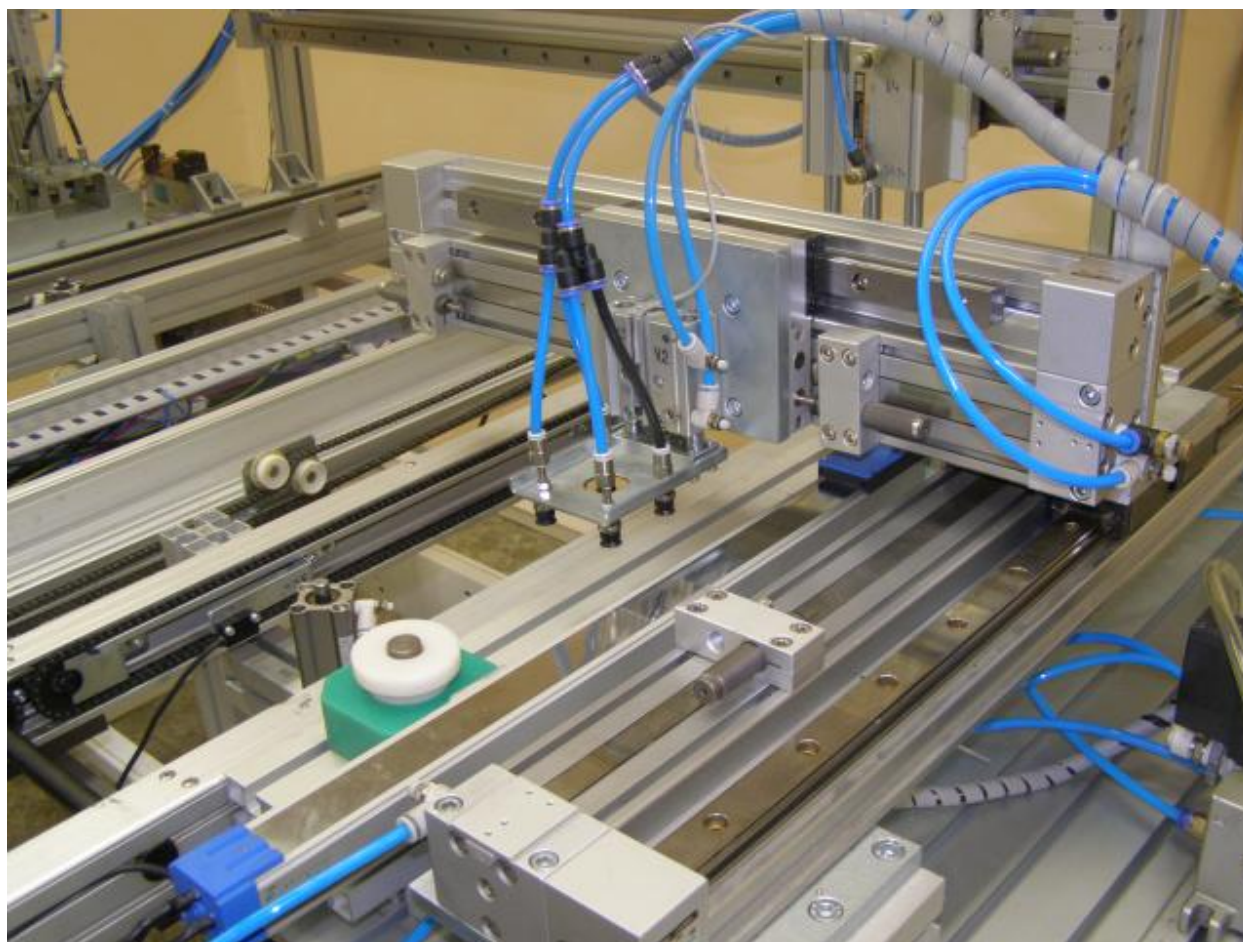


Senzorika

Stanislav Vít



Obsah

	Strana
Životní prostředí	5
1 Úvod	17
2. Blokové schéma a značky snímačů	19
3. Schémata připojení	24
4. Indukční snímače	30
5. Indukční analogové snímače	34
6. Kapacitní snímače	40
7. Magnetické snímače	43
8. Ultrazvukové snímače	47
9. Optoelektronické snímače	50
10. Principy optoelektronických snímačů	58
11. Pasivní snímače	70
12. Snímače průtoků	78
14. Seznam použité literatury	89

Životní prostředí

Třídění odpadů

Každý má při své činnosti nebo v rozsahu své působnosti povinnost předcházet vzniku odpadů, omezovat jejich množství, nebezpečné vlastnosti a zajistit přednostně využití obalů před jejich odstraněním tj. skládkováním. Materiálové využití odpadů má přednost před jiným využitím, například energetickým využitím. Recyklace je jedním z nástrojů zhodnocení odpadů a podpory ochrany životního prostředí, které je skládkováním odpadů na mnoho let do budoucna značně ekologicky zatěžováno. Metody recyklace se však rozhodně nedají použít pro veškerý odpad. Opětovně lze zpracovávat platy, sklo, papír, kovy, bio odpad, pneumatiky a jiné.

Recyklace je opětovné využití materiálů nebo výrobků bez podstatných změn materiálu, z něhož byly vyrobeny a přináší následující výhody:

- rozšiřuje a obohacuje domácí surovinovou základnu
- snižuje nároky na dovoz surovin
- šetří prvotní zdroje a vytváří předpoklady pro jejich racionální využívání
- přináší úspory energie, investičních prostředků a pracovních sil
- chrání životní prostředí před nepříznivými vlivy škodlivin

Třídění odpadů je ekologické i ekonomické

Každý občan v ČR vyprodukuje zhruba 150 – 200kg odpadů. V celé republice to za jediný rok představuje stěží představitelné množství až 2 000 000 000 kilogramů, nebo-li 2 miliony tun odpadů všeho druhu. Jak uniknout před odpadovou lavinou, která doslova visí nad našimi hlavami? Recept je snadný – třídit, a tím odpad regulovat na polovinu.



Z analýzy odpadů plyne, že ve 200 kg odpadu, které ročně vyprodukujeme, je zhruba 30 kg papíru, 25 kg plastu, 15 kg skla, 5 kg kovů a asi 1,4 kg nápojových kartonů. Všechny tyto suroviny lze znovu využít, je-li odpad správně tříděn. A nadějnou zprávou je, že množství vytříděného odpadu stále stoupá.

Tradiční surovinou vhodnou pro recyklaci je papír. Celulózové vlákno v něm obsažené je možné využít až sedmkrát, v papírnách se přidává do směsi na výrobu nového papíru. Recyklovaný papír se používá na výrobu novin, lepenkových krabic, toaletního papíru a podobně. Ještě vděčnější surovinou je sklo, které lze prakticky používat donekonečna. Z vytříděného a rozdrceného skla se nejčastěji vyrábí lahve na minerálky a pivo. Velké využití nalézají plasty, které jsou zpracovány různými technologiemi podle druhu. PET lahve se po rozebrání používají na výrobu koberec, netkaných textilií či jako výplň do spacáků a zimních bund. Z plastových sáčků a tašek se vyrábějí různé folie a pytle. Polystyren je zase vhodný k výrobě speciálních izolačních cihel. S recyklovanými směsnými plasty se setkáváme v podobě U- ramp, stojanů na dopravní značky, parkových laviček a odpadkových košů či protihlukových stěn podél silnic. A u nápojových kartonů se celulózová složka používá k výrobě papíru a zbylé složky k ohřevu vody a výrobě páry.

Symbolem ekologického i ekonomického nakládání s obaly se od roku 2000 stal tak zvaný Zelený bod, dvě propletené zelené šipky v kruhu. Tato značka na obalech výrobků spotřebiteli říká, že za recyklaci obalu byl uhrazen finanční příspěvek autorizované obalové společnosti EKO-COM. Koupě výrobku se Zeleným bodem proto znamená, že obal patří do kontejneru na tříděný odpad, aby jeho další cesta vedla k novému využití a recyklaci.

K získávání využitelných složek komunálního odpadu se běžně používají sběrné nádoby na sklo, plast, papír, bioodpad, případně nádoby na nápojové kartony různých velikostí.

Papír - je ukládán do modrých odpadových nádob.



Co do nádob patří:

- noviny
- kancelářský papír
- knihy , sešity
- neznečištěné papírové sáčky
- krabice, karton
- čistý obalový papír

Co do nádob nepatří:

- krabice TetraPack od mléka a ostatních nápojů – nápojové kartony
- uhlový papír – kopírák
- voskovaný papír
- papír znečištěný potravinami
- použité plenky a podobné hygienické potřeby
- kombinované papírové obaly s plasty a kovovými foliemi

Sběrový papír se používá k výrobě recyklovaného „šedého papíru“, ze kterého jsou sešity, knihy, krabice obaly na vejčeka, toaletní papír a další výrobky.



Třídění odpadu



Výrobky a obaly



Recyklace odpadu (výroba papíru)



Sklo – je ukládáno do zelených odpadových nádob.

Co do nádob patří:

- lahve od nápojů
- skleněné nádoby
- sklo musí být čisté, bez víček, zátek a šroubovacích uzávěrů



Co do nádob nepatří:

- keramika
- porcelán
- kamenina
- žárovky a zářivky
- zrcadla
- sklo s drátěným výpletem

Sebrané sklo se používá ve sklárnách při výrobě nových skleněných předmětů.





Plasty – jsou ukládány do žlutých odpadových nádob.

Co do nádob patří:

- výrobky a obaly z plastů
- sáčky, folie
- kelímky od mléčných výrobků
- PET lahve od nápojů



Obaly od potravin musí být čisté. Z kelímků odstraňte hliníková víčka. Obaly od nápojů sešlapávejte.

Co do nádob nepatří:

- plastové obaly znečištěné chemickými látkami (oleje, barvy apod.)
- nádoby od léčiv
- novodurové trubky,
- výrobky z PVC

Ze směsných plastů se připravuje granulát, který se používá při výrobě květináčů, nádob na odpad, odpadních trubek, plastové folie a podobně.



Třídění odpadu



Nápojové kartony – se ukládají do světle hnědých nádob.

Co do nádob patří:

- krabice TetraPack od mléka a ostatních nápojů
- nápojové kartony

Co do nádob nepatří:

- plastové obaly
- znečištěné krabice TetraPack, například chemikáliemi, oleji a podobně

Zpracování v papírnách

Papír tvoří většinu obalu, takže je možné ho zpracovávat stejně jako starý papír. Zbytky hliníku a polyethylenu lze využít přímo v papírně při výrobě páry nebo pro ohřev vody či dále zpracovat na palety a podobně.

Zpracování na speciální lince

Nápojové kartony se rozdrtí a drť se za tepla lisuje do desek, které je možné použít například jako stavební izolace.





Značky na obalech

Každý obal je vyroben z nějakého materiálu a někdy je velmi obtížné poznat, z čeho je obal vyroben. Proto jsou na obalech různé značky, které nás informují, jak máme s takovým obalem po použití naložit.

Šipky s číslem nebo zkratkou nás informují o materiálu, z čehož je obal vyroben. Podle nich poznáme, do kterého kontejneru (jak třídit) máme obal později vyhodit. V tabulce jsou nejčastější kódy.

			
PAP	20	21	22
Vlnitá lepenka PAP 20 Hladká lepenka PAP 21 Papír PAP 22			

			
GL	70	71	72
Bílé sklo GL 70 Zelené sklo GL 71 Hnědé sklo GL 72			

			
FE	40	ALU	41
Ocel FE 40 Hliník ALU 41 Dřevo FOR 50			

									
PET	1	HDPE	2	LDPE	4	PP	5	PS	6
Polyethylentereftalát PET 1				Polyetylén (lineární) HDPE 2					
Polyetylén (rozvětvený) LDPE 4				Polypropylén PP 5					
Polystyrén PS 6									

		
C/PAP	81	84
Kombinovaný obal C/ obal je vyroben z více materiálů a ten za lomítkem převládá		
Nápojový karton C/PAP 81 a 84 kombinovaný obal, kde převládá papír		

Sběrný dvůr

Sběrný dvůr nebo také recyklační dvůr je místo, kde je možné odevzdat odpady, které se nevejdou do běžných kontejnerů nebo z důvodů nebezpečných odpadů se nesmí ukládat do smíšeného odpadu.

Na sběrný dvůr je možné odvážet většinou tyto druhy odpadu:

Kovy:

železný šrot, hliníkové předměty, barevné kovy, plechovky, hrnce apod.

Kompostovatelný odpad:

větve, listí, tráva, zbytky jídel, čajové sáčky, zbytky ovoce a zeleniny, slupky apod.

Objemné odpady:

starý nábytek (křesla, židle, skříně, válečky a podobně) podlahové krytiny (koberce, linolea), umyvadla, toalety, nefunkční sporáky, pračky.

Elektrotechnika:

televize, rádia počítače, mikrovlnné trouby, ledničky a podobně.

Stavební suť:

cihly a beton z drobných rekonstrukcí v bytě

Nebezpečné odpady:

jsou sbírány na dvorech vybavených speciálními ekosklady. Je to vlastně taková budka s nádobami a dvojitou podlahou – to proto, aby nebezpečné látky nemohly uniknout. Mezi nejčastější druhy nebezpečných odpadů například patří: Léky, zářivky, výbojky, akumulátory, galvanické články, ledničky, barvy, lepidla, oleje a nádoby jimi znečištěné atd.

Ve sběrném dvoře není možné ukládat:

maso, kosti, oleje z potravin, tekuté a silně mastné potraviny, obaly od potravin, uhynulá domácí zvířata.

A co patří do popelnice nebo kontejneru před domem:

Ostatní odpady, které zbudou po vytrídění všeho, co je možné dále využít. Například znečištěné, mastné obaly od potravin, voskovaný papír, textil, porcelán, žárovky, popel, zbytky masa, kostí apod.

1.Úvod

Nauka o snímačích, tak zvaná senzorika, je poměrně mladý vědní obor. Její největší rozmach vznikl hlavně s rozvojem výrobních automatů a dále hlavně strojů, které jsou řízeny PLC automaty. PLC automat je inteligentní elektronický programovatelný stroj. V současné době jsou na tak vyspělé úrovni, že zřejmě neexistuje aplikace, která by nešla vyřešit. To je softwarová záležitost.

Neobejdeme se bez povelů z jednotlivých snímačů, které vypovídají o fyzickém stavu jednotlivých mechanických prvků, ale i o stavu fyzikálních veličin, jako je například tlak nebo podtlak, teplota, přítomnost různých plynů. Například v elektrárnách nebo teplárnách se měří ve zplodinách obsah kyslíku, oxidu uhelnatého, síry nebo obsah prachů a další veličiny. Snímání obsahu nebo plnění a vyprazdňování různých zásobníků, ať na sypká media, třeba písek, tak na tekutá media, například vodu, ale i žíravé tekutiny, jako kyseliny, louhy a další.

Pomocí snímačů se sleduje, zda daná operace byla provedena. Jestli požadovaná součástka v určitém místě je doopravdy namontovaná. Jestli vyrobená nádrž odpovídá předepsaným tlakům, jestli je výrobek bezchybně zabalený a vybavený příslušnou etiketou a další aplikace. Mnohdy snímače pracují ve velmi nepříznivých prostředích, ať už zmíněné žíravé prostředí, ale i vysoké teploty, tlaky nebo ponořené ve velkých hloubkách. S rozvojem automatizace a potřebou snímat různé stavy strojů nebo výrobků, byla vyvinuta řada snímačů pracujících na různých fyzikálních principech. My se postupně seznámíme s těmi nejznámějšími a ukážeme si různé možnosti použití jednotlivých typů snímačů a jejich aplikace.

V nemalé míře se snímače uplatňují v oblasti bezpečnosti. Kde snímače hlídají, aby obsluha stroje nebyla ohrožena na zdraví. Bezpečnostní kontakty na dveřních spínačích, Obr. č1. Z hlediska bezpečnosti se zásadně se používají pouze rozpínací kontakty.



