

SOŠ agropotravinárska a technická,
Kušníerska brána 349/2, Kežmarok



AUTOMATIZÁCIA

Technické prostriedky automatizácie

3. ročník

Mechanické a elektronické snímače

(Učebný text)

Ing. Ján Richtarčík

2023

NÁRODNÝ PROJEKT

„Zlepšenie stredného odborného školstva v Prešovskom samosprávnom kraji“





OBSAH

SNÍMAČE.....	4
1 KONTAKTNÉ SNÍMAČE	5
2 ODPOROVÉ SNÍMAČE.....	7
3 INDUKČNÉ SNÍMAČE	8
4 KAPACITNÉ SNÍMAČE	10
5 FOTOLEKTRICKÉ SNÍMAČE	11
5.1 Fotoelektrický odpor	11
5.2 Fotoelektrická odporová dióda.....	11
5.3 Fotoelektrický tranzistor	12
6 SNÍMAČE TEPLoty	13
6.1 Dvojkovové teploměry	13
6.2 Dilatačné kvapalinové teploměry	13
6.3 Tlakové kvapalinové teploměry.....	14
6.4 Termistory	15
7 SNÍMAČE TLAKU	15
7.1 Hydrostatické tlakoměry	16
7.2 Bourdonova trubica	16
8 SNÍMAČE PRIETOKU	17
8.1 Rýchlostné prietokoměry	17
8.2 Prierezový prietokomer.....	18
9 SNÍMAČE VÝŠKY HLADINY A OBJEMU	19
9.1 Plavákové stavoznaky	19
9.2 Vodoznakové trubice	20
9.3 Kapacitné snímače výšky hladiny.....	21
10 SNÍMAČE VLHKOSTI	21
10.1 Snímač vlhkosti obilia.....	22
11 SNÍMAČE OTÁČOK	23





11.1 Odstředivé otáčkomery	23
11.2 Magnetické otáčkomery.....	23
11.3 Stroboskopické snímače otáčok.....	24
12 ZDROJE	26





SNÍMAČE

Snímače sú určené k získavaniu informácií o výsledkoch merania.

Získané informácie zo snímača používame buď pre priame vyhodnotenie výsledkov merania, alebo ich využívame pre riadenie určitého procesu.

Požiadavky kladené na snímače:

- presnosť,
- spoľahlivosť,
- robustnosť,
- rýchlosť,
- citlivosť,
- životnosť,
- bezpečnosť pri prevádzke v agresívnom a výbušnom prostredí atď.

Medzi hlavné požadované vlastnosti patrí presnosť a citlivosť.

Presnosť snímača je daná systematickými a náhodnými chybami.

1. Systematické chyby sa uplatňujú vždy a sú dané princípom snímača, jeho konštrukciou a výrobným prevedením.
2. Chyby náhodné sa objavujú náhodne a závisia na podmienkach merania.

Citlivosť je v technike chápaná ako vlastnosť citlivo reagovať na elektrické impulzy, signály a podobne.

Podľa druhu sledovaných veličín rozoznávame snímače polohy, uhlového natočenia, tlaku, prietoku, výšky hladiny, mechanického napätia, teploty, vlhkosti, otáčok, osvetlenia apod.



OTÁZKY

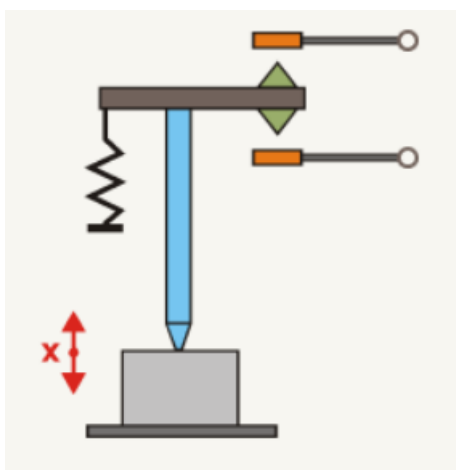
1. Rozdeľte snímače podľa druhu sledovaných veličín.
2. Aké nároky kladieme na snímače?
3. Uveďte hlavné požadované vlastnosti snímača.

1 KONTAKTNÉ SNÍMAČE

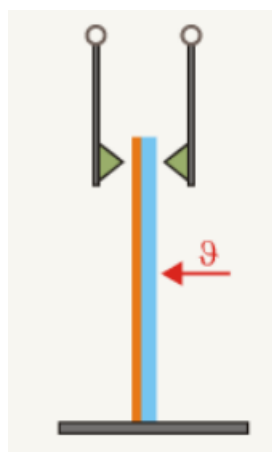
Kontaktné snímače (obr. 1.1a, 1.1b) sa skladajú z dvoch alebo viacerých kontaktov, ktoré sa pôsobením meranej veličiny spínajú alebo rozopínajú.

