač tlakové diference** s elektrickým výstupem – pracuje na principu změny kapacity diferenciálního kondenzátoru. Tlaky  $p_1$  a  $p_2$  jejichž diference se měří působí přes oddělovací membránu a kapalnou náplň na pružnou membránu, která se deformuje v osovém směru v jednom či druhém smyslu úměrné tlakové diferenci. Souměrně k této pružné měřicí membráně jsou umístěny dvě pevné elektrody vytvořené jako vrstva na nosiči izolantu. Tím tvoří s membránou diferenciální kondenzátor a zároveň realizují mechanický omezovač deformace při jednostranném přetížení. Nevýhodou je robustnost snímače.



**Tenzometrický snímač tlakové diference** - je realizován membránou s tuhým středem. Komora má dva vstupy označené + a - . Je možné jej použít jako snímač tlakové diference na cloně nebo jako prostředek pro měření podtlaku nebo přetlaku. Jako ochrana proti přetížení zde působí pružinová pojistka.



**Pěticečná ventilová souprava** se používá pro správné připojení diferenčních snímačů. Při měřeních v plynech je tlak na systém přiveden na ventily  $V_1$  a  $V_2$ , které slouží jako uzavírací ventily pro oddělení snímače od systému. Ventily  $V_0$  a  $V_0$  slouží jako odkalovací. Ventil  $V_5$  je při připojování snímače otevřen, působí jako zkrat. Uzavřen smí být až po otevření obou ventilů  $V_1$  a  $V_2$  (zamezení jednostranného přetížení snímače).  $V_3$  a  $V_4$  jsou doplňovány z provozních důvodů jako uzavírací.

Pěticečná ventilová souprava se k hlavnímu potrubí připojuje spojovacím – **impulzním vedením**. Většinou se připojuje před a za škrtkový orgán zpravidla clonu. Při měření tlaku plynu nebo par se připojuje snímač diferenčního tlaku nad škrtkový orgán, aby se zamezilo vlivu kondenzátu. Při měření kapalin se montuje snímač tlakové difference pod škrtkový orgán, aby nevznikl vlivem hydrostatického tlaku nestejně vysoký sloupec kapaliny. Tím je také zajištěn i volný proud vyloučených plynů směrem vzhůru do technologického potrubí.