Obr.č.1

Dalším typickým bezpečnostním prvkem je optický závěs nebo také nazývaná optoelektronická závora. Obr. č. 2. V podstatě je to řada optoelektronických snímačů složených z vysílače a přijímače v jednom pouzdře. Nejčastější použití je zabránění obsluze před zakázanou manipulací. Typické použití je na lisech a dalších podobných strojích, kde nebezpečí úrazu je poměrně veliké.



Obr. č.2

Snímače můžeme rozdělovat do skupin podle různých kritérií.

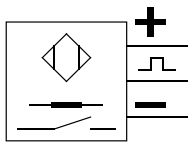
Podle principu funkce.

- Indukční snímače - snímání kovových předmětů
- Kapacitní – snímání jak kovových předmětů, tak i ostatních, které mají dostatečnou permitivitu
- Optoelektronické – snímání předmětů na poměrně velké vzdálenosti
- Ultrazvukové – měření vzdálenosti

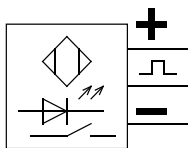
Aktivní snímače, jsou všechny výše jmenované, všechny potřebují napájecí napětí, nejčastěji 24V. Pasivní snímače nepotřebují napájecí napětí. Například magnetické snímače pro pneumatické válce, termistory, foto odpory, termočlánky a další pasivní prvky.

Snímače můžeme rozlišovat podle počtu připojovacích vodičů. Aktivní snímače se dělí podle výstupního tranzistoru na snímače NPN, ty jsou určeny pro společný kladný pól a PNP, ty jsou určeny pro společný záporný pól

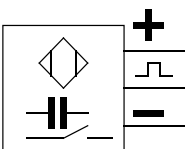
2.Blokové schéma a značky snímačů



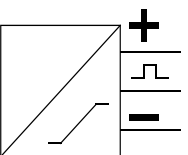
Indukční DC snímač spínací třídrátový



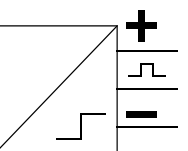
Optoelektrický DC snímač spínací třídrátový



Kapacitní DC snímač spínací třídrátový



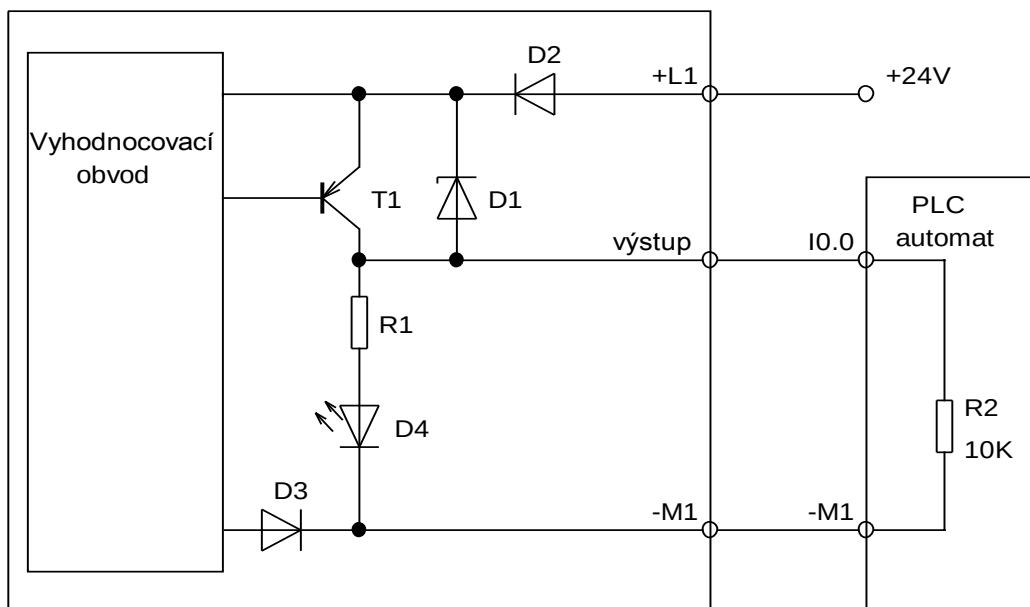
Obecná schematická značka pro snímač s analogový výstupem



Obecná schematická značka pro snímač s digitálním výstupem

2.1 Blokové schéma DC třídrátového snímače PNP

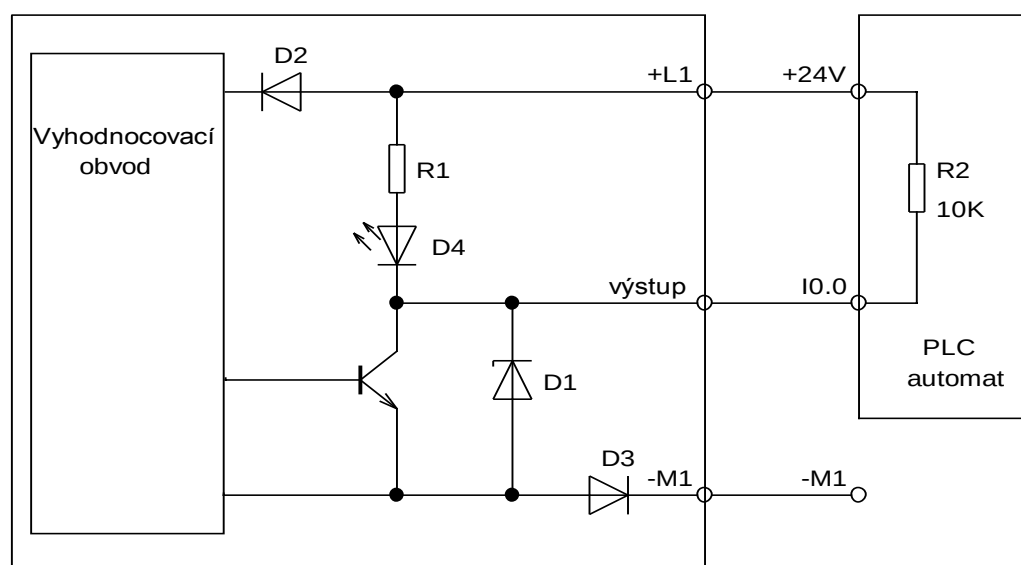
Obr. č. 3. DC snímač PNP je určen pro zapojení se společným záporným pólem. Jeden z nejpoužívanějších snímačů. Napájecí napětí bývá v rozsahu 10V až 30V. Typická hodnota napájecího napětí je 24V. Tranzistor T1 spíná na výstup kladný pól. Diody D2 a D3 jsou ochranné diody proti přepólování. Dioda D1 chrání výstupní tranzistor proti přepětí. Dioda D4 s odporem R1 signalizuje stav snímače. Svítí v případě vybavení snímače.



Obr. č.3

2.2 Blokové schéma DC třídrátového snímače NPN

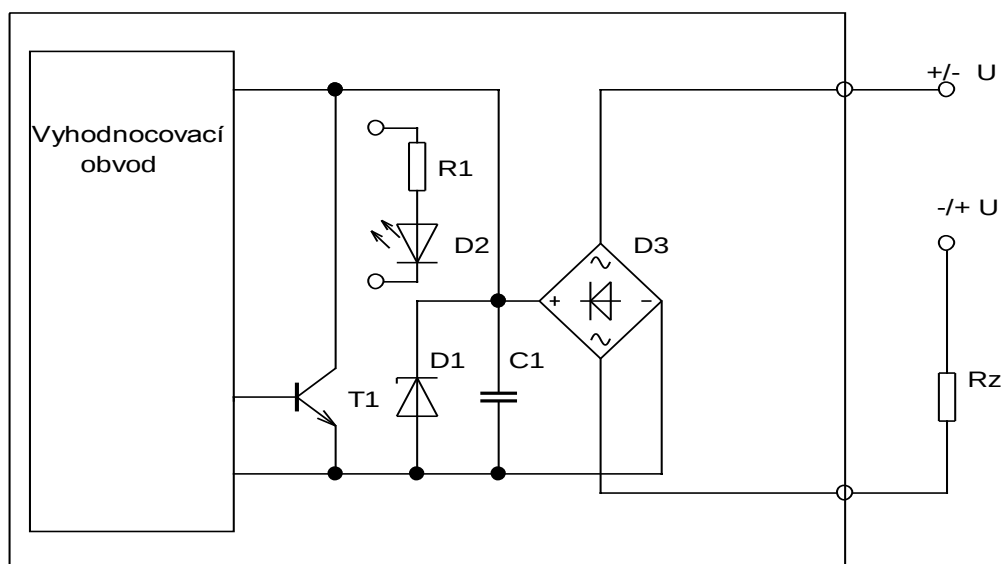
Obr. č. 4 DC snímač NPN je určen pro zapojení se společným kladným pólem. Jeden z velmi často používaných snímačů. Napájecí napětí bývá v rozsahu 10V až 30V. Typická hodnota napájecího napětí je 24V. Tranzistor spíná na výstup záporný pól. Diody D2 a D3 jsou ochranné diody proti přepólování. Dioda D1 chrání tranzistor proti přepětí. Dioda D4 s odporem R1 signalizuje stav snímače. Svítí v případě vybavení snímače.



Obr. č.4

2.3 Blokové schéma DC dvoudrátového snímače přepólovatelného

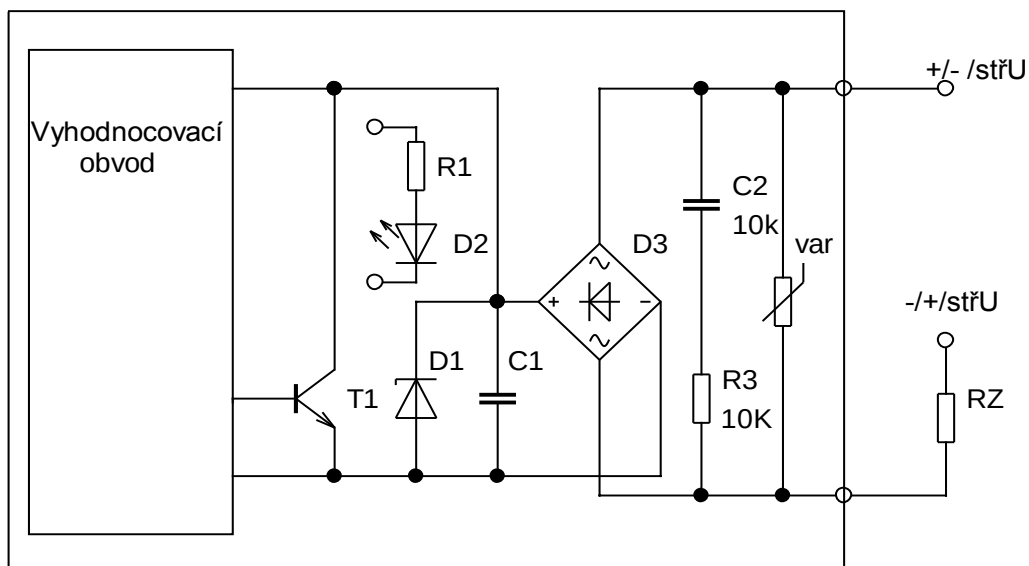
Obr. č. 5. DC dvoudrátový snímač přepólovatelný je určen jak pro zapojení se společným kladným pólem, tak i společným záporným pólem. Jeden z velmi často používaných snímačů. Napájecí napětí bývá v rozsahu 10V až 30V. Typická hodnota napájecího napětí je 24V. Vlastní vyhodnocovací obvod snímače je napájen přes vnější zátěž R2. Dojde-li k vybavení snímače, sepne tranzistor T1, a tím se zvýší proud vnějším zatěžovacím odporem R2. Snímač může být zapojen v obou polaritách, což umožňuje usměrňovač D3. Dioda D1 a kondenzátor C1 chrání snímač proti přepětí. LED dioda D2 s odporem R1 signalizuje stav snímače. Svítí v případě vybavení snímače.



Obr. č.5

2.4 Blokové schéma DC/AC dvoudrátového snímače

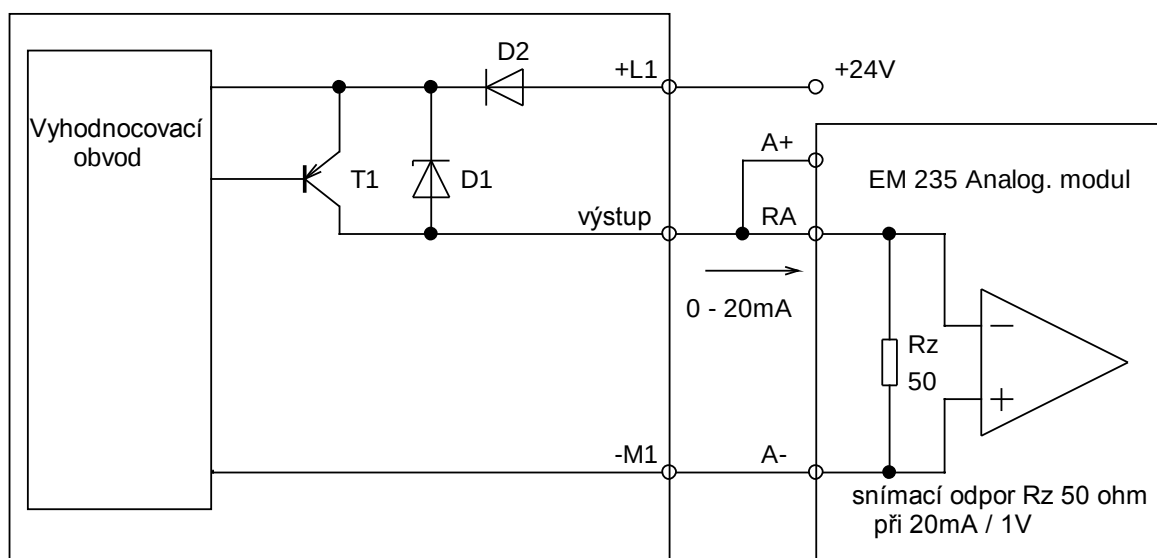
Obr. č. 6. DC/AC dvoudrátový snímač je určen jak pro zapojení se společným kladným pólem, tak i společným záporným pólem. Může být napájen stejnosměrným nebo střídavým napětím v rozsahu 20V až 250V. Jeden z velmi často používaných snímačů. Vlastní vyhodnocovací obvod snímače je napájen přes vnější zátěž R2. Dojde-li k vybavení snímače, sepne tranzistor T1, a tím se zvýší proud vnějším zatěžovacím odporem R2. Snímač může být zapojen v obou polaritách což umožňuje usměrňovač D3. Dioda D1 a kondenzátor C1 chrání snímač proti přepětí. LED dioda D2 s odporem R1 signalizuje stav snímače. Svítí v případě vybavení snímače. Varistor s R3 a C1 chrání snímač proti případnému přepětí sítě.