Slúžia buď k signalizácii stavu, alebo priamo k regulácii výrobného procesu (automatické odpojenie elektromotoru, poprípade spätnému chodu, rýchle vypnutie, prepnutie apod.).

Najdôležitejšie požiadavky na tieto snímače sú rýchlosť vypnutia, príp. prepnutia. Pri pomalom spínaní a vypínaní by sa neprípustne opaľovali kontakty.



a) Snímač rozmerov



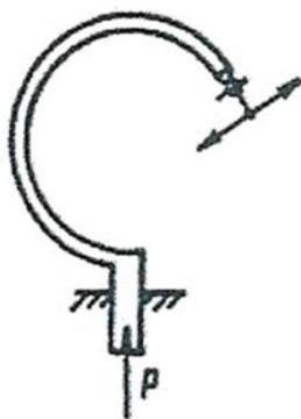
b) Snímač teploty

Obr. 1.1 Kontaktné snímače

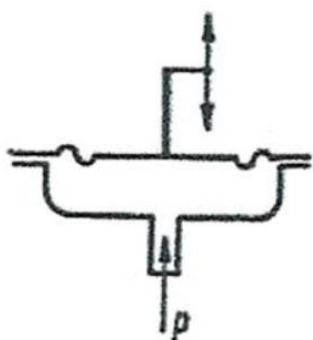


Snímače tlaku:

1. Bourdonova trubica (obr. 1.2a) je kovová trubica so splošteným prierezom a stočená uhlom 270°C . Jedným koncom je upevnená, voľný koniec je spojený s ukazovateľom. Účinkom tlaku sa trubica vyrovnáva. Môže merať podtlak i pretlak, rozsah do 2000 MPa.
2. V membránovom tlakomeri (obr. 1.2b) je priečne zvlínená kovová membrána zovretá medzi prírubami a na ukazovateľ sa prenáša jej priehyb. Tlak môže byť privedený z oboch strán membrány, takže umožňuje merať podtlak i pretlak, rozsah do 4 MPa.
3. Vlnovec (obr. 1.2c) je tenkostenná priečne zvlínená kovová trubica, ktorá s tlakom mení svoju dĺžku. Rozsah je do 0,4 MPa. Často sa používa v pneumatických systémoch.



a) Bourdonova trubica



b) membrána



c) vlnovec

Obr. 1.2 Snímače tlaku



OTÁZKY

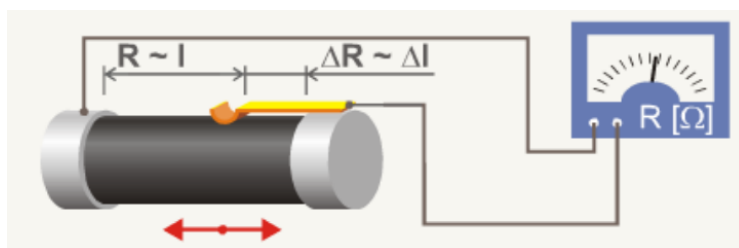
1. Aké je využitie kontaktných snímačov?
2. Vysvetlite princíp činnosti kontaktných snímačov.

2 ODPOROVÉ SNÍMAČE

Odporové snímače pracujú na princípe mechanického posunu bežca potenciometra (obr. 2.1a) alebo reostatu (obr. 2.1b, 2.1c) v závislosti na sledovanej fyzikálnej veličine.

Ak sa zapojí odporový snímač ako potenciometer, mení sa v obvode napätie.

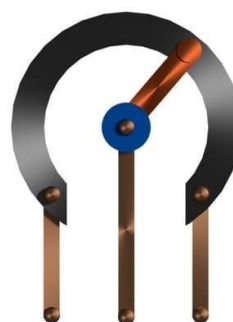
Ak sa použije ako reostat, mení sa v obvode prúd.



a) posuvný potenciometer



b) posuvný odpor (reostat)

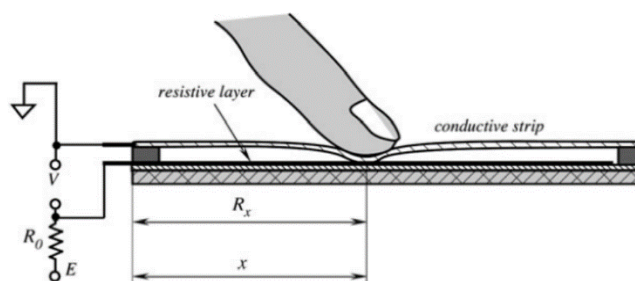


c) otočný potenciometer

Obr. 2.1 Odporové snímače



Na dotykovom potenciometri (obr. 2.2) pôsobením vonkajšieho tlaku dôjde ku kontaktu odporovej vrstvy a vodivej fólie. Výstupné napätie je pritom závislé od miesta kontaktu, posúvaním sa napätie mení.