Obr. č.6

2.5 Blokové schéma třídrátového analogového snímače s proudovým výstupem

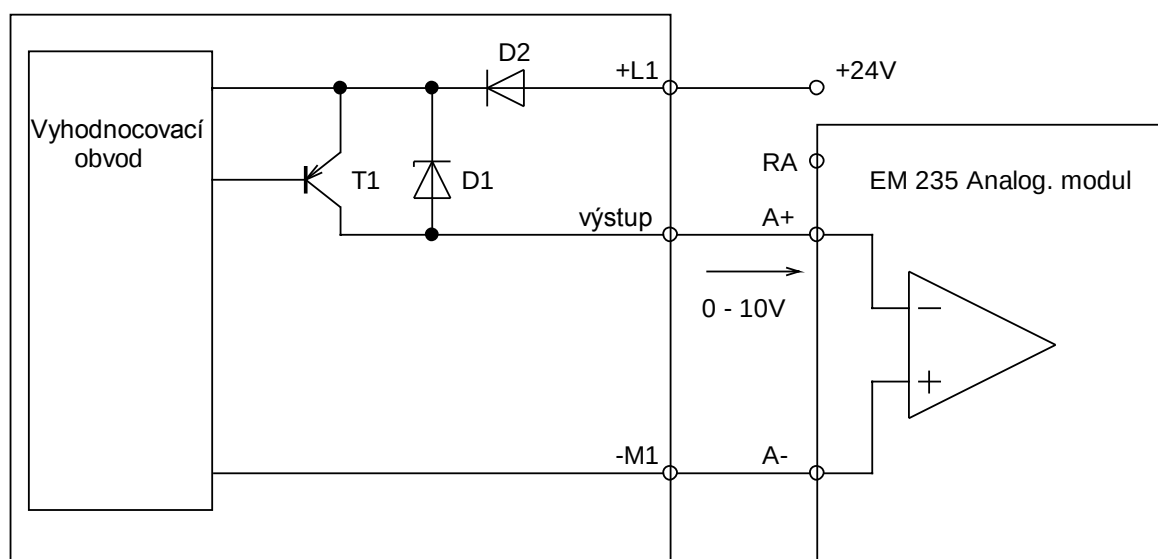
Obr. č.7. Třídrátový analogový snímač je určen pro zapojení se společným záporným pólem. Může být napájen stejnosměrným napětím v rozsahu 10V až 30V. Typická hodnota napájecího napětí je 24V. Analogový snímač má výstupní proudovou smyčku 0 až 20mA. Na rozdíl od předchozích snímačů, které měly dva výstupní stavy, výstupní tranzistor T1 byl otevřen nebo uzavřen, analogové snímače mohou mít nekonečné množství stavů v určitém rozsahu. Proud tekoucí tranzistorem T1 se uzavírá smyčkou přes snímací odpor R_z v analogovém modulu. Na odporu R_z vytváří úbytek napětí, které je analogovým modulem dále zpracováno.



Obr. č.7

2.6 Blokové schéma třídrátového analogového snímače s napěťovým výstupem

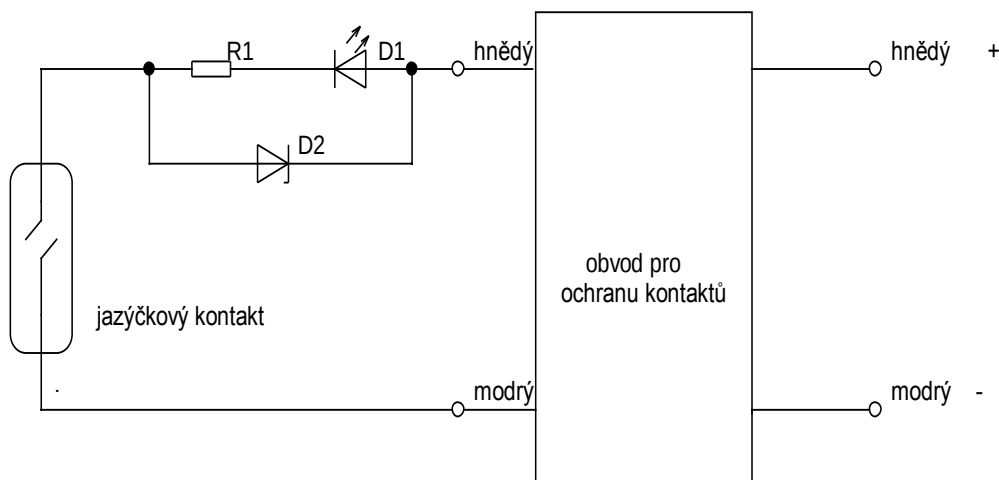
Obr. č.8. Třídrátový analogový snímač je určen pro zapojení se společným záporným pólem. Může být napájen stejnosměrným napětím v rozsahu 10V až 30V. Typická hodnota napájecího napětí je 24V. Analogový snímač má napěťový výstup. Typická hodnota napěťového výstupu bývá 0 až 10V.



Obr.č8

2.7 Blokové schéma magnetického snímače

Magnetický snímač je pasivní prvek, tudíž nepotřebuje napájecí napětí. Magnetický snímač reaguje na magnetické pole permanentních magnetů. Nejčastěji se používají pro snímání polohy pneumatických válců. Ve skleněné trubičce jsou umístěny dva jemné kontakty. Dostanou-li se do magnetického pole permanentního magnetu, zmagnetují se a spojí. Dioda D1 a odpor R1 signalizují stav magnetického snímače. Dioda D2 je ochrana proti přepětí. Při přepólování snímač bude pracovat, ale nebude signalizovat stav snímače. Obr. č.9



Obr.č.9

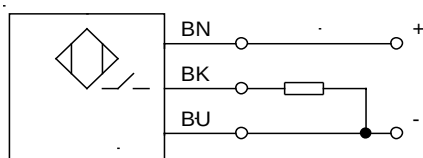
3. Schémata připojení

Barvy připojovacích vodičů. Značení dle normy DIN IEC60757

BN	hnědý	WH	bílý
BK	černý	OG	oranžový
BU	modrý	RD	červený
GY	šedý		

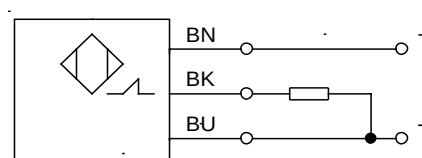
3.1 DC snímače PNP. Rozsah napájecího napětí bývá 10V až 30V. Nejčastěji bývají napájené 24V. Připojení 3-/4- drátově. Výstupní tranzistor je vodivosti PNP . Tyto typy snímačů jsou určeny pro společný záporný pól.

Spínací Obr. č.10



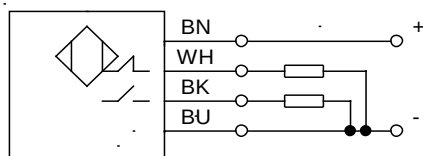
Obr. č.10

Rozpínací Obr. č.11



Obr. č.11

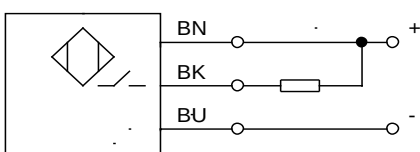
Antivalentní Obr. č.12



Obr. č.12

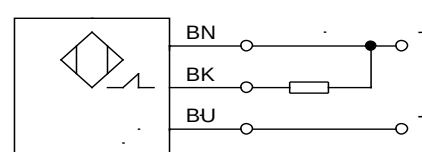
3.2 DC snímače NPN. Rozsah napájecího napětí bývá 10V až 30V. Nejčastěji bývají napájené 24V. Připojení 3-/4- drátově. Výstupní tranzistor je vodivosti NPN. Tyto typy snímačů jsou určeny pro společný kladný pól.

Spínací Obr. č.13



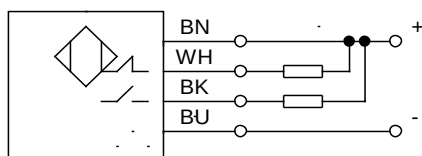
Obr. č.13

Rozpínací Obr. č.14



Obr. č.14

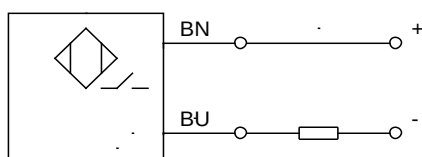
Antivalentní Obr. č.15



Obr. č.15

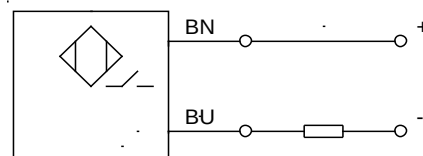
3.3 DC snímač 2-drát nepřepólovatelný. Tento typ snímače je připojen dvěma vodiči. Rozsah napájecího napětí bývá 10V až 30V. Nejčastěji bývají napájené 24V. Snímač je určený pro společný záporný pól.

Spínací Obr. č.16



Obr. č.16

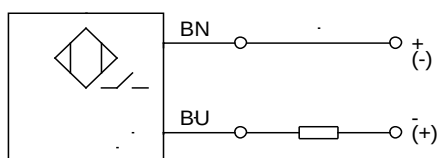
Rozpínací Obr. č.17



Obr. č.17

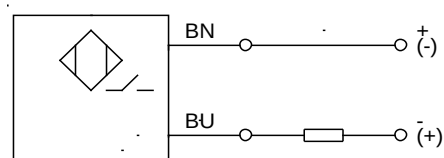
3.4 DC snímač 2 – drát přepólovatelný. Tento typ snímače je připojen dvěma vodiči. Rozsah napájecího napětí bývá 10V až 30V. Nejčastěji bývají napájené 24V. Snímač je určený pro společný záporný i kladný společný pól.

Spínací Obr. č.18



Obr. č.18

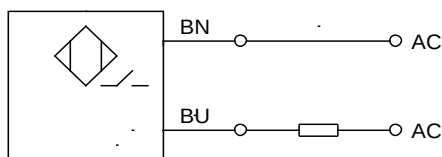
Rozpínací Obr. č.19



Obr. č.19

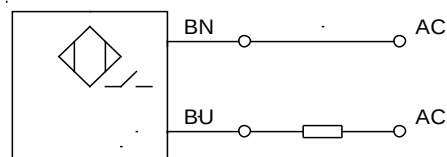
3.5 AC – snímače. Tento typ snímače je připojen dvěma vodiči a je určený pro napájení střídavým napětím. Napájecí napětí bývá v rozsahu 20V/50Hz až 250V/ 50Hz. Nejčastěji se tyto typy snímačů používají pro napájení 230V/50Hz.

Spínací Obr. č.20



Obr. č.20

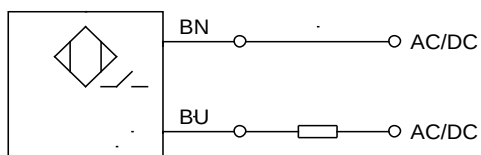
Rozpínací Obr. č.21



Obr. č.21

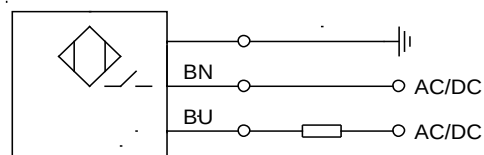
3.6 AC/DC – snímače s ochranou izolací. Bezpečnostní třída 2. Tento typ snímačů je připojen dvěma vodiči a je určený pro střídavé i stejnosměrné napájecí napětí v rozsahu 20V až 250V. Nejčastěji se tyto typy snímačů používají pro napájení 230V/50Hz.

Spínací Obr. č.22



Obr. č.22

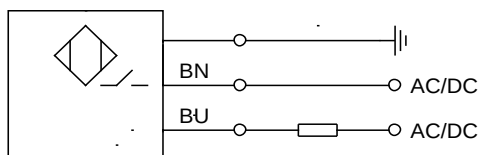
Rozpínací Obr. č.23



Obr. č.23

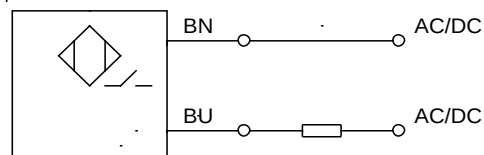
3.7 AC/DC – snímače s ochranným vodičem. Bezpečnostní třída 1. Tento typ snímačů je připojen dvěma vodiči a je určený pro střídavé i stejnosměrné napájecí napětí v rozsahu 20V až 250V. Nejčastěji se tyto typy snímačů používají pro napájení 230V/50Hz

Spínací Obr. č.24



Obr. č.24

Rozpínací Obr. č.25



Obr. č.25

Digitální snímače mohou mít na výstupu pouze dva stavy. Zapnuto, nejčastěji na výstupu snímače je napětí, z hlediska programování log.1. Nebo vypnuto, na výstupu není napětí, z hlediska programování log.0. U antivalentních snímačů mohou být případně logické stavy opačné. Nejčastěji se používá napětí 24V. Tato velikost byla zvolena s ohledem na bezpečnost a přitom toto napětí má dostatečně velký odstup od rušivých napětí.

Analogové snímače. Na jejich výstupu může být, napětí nebo proud, měnící se v čase.

- **Unipolární napětí**, nesymetrické, nejpoužívanější rozsah je 0 až 10V. Tento signál je přímo měřitelný přístrojem. Negativní napětí jsou nepřípustná. Výsledný signál je však velmi citlivý na rušení magnetickým polem. Z tohoto důvodu je nutné použít stíněné vodiče. Z důvodů úbytku napětí na přívodních vodičích je omezená délka přívodních vodičů.
- **Bipolární napětí**, symetrické, nejpoužívanější rozsah je +/- 10V. S výhodou tento signál můžeme například použít pro řízení změny a směru otáčení DC motoru.
- **Proud 0 až 20mA**. Signál je odolný vůči rušení magnetickým polem. Úbytek napětí na přívodních vodičích nemá žádný vliv na měřený signál, tím ani délka přívodních vodičů není omezena. Vhodný pro průmyslové použití.
- **Proud 4 až 20mA**. Signál je odolný vůči rušení magnetickým polem. Úbytek napětí na přívodních vodičích nemá žádný vliv na měřený signál, tím ani délka přívodních vodičů není omezena. Vhodný pro průmyslové použití. Snímač reguluje svým vnitřním odporem R_i proud v rozmezí 4 až 20mA proporcionálně k měřené veličině 0 až 100%. To znamená, že při měřené veličině 0% teče snímačem 4mA. Při měřené veličině 100% 20mA. Má to dvě výhody. Zařízení je schopné rozpoznat přerušení i zkrat vodičů na vstupu a snímač je možné napájet přímo průtokem proudu.

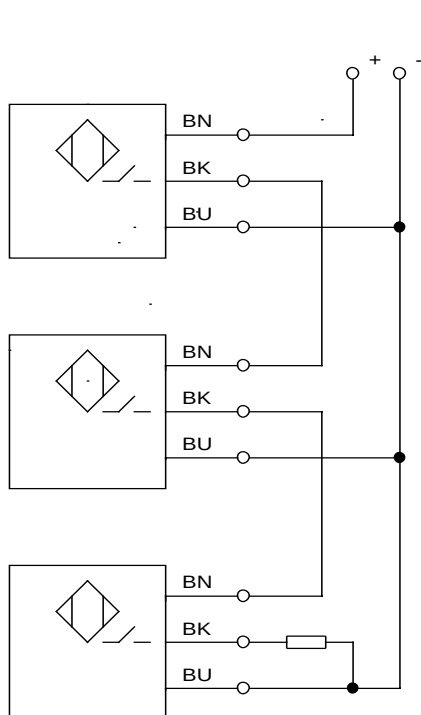
3.8 Sériové zapojení snímačů.

Sériové zapojení může být příčinou časového zpoždění, například při zapnutí. Počet zapojených snímačů je omezen celkovým úbytkem napětí. (Součet úbytků všech prahových napětí U_D). Aby výstup byl v log.1., to je napětí na zatěžovacím odporu, potom musí být aktivovány všechny sériově zapojené snímače.

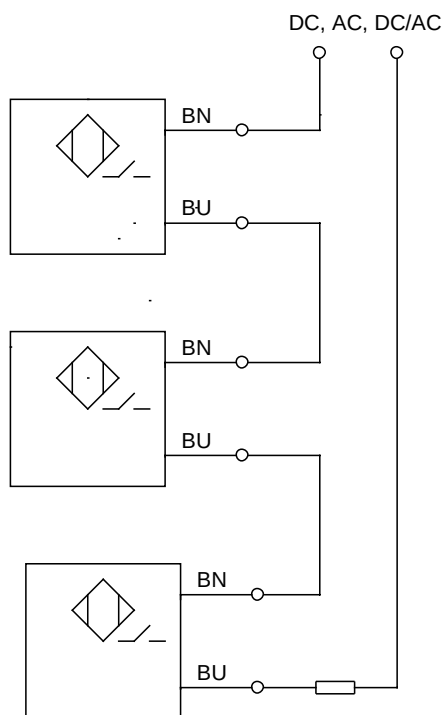
Pro dvoudrátové snímače se navíc přidává omezení minimálním zbytkovým napětím. Pro třídrátové DC snímače je dalším omezením velikost výstupního zatížení. Je nutno proud naprázdno I_0 všech snímačů přidat k jmenovitému pracovnímu proudu I_e . Zpoždění při zapnutí t_v je rovno zpoždění při zapnutí jednoho snímače krát počet snímačů.

Obr.č.26 Sériové zapojení třídrátových DC snímačů

Obr. č. 27 Sériové zapojení dvoudrátových DC , AC, DC/AC snímačů



Obr. č.26



Obr. č.27

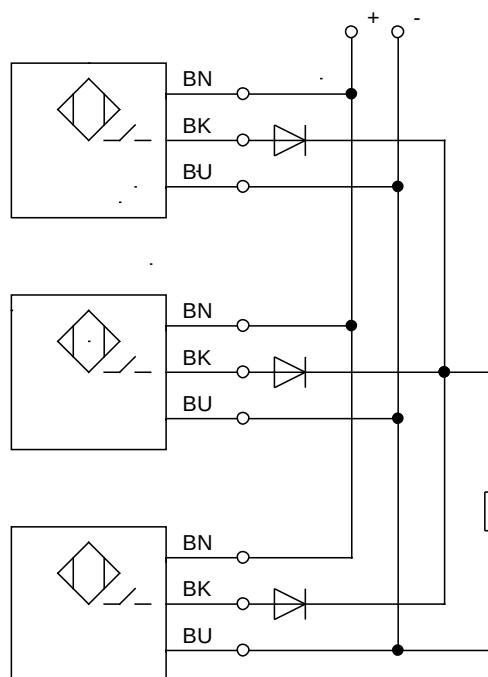
3.9 Paralelní zapojení snímačů.

Pro paralelní zapojení snímačů s indikací výstupu LED diodou je doporučeno oddělit výstupy jednotlivých snímačů diodou. Tím se zabráníme rozsvícení všech LED diody při aktivaci jednoho výstupu. Při paralelním zapojení bude-li aktivován alespoň jeden snímač, výstup bude v log.1. Na zatěžovacím odporu bude úbytek napětí bez ohledu, v jakém stavu budou ostatní snímače.

Paralelní zapojení dvoudrátových DC snímačů není doporučováno, protože může dojít k rozkmitání celého zapojení, vlivem různých dob zpoždění při zapnutí.

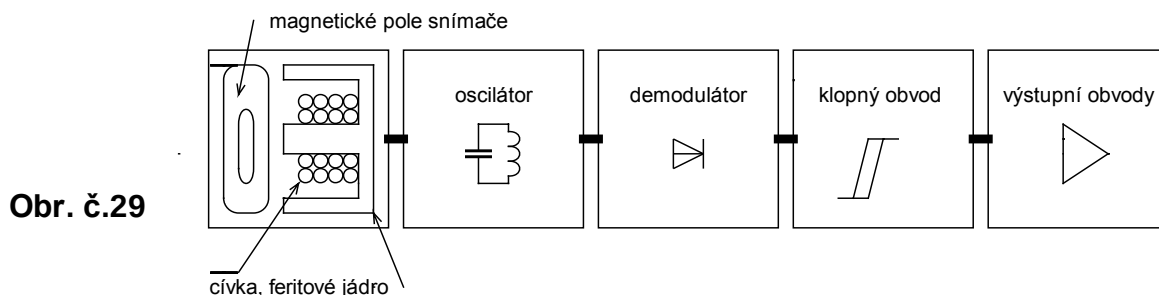
Obr. č. 28 Paralelní zapojení třídrátových DC snímačů

Obr. č.28



4. Indukční snímače

Princip indukčního snímače je založen na vzájemném působení mezi kovovými vodiči a střídavým magnetickým polem. V kovovém snímatelném tlumícím materiálu jsou indukovány vířivé proudy, které odebírají energii z pole a snižují velikost oscilační amplitudy. Tato změna je indukčním snímačem vyhodnocena. Obr. č.29



Aktivní plocha je oblast, kterou vstupuje vysokofrekvenčního pole snímače do vzduchové mezery. Je to v první řadě plocha hrníčkového jádra cívky a odpovídá přibližně ploše povrchu čepičky snímače.

4.1 Definice

Standardní snímaný předmět je čtvercová nebo kulatá destička z materiálu Fe 360 použitá k definování spínacích vzdáleností. Její tloušťka je 1mm a průměr odpovídá průměru aktivní plochy. U indukčních snímačů bývá největší spínaná vzdálenost do 50mm. Platí vztah, že čím větší plocha pole snímače, tím větší spínaná vzdálenost. Typické použití jsou pro spínané vzdálenosti jednotek milimetrů. Tomu odpovídají průměry snímačů asi 8mm až 13mm. Nejmenší spínaná vzdálenost není omezena.

Korekční faktor udává nutné snížení spínací vzdálenosti pro spínaný předmět, který není vyroben z Fe 360.

Materál	Faktor
Ocel	1,0
Měď	0,25.....0,45
Mosaz	0,35.....0,50
Hliník	0,30.....0,45
Nerez	0,60.....1,0
Nikl	0,65.....0,75
Litina	0,93.....1,05

Spínací frekvence f udává maximální počet sepnutí za sekundu. Snímány jsou standardní snímané předměty umístěné na obvodu rotujícího nevodivého disku. Obvod musí být rozdělen mezi ocel a nevodič v poměru 1 : 2. Spínací frekvence indukčních snímačů bývá do 1000 Hz. Typická hodnota jsou stovky Hz. Obecně platí. Čím větší průměr aktivní plochy, tím větší spínaná vzdálenost, ale menší spínaná frekvence.

Zpoždění při zapnutí t_v je čas mezi připojením napájecího napětí a počátkem provozního stavu indukčního snímače. Tento čas nesmí být v žádném případě delší než 300ms. V tomto čase nesmí trvat žádný falešný signál déle než 2ms.

Odolnost magnetickým polím. Bezporuchová funkce je závislá na odolnosti vůči cizím magnetickým polím. Například od silových vodičů nebo proudu od svařovacích vodičů. Typická vzdálenost zaručující bezchybnou funkci indukčního snímače je 50mm.

4.2 Elektrické parametry

Jmenovitý pracovní proud I_e , je dovolený trvalý výstupní proud, který může protékat zatěžovacím odporem R. Typická hodnota bývá 200mA.

Napájecí napětí U_b je přípustný napěťový rozsah, ve kterém je zaručena spolehlivá funkce snímače. U DC snímačů bývá rozsah 10V až 30V. Typická hodnota napájecího napětí u DC snímačů je 24V. U AC snímačů bývá rozsah 20V až 250V. Typická hodnota napájecího napětí u AC snímačů bývá 110V.

Zbytkový proud I_r je proud, který protéká výstupní zátěží v okamžiku, kdy výstup snímače není v aktivním stavu. U třídrátových snímačů bývá hodnota desítky mikroampér. U dvoudrátových snímačů je typická hodnota kolem 600μA. Je to z toho důvodu, že napájecí proud snímače teče přes zatěžovací odpor.

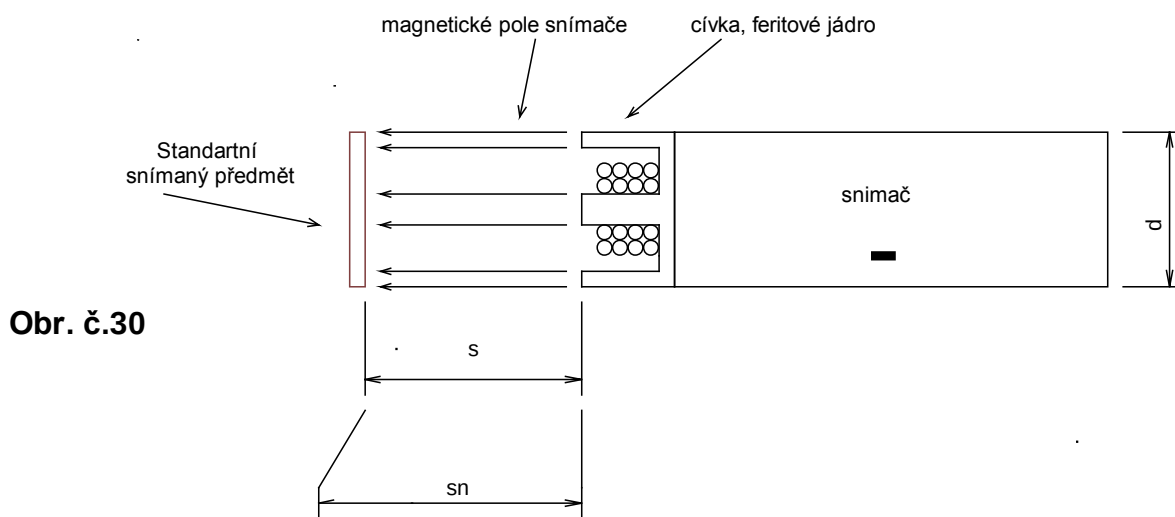
Ochrana proti přepólování chrání proti možnosti obrácení napájecího napětí snímače s ochranou proti zkratu. Chrání obrácení +/- napájení snímače bez ochrany proti zkratu. Nejčastěji bývá realizována pomocí diod zapojených v napájení snímače.

Ochrany proti zkratu (snímače s maximálním napětím 60V DC) je dosaženo použitím pulzních nebo termických obvodů ochrany proti zkratu. Koncové stupně jsou tím chráněny proti zkratu. Prahový proud proti zkratové ochraně je vyšší než jmenovitý pracovní proud I_e . Proudů vzniklé při sepnutí indukční nebo kapacitou zátěže neaktivují funkci ochrany.

Ochrana proti zkratu / přetížení chrání AC nebo AC/DC snímače, které často pracují se zátěží v podobě relé nebo stykače. AC spínací přístroje (stykače, relé) vytvářejí krátkodobé vyšší zatížení (6 až 10× jmenovitý proud), než později při statickém provozu. Ustálená hodnota proudu bude dosažena nejdříve po několika ms. To znamená, že prahová úroveň této ochrany musí ležet nad jmenovitým pracovním proudem I_e . Ochrana je konstruována s časovým zpožděním. Pokud do určité doby proud neklesne pod úroveň maximálního spínacího proudu, tak ochrana zareaguje. Ochrana proti zkratu a přetížení je zpravidla konstruována jako bistabilní obvod a musí být resetována vypnutím napájecího napětí snímače.

Spínací vzdálenost s je vzdálenost mezi standardním spínaným předmětem a aktivní plochou snímače, ve které se změní stav výstupního signálu. Pro spínací výstup tj. Od rozepnutí k sepnutí a pro rozpínací výstup od sepnutí k rozepnutí.

Jmenovitá spínací vzdálenost s_n je charakteristická hodnota, která nebere v úvahu vlivy výrobní tolerance, provozní teploty, napájení a podobně. Obr. č.30



Obr. č.30

4.3 Vestavné indukční snímače se standardní spínací vzdáleností mohou být vloženy do kovu až po aktivní plochu. Vzdálenost k protější kovové ploše musí být $\geq 3s_n$ a vzdálenost mezi sousedními dvěma indukčními snímači při řadové montáži musí být $\geq 2d$. Obr. č. 31. Ukázka indukčního snímače určeného pro vestavnou montáž. Zde v zapojení kontroly přítomnosti hřídele.

4.4 Nevestavné indukční snímače se standardní spínací vzdáleností, jsou rozpoznatelné podle čepičky, která je vyrobena z magneticky nevodivého materiálu. Aktivní plocha musí vyčnívat $\geq 2s_n$ z kovového materiálu. Vzdálenost k protější kovové ploše $\geq 3s_n$ a vzdálenost mezi sousedními indukčními snímači musí být $\geq 3d$. Obr. č.32

Tyto pokyny pro montáž jednotlivých indukčních snímačů jsou obecné a mohou lišit dle každého výrobce pro konkrétní určitý snímač. Snímače se vyrábí v základní citlivosti, to je naše ukázka montážních podmínek a dále se vyrábí například s dvojnásobnou, případně vícenásobnou citlivostí spínací vzdálenosti. Při montáži konkrétního snímače je potřeba na tyto fakta brát zřetel a řídit se katalogem daného výrobce.



Obr. č.31



Obr. č.32

5. Indukční analogové snímače

Snímače s analogovým výstupem jsou snímače, které vytvářejí trvalý proměnný výstupní signál, jehož velikost je funkcí vzdálenosti mezi aktivní plochou snímače a snímaným předmětem. Nejčastěji mívají lineární napěťový nebo proudový výstupní signál, který se lineárně mění podle vzdálenosti objektu. Křivka je lineární uvnitř rozsahu S_i . Vzdálenosti úměrný analogový výstupní signál. Nejčastěji mívají válcová pouzdra od průměru 6mm až do 30mm. Případně mohou být pouzdra kvádrová. Obecně platí, čím větší průměr snímače, tím větší snímaná vzdálenost. Měřicí rozsah od 1mm až 50mm. Nejčastěji mívají napěťovou, případně proudovou závislost: Čím větší vzdálenost, tím větší výstupní napětí, případně proud. Bezdotykový absolutní princip měření. Indukční snímače pracují s rychlostí do 40m/s. Stav indukčního analogového snímače je indikován LED diodou. Po dosažení maximálního rozsahu se LED dioda rozsvítí.

5.1 Definice

Pracovní rozsah S_a je celkový využitelný rozsah, který může analogový snímač obsáhnout.

Jmenovitá snímací vzdálenost S_e je bod uprostřed lineárního rozsahu a slouží jako referenční bod pro ostatní data.

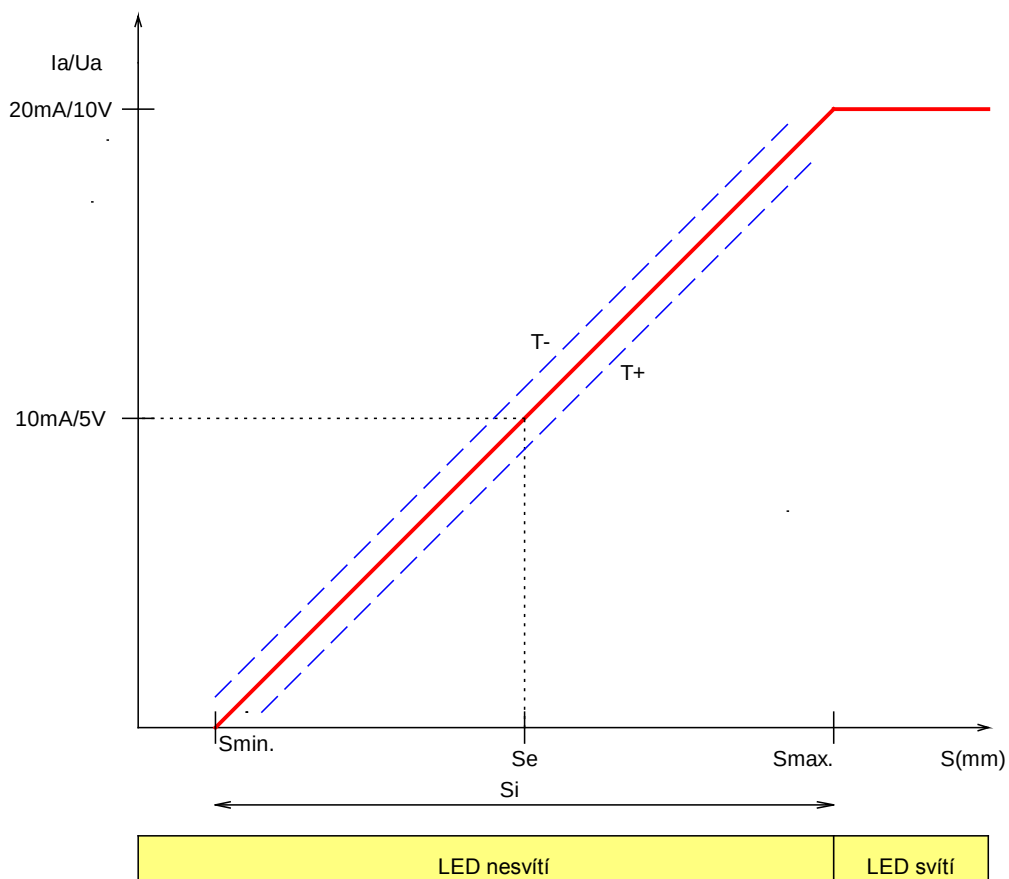
Lineární rozsah S_i , je pracovní rozsah, ve kterém analogový snímač vykazuje definovanou linearitu.