Obr. 2.2 Dotykový potenciometer



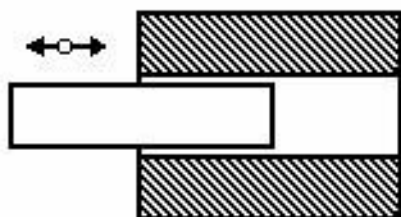
OTÁZKY

1. Aké sú druhy odporových snímačov? Pomenujte ich.
2. Vysvetlite použitie odporových snímačov.

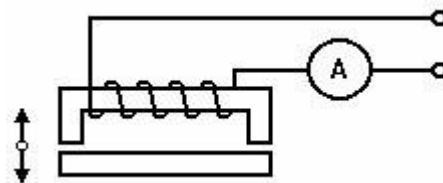
3 INDUKČNÉ SNÍMAČE

Činnosť indukčných snímačov je založená na zmene impedancie cievky s feromagnetickým jadrom v závislosti na polohe jadra (obr. 3.1a) alebo na premenlivosti vzduchovej medzery (obr. 3.1b).

Ich použitie je predovšetkým na meranie hladiny, tlaku, sily, a pod. Prednosťou indukčných snímačov je veľká prevádzková spoľahlivosť. Neobsahujú žiadne trecie kontakty, takže prúd sa mení bezkontaktné. Môžeme ich preto použiť i vo výbušnom prostredí.

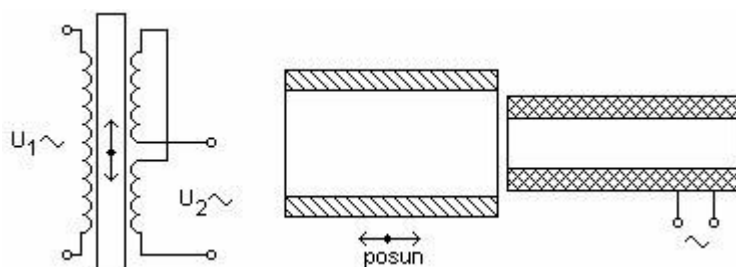


a) indukčný snímač s uzavretým magnetickým obvodom (v závislosti na polohe jadra)



b) indukčný snímač s uzavretým magnetickým obvodom (v závislosti na premenlivosti vzduchovej medzery)

Obr. 3.1 Indukčné snímače



Zvláštnym druhom indukčného snímača je snímač s presúvanou trúbkou (obr. 3.2). V podstate ide o transformátor s dvomi vinutiami - cievkou a medenou trúbkou.

Obr. 3.2 Indukčný snímač s presúvanou trúbkou



OTÁZKY

1. Aká je podstata činnosti jednotlivých druhov indukčných snímačov?
2. Uveďte prednosti indukčných snímačov.



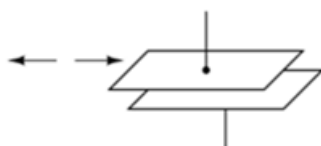
4 KAPACITNÉ SNÍMAČE



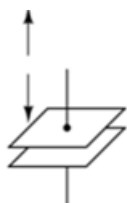
ZAPAMÄTAJ SI!

Podstatou činnosti je zmena kapacity kondenzátora vyvolaná zmenou vzdialenosti elektród alebo prekryvajúca sa plocha elektród.

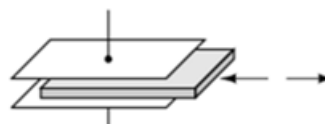
Kapacitu teda možno meniť zmenou aktívnej plochy elektród (obr. 4.1a), zmenou vzdialenosti elektród (obr. 4.1b), alebo zmenou dielektrika (obr. 4.1c).



a) kapacitný snímač so zmenou aktívnej plochy elektród



b) kapacitný snímač so zmenou vzdialenosti elektród



c) kapacitný snímač so zmenou dielektrika

Obr. 4.1 Kapacitné snímače

Výhodou kapacitných snímačov je veľká citlivosť, malé rozmery a malá zotrvačnosť.