Teplotní drift je posun, který může bod výstupní charakteristiky učinit působením různých teplot. Teplotní drift je popsán pomocí teplotního koeficientu.

Teplotní koeficient T_K popisuje odchylku výstupního signálu analogových snímačů vlivem jednotkové změny teploty. A je tedy také měřítkem kvality snímačů.

Tolerance T je velikost, kterou je výrobně definováno toleranční pásmo výstupní křivky, a tím je určen maximální rozptyl výstupních hodnot pro jednotlivé vyrobené exempláře. Například pro snímače s nejmenší snímací vzdáleností 1.5mm to bývá $\pm 0.1\text{mm}$. U snímačů s největší spínací vzdáleností okolo 50mm se hodnota tolerance T pohybuje $\pm 1\text{mm}$.

Doba odezvy je čas, který snímač potřebuje k tomu, aby se výstupní signál jistě a stabilně změnil. Udaný čas při maximální rychlosti v sobě zahrnuje jak dobu elektrické odezvy, tak i čas nutný k mechanické změně polohy, při které změny stavu zatlumí.



Obr. č.33

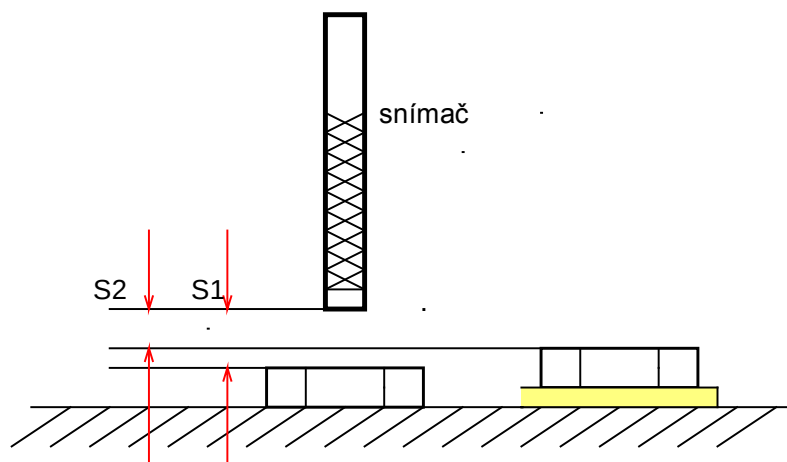
5.2 Příklady použití

Několik příkladů z četného využití analogového snímače

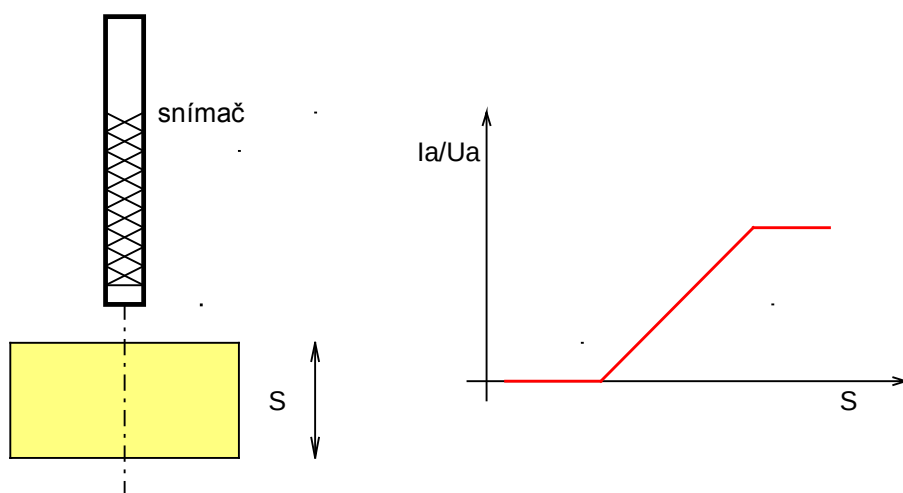
- měření vzdálenosti
- sledování vzdálenosti při vyšší pojízdné rychlosti objektů
- měření tloušťky
- vystředování pásů
- měření šířky pásů
- sledování vlnitosti
- počítání
- polohování
- kontrola polohy
- kontrola upnutí
- všeobecné sledování
- výběr dílů různých velikostí a materiálů

Rozpoznání přítomnosti těsnící podložky. Obr. č.34

Obr. č.34

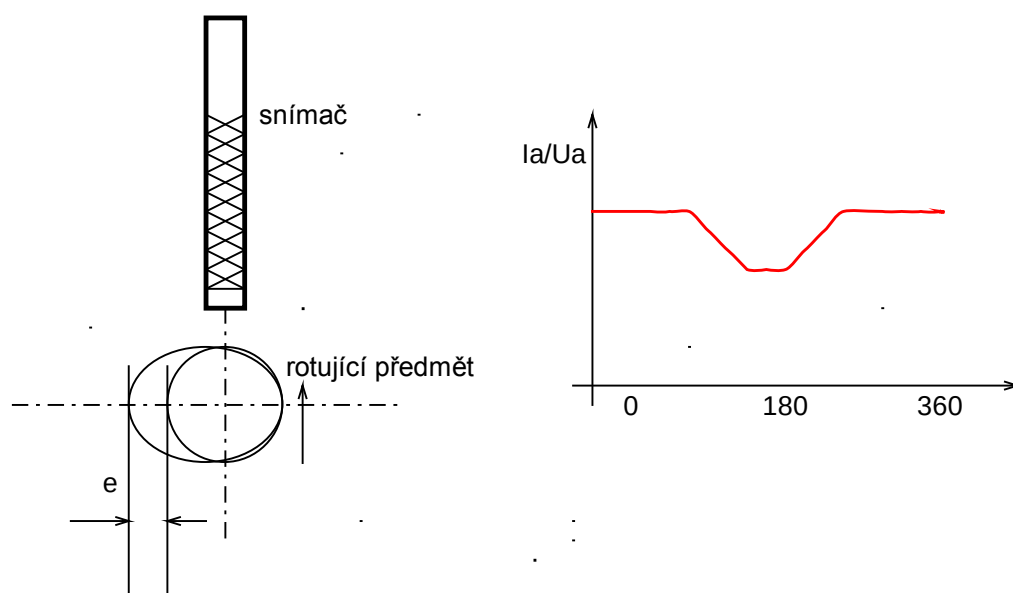


Přiblížení v axiálním směru. Přiblížení měřeného předmětu v axiálním směru. Změna vzdálenosti v ose snímače se projeví v proporcionální změně výstupního signálu. Obr. č.35



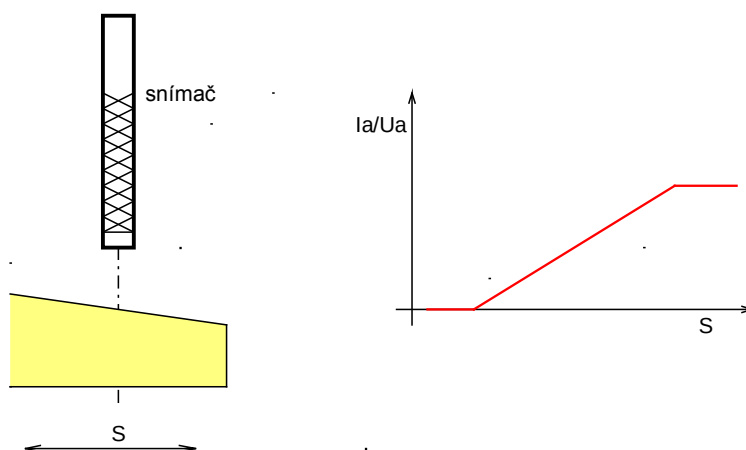
Obr. č. 35

Snímání rotujících předmětů. Házivost vačky nebo nevyváženosti vedou k periodické změně výstupního signálu. $\Delta U_a = e$. Obr. č.36



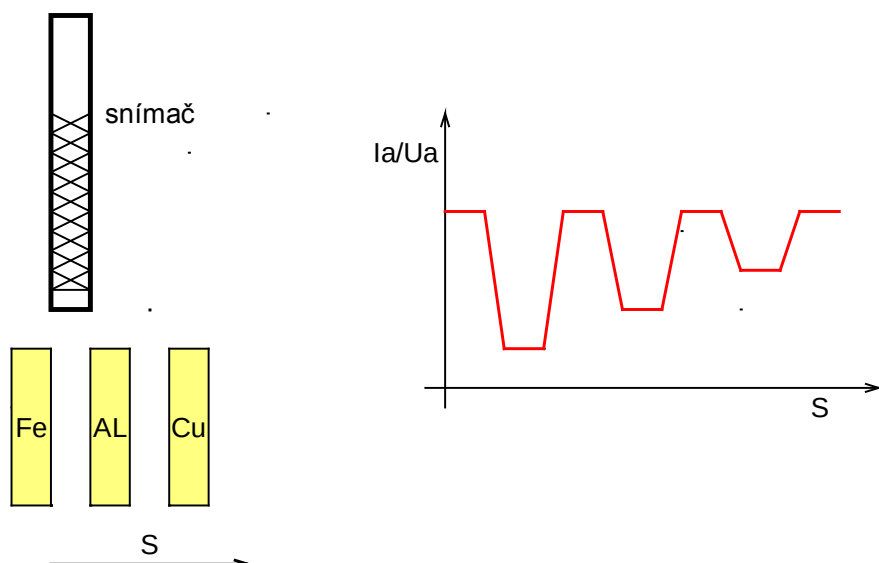
Obr. č.36

Boční přiblížení. Sledování delší dráhy snímáním šikmé plochy. Obr. č. 37



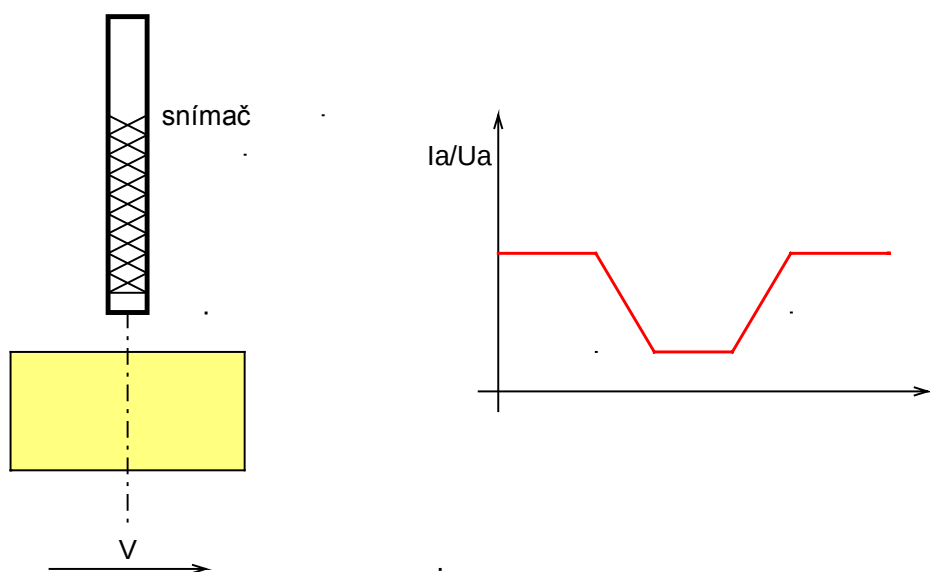
Obr. č. 37

Rozpoznání různých materiálů. Při konstantní vzdálenosti se výstupní signál bude měnit pouze při změně materiálu objektu. Různé materiály, různý korekční faktor. Obr. č.38.



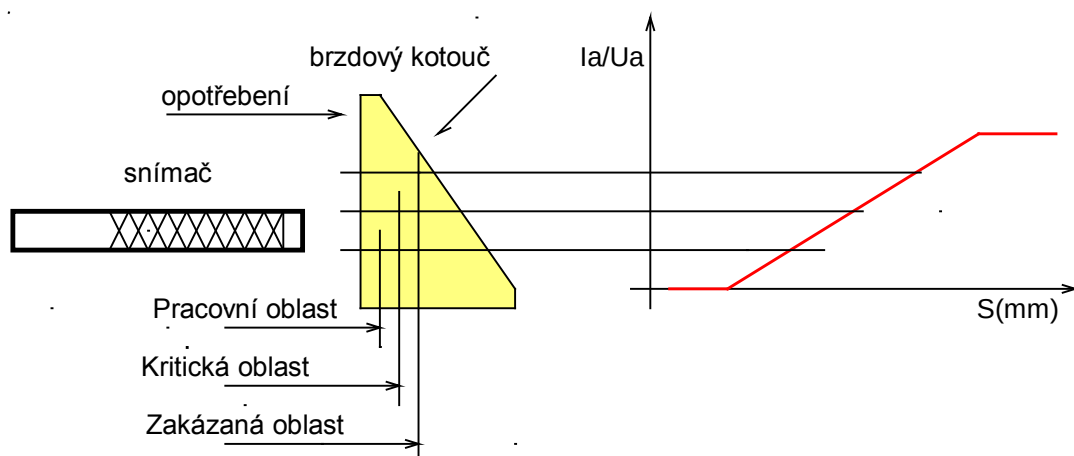
Obr. č.38

Měření vzdálenosti při vyšší pojezdové rychlosti. Dokonce i při vyšší pojezdové rychlosti objektu je možné přesně změřit vzdálenost. Obr. č.39



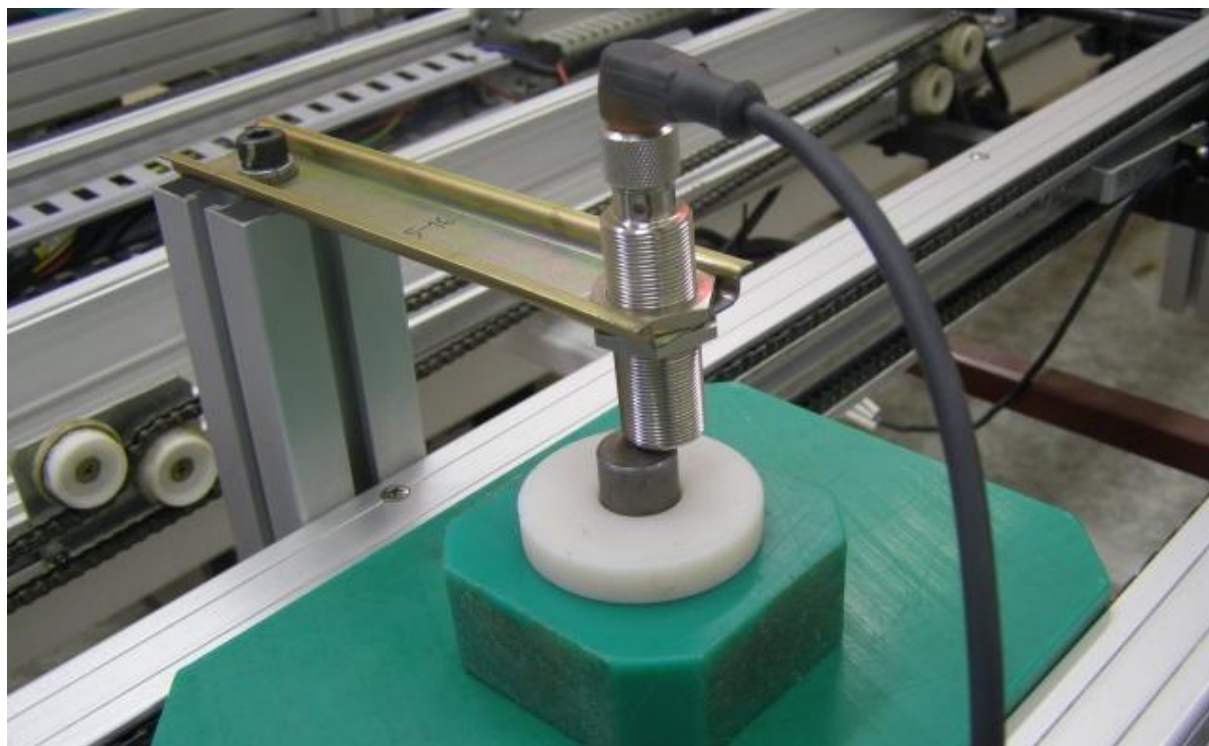
Obr. č.39

Vyhodnocení programovatelných spínacích bodů. Měření opotřebení brzdového kotouče. Obr. č.40