Použitie: meranie tlaku, zrýchlenia, hladiny kvapaliny, snímanie posuvu, uhla, hrúbky, vlhkosti.



OTÁZKY

1. Aká je podstata činnosti druhov kapacitných snímačov?
2. Uveďte výhody kapacitných snímačov.

5 FOTOELEKTRICKÉ SNÍMAČE



ZAPAMÄTAJ SI!

Pracujú so zdrojom svetla, pričom meraná veličina určuje množstvo dopadajúceho svetelného toku na fotoelektrický snímač.

5.1 Fotoelektrický odpor

Podstata činnosti: fotóny dopadajú na elektróny valenčnej sféry polovodičového prvku, predávajú im svoju energiu a uvoľňujú ich z valenčnej sféry. Tým sa znižuje odpor polovodiča (obr. 5.1).

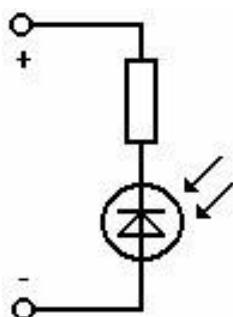


Obr. 5.1 Fotoelektrický odpor

Fotoelektrické odpory sú určené do obvodov s jednosmerným a striedavým prúdom. Ich prednosťou je elektrická zaťažiteľnosť, a teda i možnosť priamo ovládať elektromechanické relé, spoľahlivosť a ľahká montáž. Ich nevýhodou je značná zotrvačnosť a veľká závislosť na teplote.

5.2 Fotoelektrická odporová dióda

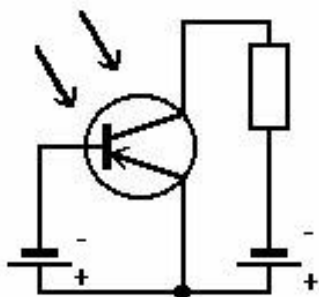
Podstata činnosti: pri osvetlení prechodu PN, utvoreného v kryštáli polovodiča, sa zväčší pohyblivosť a koncentrácia minoritných nositeľov a tým i vodivosť prechodu PN v závernom smere (obr. 5.2). Fotodióda sa zapojuje ako premenlivý odpor, ktorý mení svoju hodnotu pri osvetlení. Do obvodu sa zapojuje v závernom smere.



Obr. 5.2 Fotoelektrická odporová dióda

5.3 Fotoelektrický tranzistor

Podstata činnosti: osvetlenie bázy tranzistora zapojeného do obvodu jednostupňového zosilňovača sa prejaví na jeho výstupe rovnako, ako keď na vstup neosvetleného tranzistora privedieme elektrický signál (obr. 5.3).



Obr. 5.3 Fotoelektrický tranzistor



OTÁZKY

1. Aké snímače osvetlenia poznáte? Vymenujte ich.
2. V čom spočíva princíp fotoelektrického odporu.
3. Popíšte princíp fotoelektrickej odporovej diódy.
4. Vysvetlite princíp fotoelektrického tranzistora.



6 SNÍMAČE TEPLoty

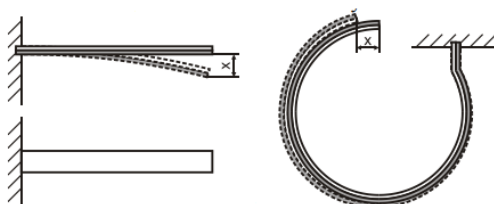


ZAPAMÄTAJ SI!

Účelom týchto snímačov je meranie teplôt tuhých, kvapalných a plynných látok.

6.1 Dvojkovové teplomery

Podstata činnosti spočíva v prenutí dvojkovového pásika (obr. 6.1) spôsobené teplotou. Dva kovy s rôznym teplotným súčiniteľom dĺžkovej rozťažnosti sú v tvare tenkých pásikov pevne spojených. Pretože majú rôzne súčinitele, nemôžu sa pri ohriatí rovnako predĺžiť a následkom toho sa pásik prehne na stranu kovu s menším súčiniteľom.



Obr. 6.1 Bimetal

6.2 Dilatačné kvapalinové teplomery

Podstatou činnosti je zmena objemu kvapaliny v závislosti na teplote.

Podľa druhu pracovnej látky rozoznávame teplomery ortuťové, alkoholové (obr. 6.2), cínové a iné.