Obr. č.40

Ukázka použití analogového indukčního snímače BAW M12MF2-UAC40F-BP03 S napěťovým výstupem 0až 10V. Spínací vzdálenost 1 až 4mm. V zapojení pro kontrolu délky hřídele. Obr. č.41



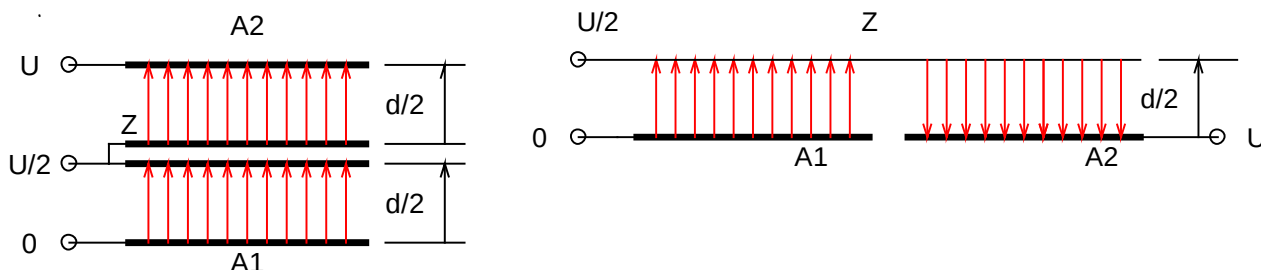
Obr. č.41

6. Kapacitní snímače

Kapacitní snímače snímají změnu kapacity vyvolanou přiblížením předmětu. Jejich výhoda spočívá ve schopnosti snímat prakticky jakýkoliv materiál od kovů až po oleje. Svoji prioritu mají hlavně v oblasti snímání nekovových předmětů.

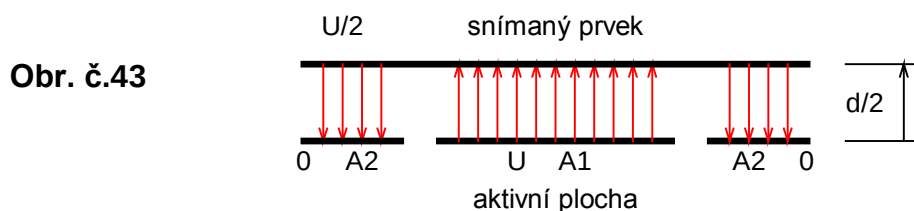
Kondenzátor se ve své tradiční podobě skládá ze dvou elektrod ve tvaru destiček a dielektrika s nevodivým nebo mírně vodivým médiem mezi nimi. Kapacita $C = \epsilon(A/d)$ se určuje z plochy A vzdálenosti d a permitivity $\epsilon = (\epsilon_0 \times \epsilon_r)$. Kde ϵ je permitivita použitého media, ϵ_0 je absolutní permitivita vakua a ϵ_r je relativní permitivita, materiálová konstanta.

Snímací elektroda a její působení může být postupně vysvětleno odvozením z jejího geometrického tvaru. Rozptylová pole na hranách destiček mohou být pro tento účel zanedbatelná. Uprostřed mezi dvěma kruhovými destičkami A_1 a A_2 je ve vzdálenosti $d/2$ vložena dobře vodivá přeložená „střední elektroda“ Z . Působením napětí mezi A_1 a A_2 se vytvoří elektrické pole. To vytvoří na elektrodě Z napětí $U/2$. „Střední elektroda“ tak převezme funkci další destičky. Kondenzátor se tak elektricky i mechanicky chová jako dva do série zapojené kondenzátory. Jestliže se tyto kondenzátory rozloží vedle sebe destičky A_1 a A_2 budou ležet ve stejné výši a „střední elektroda“ Z bude ve vzdálenosti $d/2$. Výsledkem je otevřený kondenzátor a pole v polovinách kondenzátoru mají opačný směr. Obr.č.42.



Obr. č.42

V kapacitních snímačích je jako spínací prvek používán tento otevřený kondenzátor. Destička A_2 má však tvar kruhové elektrody (pouzdro) soustředné okolo A_1 tak, aby vzniklo symetrické elektrické pole a „střední elektroda“ je snímáný prvek. Aktivní plocha tohoto snímače odpovídá kruhové elektrodě A_2 . Vzorec pro výpočet kapacity zůstává v platnosti i pro kondenzátor tohoto tvaru. Hodnota kapacity C je funkce vzdálenosti a má klesající hyperbolický průběh. Obr. č.43 a 44

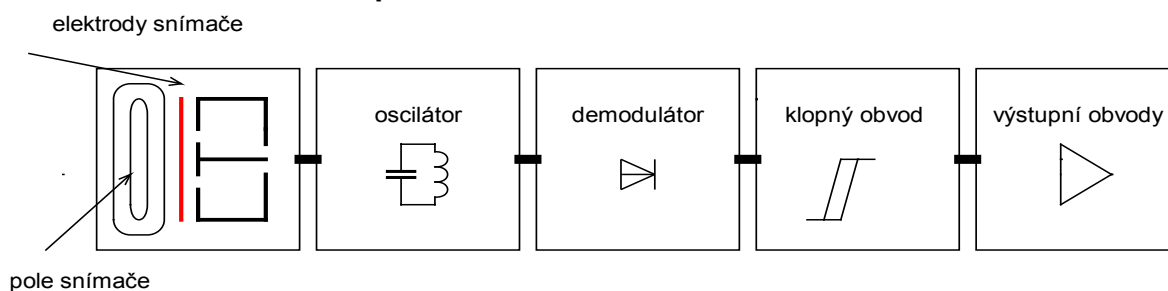


Obr. č.43

6.1 Podmínky použití a korekční faktory. Jestliže elektricky nevodivé snímané prvky vstupují do pole snímače, kapacita se mění v závislosti na ϵ_r a na hloubce vnoření, respektive na vzdálenosti k aktivní ploše. Nikdy však není větší než kapacita kovu. Proto je také jmenovitá spínací vzdálenost stanovena podle standardního snímaného předmětu vyrobeného z Fe 360. Pro ostatní materiály musí být snímací vzdálenost korigována. Korekční faktory pro typické materiály jsou uvedeny v tabulce.

Materiál	Korekční faktor
kovy	1,0
dřevo	0.2.....0.7
sklo	0,5
voda	1,0
PVC	0,6
olej	0.1

6.2 Blokové schéma kapacitního snímače



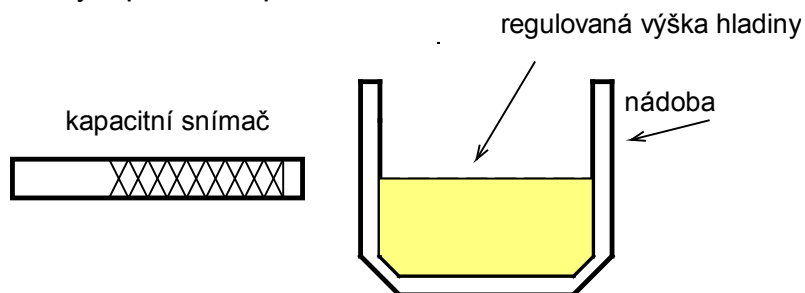
Obr. č.44

Většina kapacitních snímačů není konstruována pro vestavnou montáž do železa. Kapacitní snímače určené pro vestavnou montáž mají většinou na těle kapacitního snímače regulační trimr, kterým lze nastavit spínací citlivost, a tím je umožněna vestavná montáž.

6.3 Příklady použití

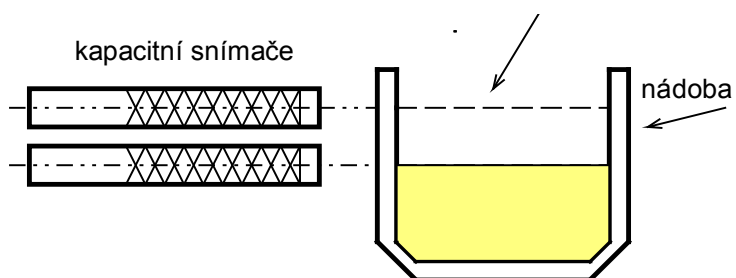
Kapacitní snímače vyhodnocují změnu kapacity vyvolanou předmětem, který vstoupí do elektrického pole kondenzátoru. To znamená, že kapacitní snímače mohou snímat nejen kovové, ale i jiné materiály, jejichž permitivity jsou dostatečně veliké. Při vhodné volbě materiálů mohou kapacitní snímače snímat materiály uvnitř jiných materiálů. Typické použití je snímání kapalin nebo sypkých hmot uvnitř nádob. Sledování hladin tekutin, práškových a zrnitých látek, kontrola etiket. Kontrola na balících linkách. Zabalení a obsah. Snímání a určování tloušťky dřeva při jeho zpracování a další aplikace.

Kontrola výšky hladiny v plnicích aplikacích. Obr. č. 45



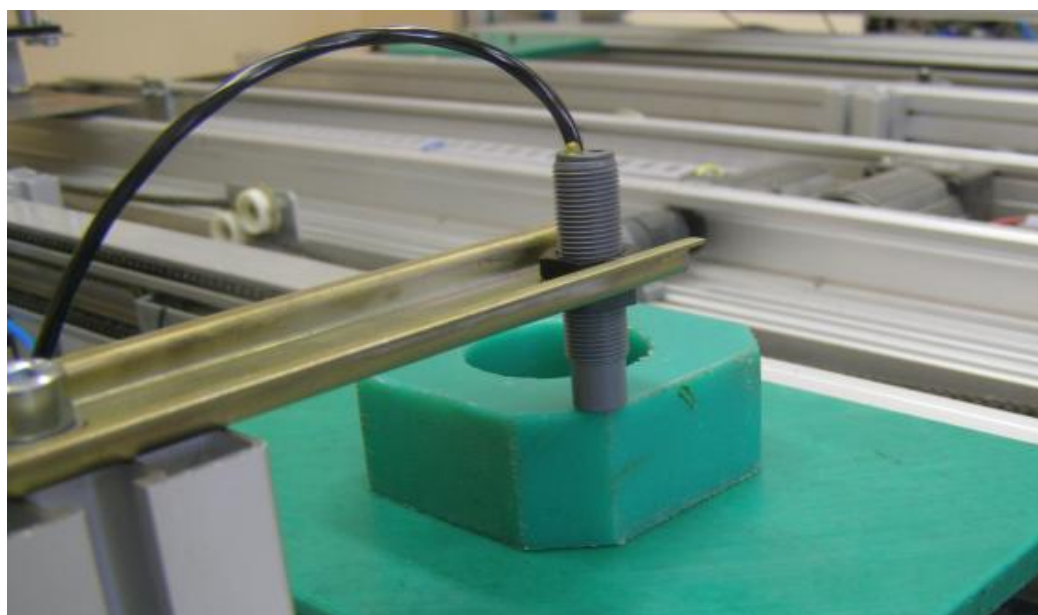
Obr. č.45

Řízení vypouštění nebo napouštění vodních nádrží. Obr. č.46



Obr. č.46

Ukázka použití kapacitního snímače BCS M12 VVG1- PSM 80G-EP02. Spínaná vzdálenost 1 až 8mm. Snímač je zapojen jako kontrola vložení domečku na paletu. Obr. č.47



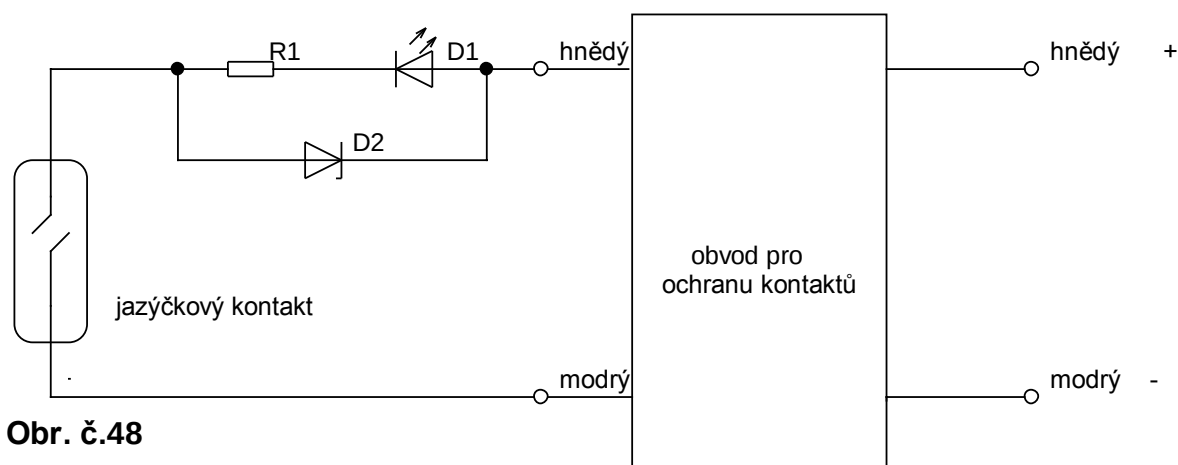
Obr. č. 47

7. Magnetické snímače

Magnetické snímače reagují na vnější magnetické pole. Hlavní oblastí jejich použití je snímání poloh, a to konce přes stěny neferomagnetických materiálů jako jsou hliník, mosaz a nemagnetické oceli. Při malých rozměrech snímačů lze vhodným výběrem snímacího magnetu dosáhnout velmi dlouhých spínacích vzdáleností. Typické použití jsou aplikace při snímání polohy pístu pneumatických válců.

7.1 Funkce. V pístním kroužku pneumatického válce jsou namontovány permanentní magnety, které jsou snímány magnetickými snímači přes nemagnetickou stěnu válce. Jak se píst s permanentním magnetem přiblíží, stav výstupního signálu se změní. V základním rozlišení by se daly rozdělit do dvou základních skupin. Třídrátové s vodivostí jak PNP nebo NPN, u kterých je nutné napájecí napětí, nejčastěji v rozsahu 10V až 30V DC. Typické napájecí napětí 24V DC. Nebo častěji používané dvoudrátové magnetické snímače, které jsou pasivní, nepotřebují napájecí napětí. Jde o jazýčkový kontakt ve skleněné trubičce. Dostane-li se tento kontakt do magnetického pole permanentního magnetu, vlivem zmagetizování jemných jazýčkových kontaktů dojde ke spojení.

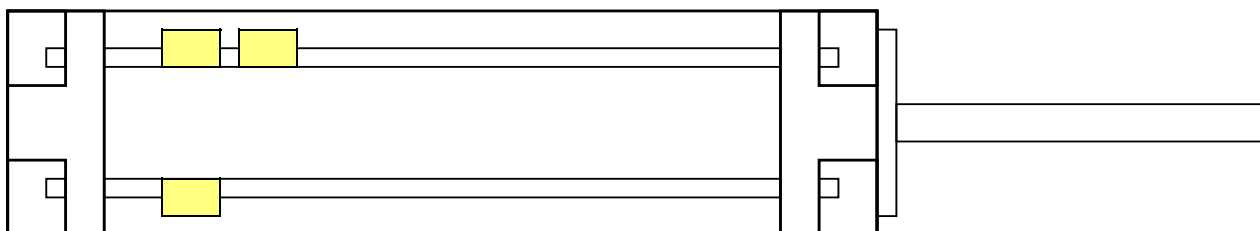
Obr. č.48. Pasivní magnetický snímač. Dioda D1 a odpor R1 provádí signalizaci stavu. Je-li snímač v aktivním stavu dioda svítí. Dioda D2 je ochranná.