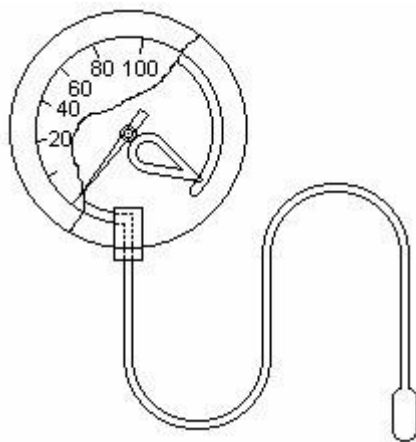


Obr. 6.2 Dilatačný kvapalinový teplomer

6.3 Tlakové kvapalinové teplomery

Podstata činnosti je zmena tlaku kvapaliny v závislosti od teploty.

U tlakových teplomerov (obr. 6.3) sa udržuje stály objem, takže zmena rozťažnosti sa prejavuje v zmene tlaku. Závislosť tlaku na teplote je lineárna

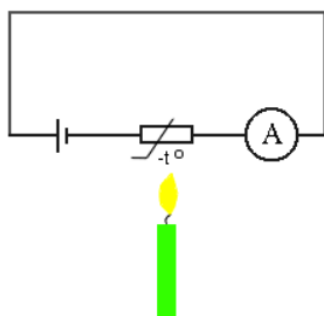


Obr. 6.3 Tlakový kvapalinový teplomer



6.4 Termistory

Podstatou činnosti termistora je zmena elektrického odporu polovodičového materiálu pri zmene teploty (obr. 6.4).



Obr. 6.4 Zahrievanie termistora



OTÁZKY

1. Aké používame snímače teploty?
2. Ako nazývame zariadenia na meranie teploty?
3. Vysvetlite činnosť tlakového kvapalinového teplomera.
4. Vysvetlite princíp bimetalu.

7 SNÍMAČE TLAKU



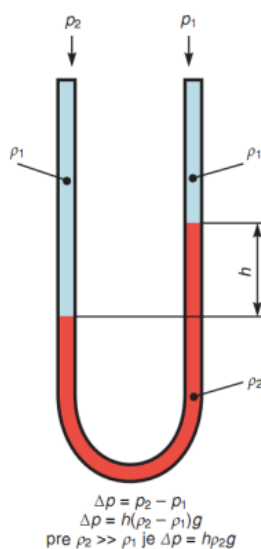
ZAPAMÄTAJ SI!

Snímače tlaku používame pre meranie absolútneho tlaku, pretlaku, podtlaku a tlakových rozdielov. Nazývajú sa tlakomery alebo tiež manometre.



7.1 Hydrostatické tlakomery

Najčastejšie používaným hydrostatickým tlakomerom je U-tlakomer, vytvorený zo sklenenej trubice tvaru U (obr. 7.1) z polovice naplnenej tlakomernou kvapalinou. Hydrostatické tlakomery sú väčšinou jednoduché, spoľahlivé a presné prístroje.

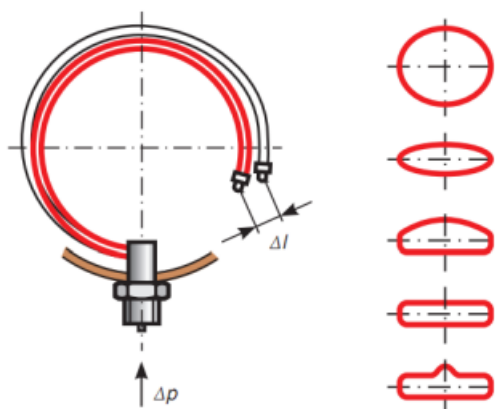


Obr. 7.1 U-tlakomer

7.2 Bourdonova trubica

Podstata činnosti: veľkosť pružnej deformácie tlakomerného prvku je priamo úmerná pôsobiacemu tlaku.

Bronzová alebo oceľová trubica nekruhového (oválneho alebo elipsového) prierezu je zvinutá do oblúku so stredovým uhlom asi 270°. Na otvorenom konci je pevne uchytená a na zatvorenom konci je voľná. Ak pôsobí na trubicu vnútorný pretlak, mení sa jej elipsovitý alebo oválny prierez na kruhový a trubica sa napriamuje. Ak je v trubici podtlak, jej zakrivenie sa zväčšuje (obr. 7.2).



Obr. 7.2 Bourdonova trubica



OTÁZKY

1. Aké snímače tlaku používame?
2. Ako nazývame zariadenia na meranie tlaku?
3. Vysvetlite, ako sa meria tlak pomocou Bourdonovej trubice.

8 SNÍMAČE PRIETOKU

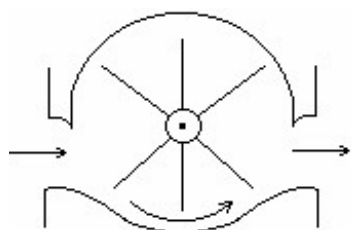
Snímače prietoku merajú množstvo plynnej a kvapalnej látky pretečenej potrubím za jednotku času pri ustálenom prietoku alebo určenie okamžitej hodnoty množstva pretekajúcej látky pri neustálenom prietoku.

8.1 Rýchlostné prietokomery

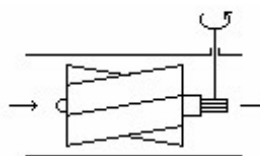
Podstata činnosti spočíva v tom, že dynamický tlak látky pretekajúcej potrubím je úmerný jej rýchlosti.



Prúdenie plynu alebo tekutiny sa prevádza na otáčavý pohyb pomocou lopatiek (obr. 8.1a) alebo rotačným telesom (obr. 8.1b). Otáčky snímané otáčkomerom udávajú rýchlosť prúdenia (prietok).



a) lopatkový prietokomer



b) Woltmannov prietokomer

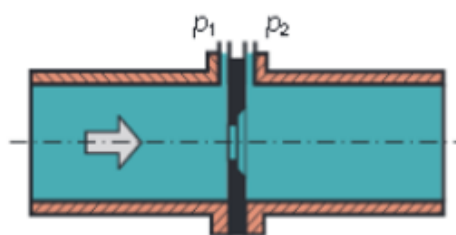
Obr. 8.1 Rýchlostné prietokomery

8.2 Prierezový prietokomer

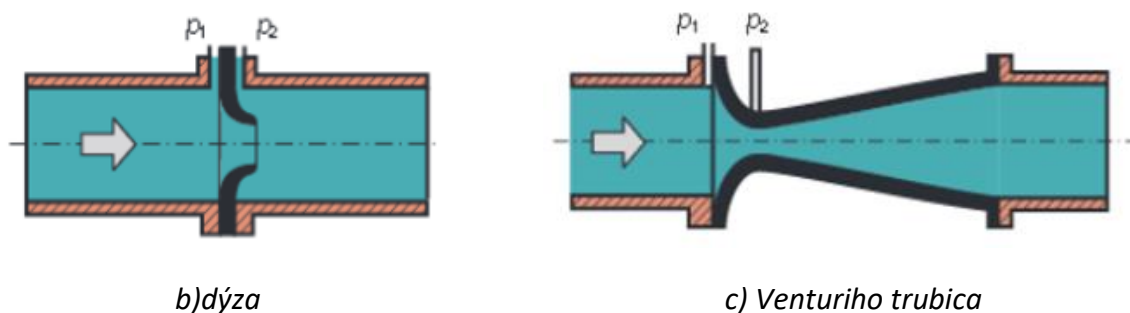
Podstatou činnosti je, že rozdiel tlakov pred škrtiacim orgánom a za ním je úmerný prietoku látky.

Škrtiaci orgán sa nazýva Venturiho trubica (obr. 8.2c). Veľká dĺžka, veľká váha a vyššie náklady spôsobujú, že sa často dáva prednosť iným prvkom - dýzám a clonám.

Dýza (obr. 8.2b) predstavuje v podstate časť Venturiho trubice bez difuzéru. Clona (obr. 8.2a), ktorá je výrobne jednoduchšia, sa používa najčastejšie, i keď presnosť merania v porovnaní s dýzou je menšia (1 až 3,5 %).



a) clona



Obr. 8.2 Prierezové prietokomery

9 SNÍMAČE VÝŠKY HLADINY A OBJEMU



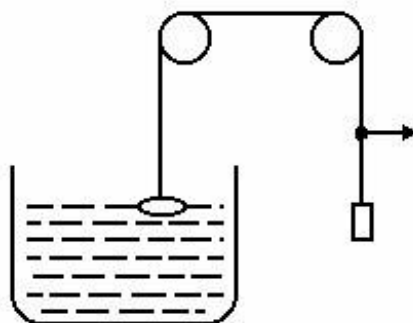
ZAPAMÄTAJ SI!

Účelom snímačov výšky hladiny a objemu je meranie výšky hladiny v nádržiach, vodojemoch, zásobníkoch, silách a pod.

Z nameraných údajov výšky hladiny môžeme pri známom tvare nádrže vypočítať objem alebo hmotnosť meranej látky.