Výhody:

- Spolehlivé spínání bez zákmitů
- Dlouhá životnost
- Bezdotykové a bezúdržbové snímání polohy pístu
- Odolné proti znečištění
- Snímání polohy pístu válce přes stěnu válce z barevného kovu bez snížení spínací vzdálenosti
- Podstatně delší spínací vzdálenost při stejných rozměrech
- Magnet může být vestavěn do oceli
- Reaguje stejně dobře na oba směry magnetického pole

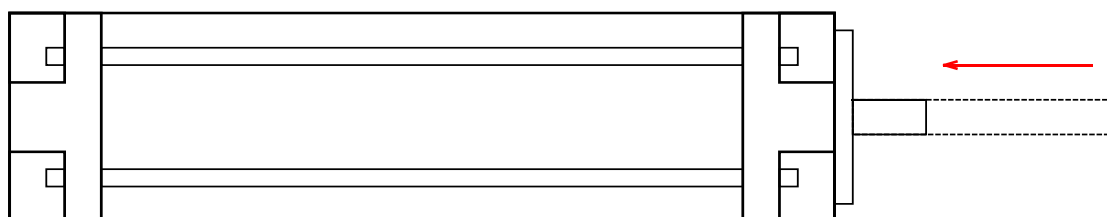
7.2 Příklady použití. Reakční dráha magnetického snímače je prakticky nezávislá na síle magnetického pole typického pístního magnetu. O tom svědčí i to, že snímače nevykazují žádná falešná sepnutí. Pokud je použit více než jeden magnetický snímač, mohou být snímače montovány přímo vedle sebe nebo naproti sobě. Obr. č. 49



Obr. č.49

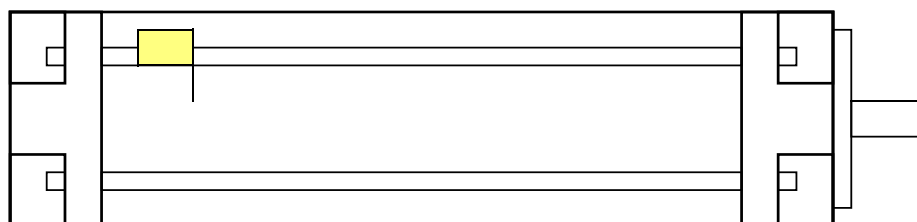
7.3 Kalibrace a montáž

Nastavte píst do koncové polohy. Obr. č.50



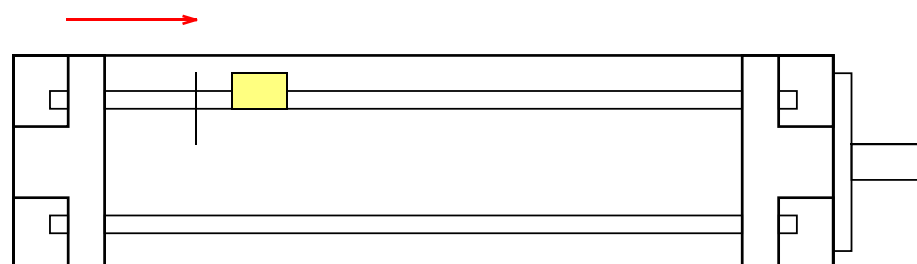
Obr. č.50

Posunujte snímač od čela válce dokud nesezne. (rozsvítí se LED). Označte polohu hrany  snímače na válci. Obr. č.51



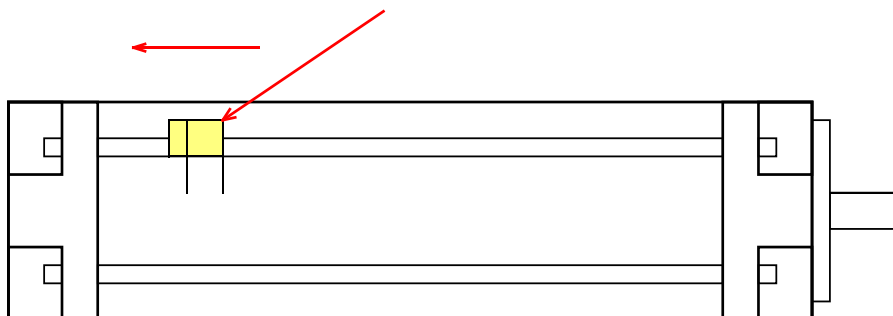
Obr. č. 51

Pokračujte v posouvání snímače dokud výstup nerozepne (LED zhasne). Obr. č.52



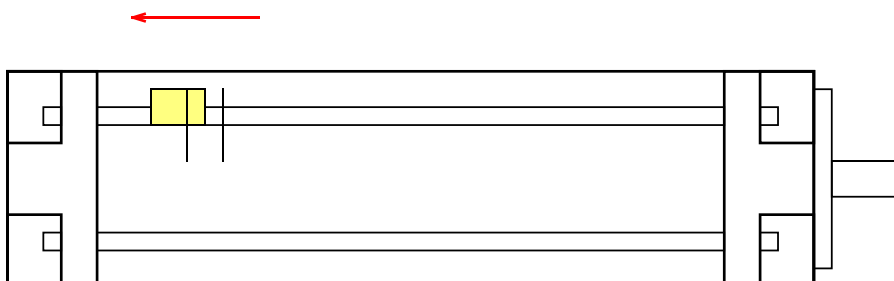
Obr. č.52

Posunujte spínač zpět do druhého spínacího bodu. Označte polohu hrany na snímači na válci. Obr. č.53



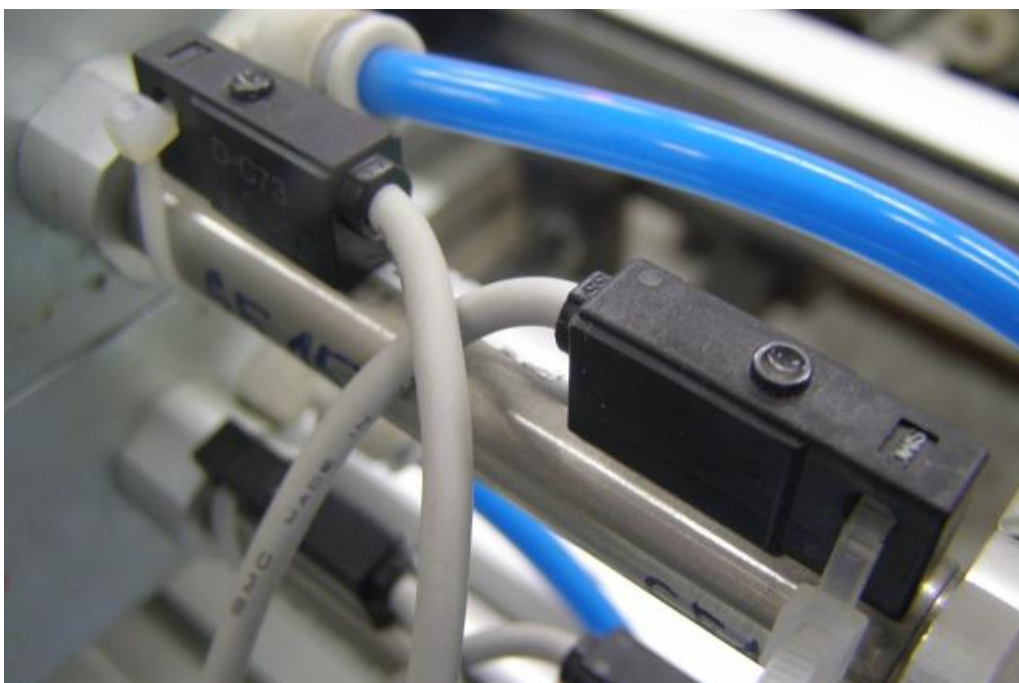
Obr. č.53

Upevněte snímač hranou mezi obě označení. Obr. č.54



Obr. č.54

Ukázka magnetického dvoudrátového snímače G-D73 určeného pro snímání polohy pneumatického válce . Obr. č.55



Obr. č.55

Ukázka magnetických snímačů D-Z73 určených pro snímání horní i dolní polohy pneumatického válce. Magnetický snímač je uzpůsoben pro montáž do T drážky 6mm.
Obr. č.56

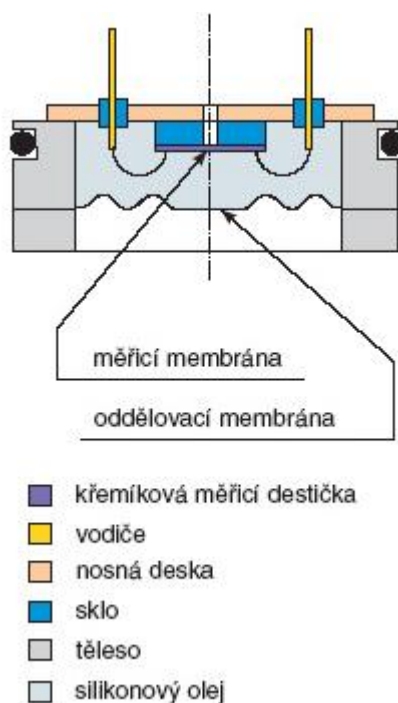


Obr. č. 56

8. Ultrazvukové snímače

Současným trendem při měření různých medií a veličin je použití bezkontaktních čidel. Historicky prvními snímači pro bezkontaktní měření byly snímače ultrazvukové. Další velmi časté použití ultrazvukových snímačů je měření vzdáleností. Ultrazvukové senzory pomocí akustického vlnění bezdotykově identifikují přítomnost mnohotvárných výrobků. Není důležité, zda je objekt průhledný, neprůhledný, kovový, nekovový, pevný, tekutý nebo práškový. Také okolní vlivy jako mlha prach a déšť funkci senzoru nijak neovlivňují.

8.1 Princip. Princip funkce ultrazvukového snímače je jednoduchý. Piezorezistivní rezonátor, Obr. č.57, periodicky vysílá série ultrazvukových impulsů směrem k hladině nebo směrem k předmětu, jehož vzdálenost je měřena. Povrch látky působí jako reflektor a odráží vyslané impulsy zpět k vysílači. Snímač prostřednictvím téhož rezonátoru odražené impulsy přijímá a vyhodnocuje dobu t , která uplynula mezi vysláním impulsu a přijetím jeho odrazu. Při konstantní rychlosti šíření zvuku v daném látkovém prostředí v je vzdálenost s hladiny měřené látky nebo předmětu od snímače úměrná době t podle vztahu. $S = v \times t/2$.



Obr. č.57

Přechod piezorezistivního rezonátoru z režimu vysílání do režimu příjmu trvá určitou dobu, po kterou rezonátor není schopen registrovat příchozí odražený impuls. Tato doba určuje minimální vzdálenost měřenou senzorem – tak zvanou mrtvou zónu, která se v praxi pohybuje mezi 0.2 až 0.8m. Maximální měřená vzdálenost závisí na výkonu vysílače a zpravidla leží mezi 2 až 100m. Přesnost měření za referenčních podmínek se pohybuje z řádu desetin procenta měřicího rozsahu. Rozlišovací schopnost je až 1mm. Vysílaný ultrazvukový paprsek má vrcholový úhel vysílacího kužele mezi 3 až 5°. Při pečlivé instalaci lze snímač velmi přesně zaostřit a to v úzkém rozsahu. Doba odezvy je závislá na vyzařovacím výkonu a bývá od desetin sekundy až po sekundy u nejvýkonnějších ultrazvukových snímačů.

8.2 Příklady použití. Hlavní předností ultrazvukových snímačů je, že pracují bez přímého dotyku s měřeným médiem. Výhodně je lze použít pro měření agresivních látek jak tekutých nebo pevných. Jednou z nejznámějších aplikací ultrazvukového snímače je měření výšky hladiny v měrném žlabu nebo přepadu ve tvaru písmene V. Díky pokročilému programovému vybavení jsou současné snímače schopny přímo přepočítávat naměřenou vzdálenost snímače od hladiny na výšku hladiny a přímo indikovat průtok.

Dalším typickým použitím je skladování sypkých materiálů v silech nebo na skládkách. Sypké materiály vytváří složité tvary povrchu. Prostředí je zde obvykle velmi prašné.



Obr.č.58

Obr. č. 58. Ultrazvukový snímač vzdálenosti UPR 1503 R24. Spínaná vzdálenost 180mm až 1500mm

8.3 Okolní vlivy.

Vliv teploty. Rychlost šíření zvuku v suchém vzduchu při teplotě 0 °C je 332ms⁻¹. S rostoucí teplotou rychlost zvuku nelineárně roste a při teplotě 100 °C je o 17% větší. Současné ultrazvukové snímače samy teplotu okolí měří a teplotní chybu kompenzují. V důsledku konstrukce piezorezistivního rezonátoru je použití ultrazvukových snímačů zpravidla omezeno na teploty do 100 °C, výjimečně do 150 °C.

Přetlak a podtlak. Pro šíření zvukových vln je nutné látkové prostředí. Ultrazvukový snímač tedy nelze použít ve vakuu. Velmi zřídka se ultrazvukový snímač používá v prostředí s menším absolutním tlakem než 60kPa. Naproti tomu konstrukce rezonátoru obvykle nedovoluje použít ultrazvukový snímač při tlacích větších než několik stovek kilopascalů.

Vliv transportního média. Vlastnosti plynů nebo par nad hladinou měřené látky zásadně ovlivňují přesnost a spolehlivost měření. Například plynný CO₂ tlumí ultrazvuk do té míry, že není možné odražené impulsy přijímat. Těkavé výpary plynů, například benzínu vytvářejí v zásobníku vrstvy s různou hustotou a zvuk se v nich šíří různou rychlostí. Na rozhraní vrstev se tvoří falešné odrazy. To se může projevit na přesnosti měření.

Pára, prach, proudění transportního media. Je-li v prostoru mezi snímačem a snímanou hladinou měřené látky pára nebo prach, nastává útlum ultrazvukového signálu. Pak je nezbytné použít výkonnější vysílač, než odpovídá skutečné vzdálenosti.

Pěna na hladině. Pěna na hladině měřené kapaliny se může projevit dvojitým způsobem. Dostatečně výkonný ultrazvukový snímač zaznamená a vyhodnotí odraz od povrchu pěny. Snímač s malým výkonem zpravidla hladinu neindikuje vůbec, neboť odraz od povrchu pěny je slabý. V žádném případě ale není možné měřit výšku hladiny pod pěnou.

9. Optoelektronické snímače

Optoelektronické snímače můžeme rozdělit na několik základních typů podle principu funkce.

9.1 Jednocestná optická závora. Vysílač a přijímač jsou oddělené. Užitná vzdálenost je dána optickým výkonem vysílače. Hlavní použití je například střežení objektů. Jejich hlavní výhodou dosah na velké vzdálenosti. Je možné je používat až na desítky metrů. Obr. č.59 je jednocestná optická závora. Vysílač BLS 12M na obrázku vlevo a přijímač BLE 12M. Dosah 5m.



Obr. č.59

9.2 Reflexní optická závora. Přijímač a vysílač je jeden konstrukční celek. Vysílaný paprsek světla se odráží od odrazového skla zpět do optoelektronického snímače. Snímaný předmět paprsek světla přeruší. Obr. č.60. Reflexní optická závora LSO-R18P. Dosah 300mm.

9.3 Reflexní optická závora s polarizačním filtrem. Vzhledem k tomu, že v případě lesklých snímaných předmětů by mohlo dojít ke zpětnému odrazu nejen od odrazky, ale i od snímaného předmětu, je možné v těchto případech použít odrazky s polarizačním filtrem. Polarizační filtr z nepolarizovaného světla udělá polarizované světlo určitých vlastností a přijímač v reflexní optické závoře reaguje pouze na konkrétní polarizované světlo. Na Obr. č.61 je zobrazena reflexní optická závora BOS 36K. Dosah v rozmezí 0.1m až 8m.