9.1 Plavákové stavoznaky

Plavákový stavoznak (obr. 9.1) pracuje na princípe Archimedovho zákona. Meria polohu telesa, ktoré pláva na hladine meranej kvapaliny. Plavák je zavesený na lanku alebo je pripevnený na ramene uloženom výkyvne. Jeho poloha sa buď prenáša priamo na meradlo stupnice, alebo sa sníma odporovým snímačom alebo iným snímačom polohy.

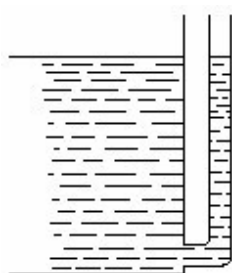


Obr. 9.1 Plavákový stavoznak

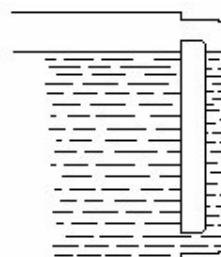
9.2 Vodoznakové trubice

Podstata činnosti: hladina v trubici je v rovnakej výške ako v nádobe (spojité nádoby).

Dolný koniec priehľadnej trubice je spojený s nádržou). Horný koniec je v otvorených nádržkách otvorený, v uzatvorených nádržkách ústí do priestoru nad hladinou kvapaliny, aby nad obidvoma hladinami (v nádrži aj trubici) bol rovnaký tlak (obr. 9.2).



a) pre otvorené nádrže



b) uzatvorené nádrže

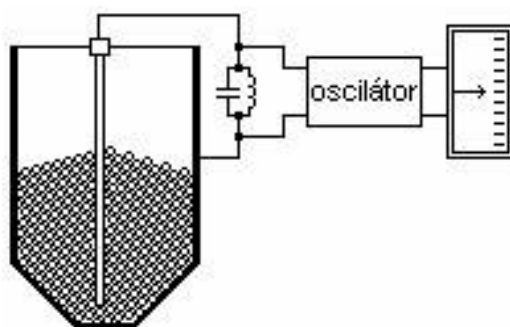
Obr. 9.2 Vodoznakové trubice



9.3 Kapacitné snímače výšky hladiny

Podstata činnosti: zmena kapacity kondenzátora, spôsobená zmenou jeho dielektrika.

Dielektrikom jedného z kondenzátorov je vzduch a dielektrikom druhého je látka, ktorého výšku hladiny meriame. Snímač možno použiť nielen pre meranie výšky hladiny kvapaliny, ale aj pre meranie plnenia zásobníkov sypkými hmotami, ako napr. uhlia, rudy, múky, obilia a pod. (obr. 9.3).



Obr. 9.3 Kapacitné snímanie výšky hladiny sypkých hmôt



OTÁZKY

1. Na akom princípe pracuje snímač hladiny?
2. Vysvetlite, ako zistíme stav kvapaliny použitím snímačov hladiny kvapaliny.

10 SNÍMAČE VLHKOSTI



ZAPAMÄTAJ SI!

Účelom je meranie vlhkosti plynov (obsahu vodných pár vo vzduchu alebo v zmesi plynů) a vlhkosti kvapalných a tuhých látok (obsahu vody v kvapaline alebo tuhej látke).



V poľnohospodárstve umožňuje kontrola vlhkosti urýchliť proces dozrievania, kontrola klíčenia a vyhnúť sa škodám pri skladovaní, apod.

10.1 Snímač vlhkosti obilia

Snímač vlhkosti obilia (obr. 10.1) sa používa na meranie percenta vody v danej látke. Umožňuje merať repku, sezam, sójovú múčku, bavlnu, sóju, arašidy, jačmeň, ryžu, cirok, melónové semeno, pšenicu, kukuricu, apod.



Obr. 10.1 Snímač vlhkosti obilia



OTÁZKY

1. Vysvetlite význam merania vlhkosti látok.
2. Popíšte použitie snímača vlhkosti obilia.



11 SNÍMAČE OTÁČOK

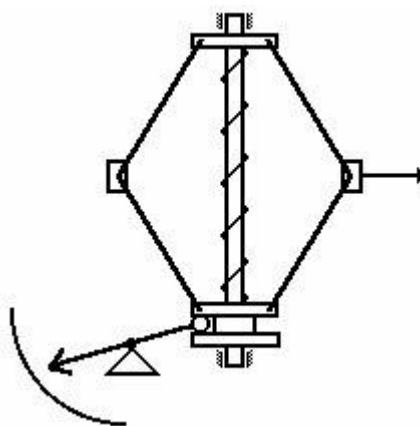


ZAPAMÄTAJ SI!

Účelom je meranie otáčok (napr. kľukového hriadeľa).

11.1 Odstredivé otáčkomery

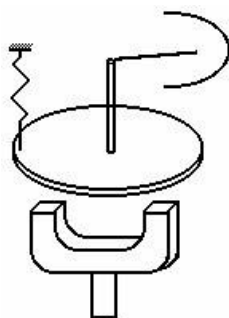
Pri otáčaní hriadeľa sa pôsobením odstredivých síl zväčšuje vzdialenosť ťažiska závažia od hriadeľa, a tým sa objímka posúva dohora a stláča pružinu. Ak sa sila posúvajúca objímku vyrovná so silou pružiny, výchylka ručičky sa ustáli a na stupnici ukáže rýchlosť otáčania (obr. 11.1).



Obr. 11.1 Odstredivý otáčkomer

11.2 Magnetické otáčkomery

Podstata činnosti: využitie vírivých prúdov indukovaných do hliníkového kotúča uloženého nad otáčajúcim sa magnetom. Nad podkovovitým magnetom je uložený hliníkový kotúč s hriadeľom a ukazovacou rúčkou (obr. 11.2).



Obr. 11.2 Magnetický otáčkomer

11.3 Stroboskopické snímače otáčok

Podstata činnosti: využívanie stroboskopického efektu.

Stroboskop (obr. 11.3) je zariadenie, ktoré v pravidelných intervaloch rozsvetuje a zhasína silný zdroj halogénového svetla. Ak sa v blízkosti tohoto pulzujúceho svetla otáča predmet, dochádza k jeho osvetľovaniu. Pokiaľ sú otáčky nižšie alebo vyššie ako frekvencia pulzujúceho svetla, predmet sa zdanlivo pohybuje pomaly vpred alebo vzad. V okamihu, kedy bude rýchlosť otáčok synchronná s frekvenciou blikania svetla, predmet sa zdanlivo zastaví. Nastavením frekvencie blikania, až pokiaľ sa meraný predmet zdanlivo zastaví, je rýchlosťou otáčania.



Obr. 11.3 Stroboskop



OTÁZKY

1. Aké poznáme snímače otáčok? Vymenujte ich.
2. Vysvetlite princíp snímania otáčok pomocou stroboskopu.



12 ZDROJE

Ing. Murina, M. (1971). *Základy regulace a automatizace*. Vysoká škola zemědělská v Brně.

https://diolut.sk/bxs600-640va-1650-ohm-0-63a-posuvn-odpor-p-19092.html?gclid=Cj0KCQjw-fmZBhDtARIsAH6H8qisY6S35cs37QVeKGQy6z4SnJO91E4XGZDzAHp8Oy3m8cVZo2VjUFwaAth4EALw_wcB

<https://www.elektrolab.eu/blog/potenciometer-definicia-typy-a-princip-funkcie>

<https://www.poradte.cz/elektronika/4169-spinaci-a-rozpinaci-kontakty-rozdil.html>

<https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/961>

https://data.kemt.fe.i.tuke.sk/SK_rozhrania/_materialy/Senzory%20III.pdf

https://www.google.com/search?q=fotoelektrick%C3%A9+sn%C3%ADma%C4%8De&sxsrf=ALiCzsYIP2sPN3xD3EDH70IXune_RK894w:1665473388770&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiJuOht09f6AhWTHOWkHePkDukQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1507&bih=686&dpr=1.25#imgrc=dxArCNqZ07FUMM

<https://encyklopediapoznania.sk/clanok/7680/opticky-snimac>

<http://home.zcu.cz/~formanek/mmvvuka/Data/ivk-mt-soubory/16-F.pdf>

<http://www.ksa.tul.cz/getFile/id:3427>

<https://slideplayer.cz/slide/3082041/>

<https://encyklopediapoznania.sk/clanok/8450/opticke-opto-elektronicke-fotoelektricke-snimace-senzory-podrobne>

<https://www.proximon.com/images/anni10.gif>

<https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/69413/final-thesis.pdf?sequence=-1>

http://www.pit.6f.sk/wp-content/uploads/2014/05/35_Sn%C3%ADma%C4%8De-teploty.pdf

https://elektross.gjn.cz/soucastky/zadny_prechod/termistor.html

http://www.pit.6f.sk/wp-content/uploads/2014/05/33_Sn%C3%ADma%C4%8De-tlaku1.pdf

https://kfeam.tuzvo.sk/sites/default/files/1_dynamicka_viskozita_3.pdf

https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=10635