Obr. č.60



Obr. č.61

9.4 Difuzní snímač. Předchozí typy optoelektronických snímačů, se všechny chovaly jako závory. Vysílaný paprsek přijímají přijímačem a snímaný předmět paprsek přeruší. Difuzní snímač je optoelektronický prvek, který má vysílač i přijímač v jednom pouzdře. Dostane-li se snímaný předmět do zorného pole difuzního snímače, paprsek se od snímaného předmětu odrazí, dopadne zpět na přijímač difuzního snímače, a tím vyhodnotí jeho přítomnost. Na Obr. č.62 je zobrazen difuzní snímač BOS 18M-PS-1XB-E4-C. Spínací vzdálenost 0 až 200mm.



Obr. č.62

9.5 Difuzní snímač s potlačeným pozadím. Difuzní snímač s potlačeným pozadím je optoelektronický prvek, který má vysílač i přijímač v jednom pouzdře. Dostane-li se snímaný předmět do zorného pole difuzního snímače, paprsek se od snímaného předmětu odrazí, dopadne zpět na přijímač difuzního snímače, a tím vyhodnotí jeho přítomnost. Tímto je difuzní snímač s potlačeným pozadím shodný s předešlým typem. Protože ale v určitých aplikacích za snímaným předmětem mohou být například konstrukční části stroje, které by mohly být snímány jako falešné předměty jsou difuzní snímače s potlačeným pozadím vybaveny trimrem. Tím je možné nastavit do jaká vzdálenosti bude difuzní snímač citlivý. Obr. č.63 je zobrazen difuzní snímač s potlačeným pozadím EX - D200E. Spínací vzdálenost 0 až 200mm.

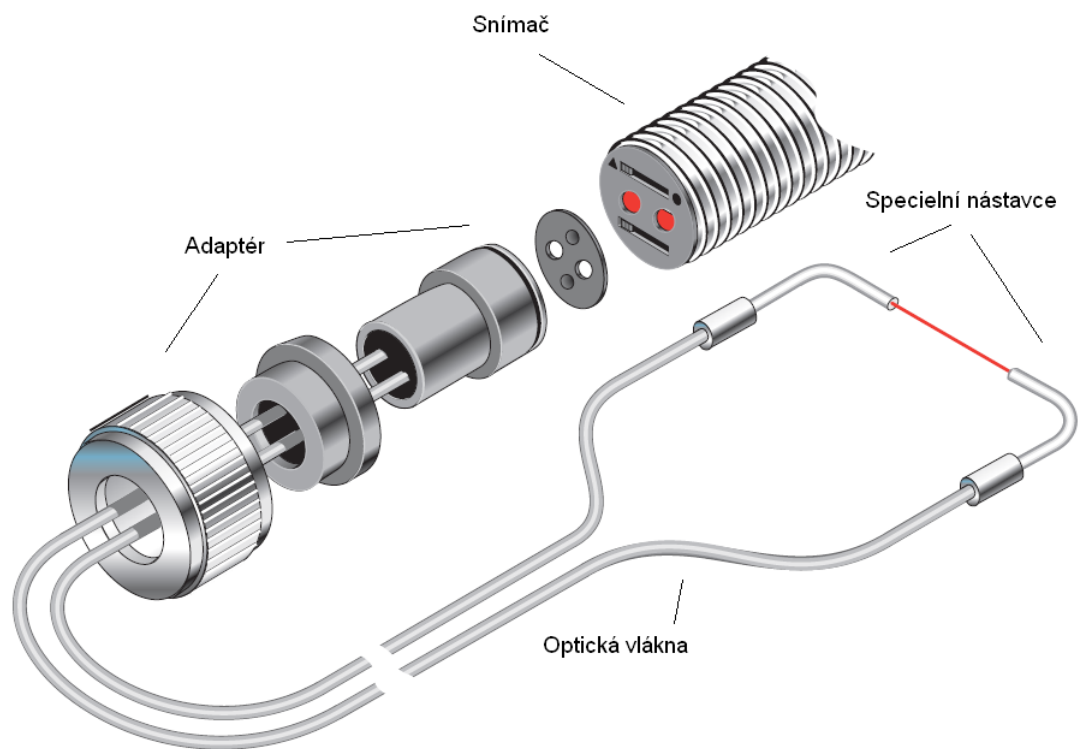


Obr. č.63

Difuzní snímače s potlačeným popředím i pozadím. Tyto snímače mají možnost zatlumit svoji citlivost před i za snímaným předmětem. Samozřejmě, že paprsek musí projít první překážkou, například sklem nebo plexisklem, tak aby se mohl odrazit od snímaného předmětu.

Spínací jednotky pro vláknovou techniku. V určitých aplikacích, nejčastěji z prostorových důvodů není možné použít klasický optoelektronický snímač. Pro tyto aplikace je možné použít spínací jednotku pro optická vlákna. Optické vlákna bývají o průměru 2mm až 3mm a mají speciální zakončení, tak aby je bylo možné namontovat do libovolných prostorů. Obr. č.64

Optoelektronické analogové snímače. Tyto snímače jsou určeny pro měření vzdálenosti optoelektronickou cestou. Měření délek využívá základní princip triangulace nebo doby měření přeběhu světla. Jako přijímací prvky se používají PSD nebo CCD prvky. Jako vysílač slouží zdroj červeného nebo laserového světla. Měřené vzdálenosti se pohybují od 20mm až asi 6000mm. Pro větší vzdálenosti se používají jako zdroj světla laser. Obr. č.65



Obr. č.64



Obr. č.65

9.6 Kontrastní optoelektronické snímače. Rozpoznávají předměty na základě jejich kontrastu. Jsou to ve své podstatě difuzní snímače s vysokým rozlišením, které rozeznávají různé odstíny šedi. Barva jas a lesk mají velký vliv na výsledek měření. Použití je například při rozpoznávání barevných značek na obalových materiálech, kontrola lepení, odstínu a barvy. Obr. č.66. Ukázka kontrastního snímače BKT M



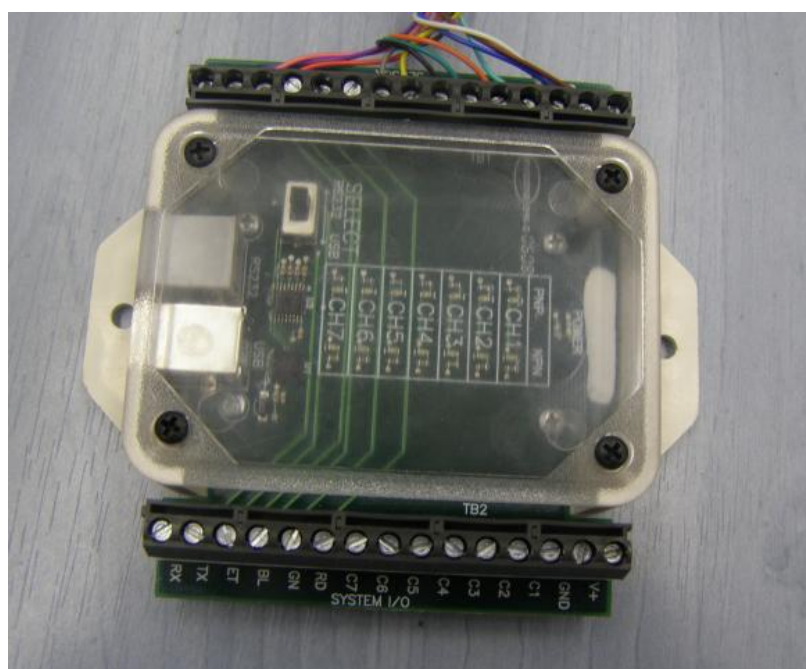
Obr. č.66

9.7 Luminiscenční snímače. Optoelektronické snímače často snímají požadované objekty nebo předměty na základě jejich vlastností. Pokud není možné snímat objekt jako takový, na objekt jsou umístěny značky viditelné okem, které jsou pak snímány snímačem. Ale existují aplikace, když z různých důvodů na výrobek nemůžeme umístit viditelné značky. Je možné použít tak zvané fluorescenční materiály, které jsou viditelné pouze v ultrafialovém světle. Fluorescenční materiály mění neviditelné UV světlo na světlo viditelné. Tomuto efektu se říká fotoluminiscence. Viditelné světlo potom může být sejmuta obvyklou přijímací částí snímače.

9.8 Snímače barev. Pracují s pulzním bílým světlem a jsou tedy necitlivé na okolní světlo. Bílé světlo obsahuje celé spektrum vlnových délek, tedy všechny barvy, které vnímá lidské oko. Ale po dopadu bílého světla na předmět se neodrazí zpět celé spektrum vlnových délek, ale pouze některé vlnové délky, což je závislé na povrchu daného předmětu. Světlo odražené od objektu je registrováno na třech různých přijímačích, (červený, zelený a modrý R G B) a poté vyhodnoceno. Obr. č.67. Snímač BFS 30 M má sedm digitálních výstupů a může rozlišovat až sedm barev. V první části nastavení je nutné ho barvy naučit, uložit do paměti referenční barvy – vlnové délky a teprve potom snímač bude barvy rozpoznávat. Je možná nastavení určité odchylky od uložené vlnové délky, v podstatě odchylka odstínu od referenční barvy. Obr. č.68. Převodník pro programování snímače BFS30M a zapojení digitální výstupů jednotlivých barev.

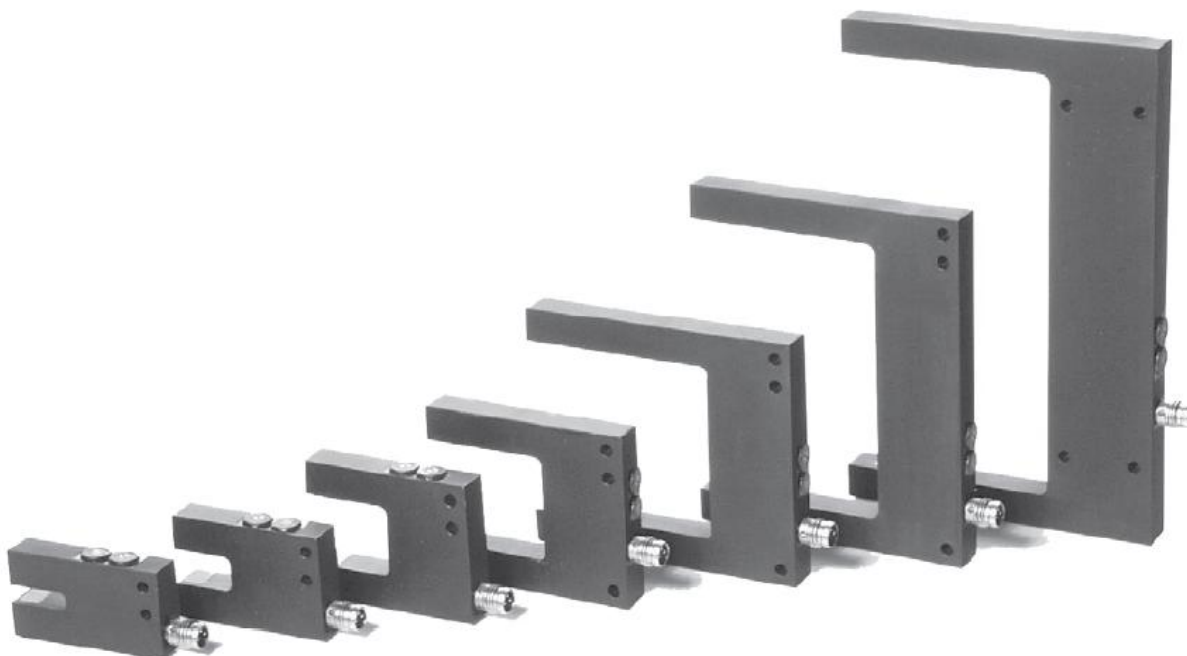


Obr. č.67



Obr. č.68

9.9 Vidlicové optické závory. Jednocestné optické závory jsou nepřekonatelné ve schopnosti rozlišovat malé díly a jemné detaily, stejně jako v provozní spolehlivosti. Určitou nevýhodou by mohlo být obtížnost jejich při jejich montáži a nastavení. Tato nevýhoda je odstraněna vidlicovými optickými závory, které se vyrábí v různých velikostech od štěrbin 5mm až 220mm. Jsou schopny snímat velice malé předměty řádově od desítek μm . Obr. č.69. Laserové vidlicové závory jsou jenom logickým pokračováním této řady. Jsou velice přesné a jsou určeny pro snímání malých součástí a detailů.



Obr. č.69

10. Principy optoelektronických snímačů

10.1 Schematické značky jednotlivých typů optoelektronických snímačů

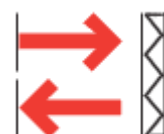
Jednocestná optoelektronická závora



Difuzní snímač s potlačeným popředím i pozadím



Optoelektronický reflexní snímač



Difuzní optoelektronický snímač



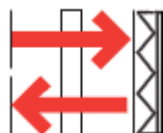
Optoelektronický luminiscenční snímač



Difuzní snímač s potlačeným pozadím



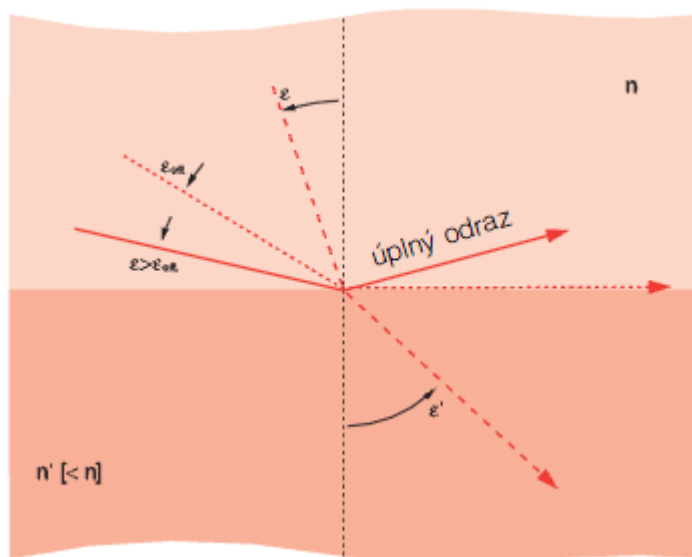
Reflexní polarizační optoelektronický snímač





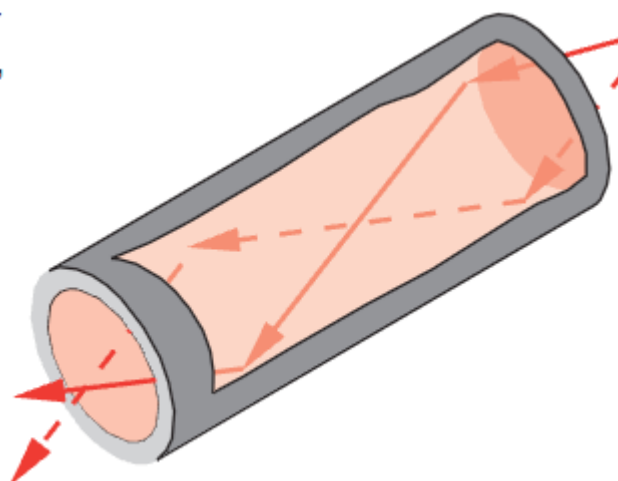
10.2 Světlo jako snímací medium se používá v mnoha oblastech technologie a každodenního života v kontrolních a řídicích aplikacích. Obecně je změna intenzity optického paprsku mezi přijímačem a vysílačem způsobena tím, že jej zacloní cílový objekt. V závislosti na vlastnostech tohoto objektu a na charakteristice optického paprsku je světelný paprsek buď přerušován, nebo odrážen, popřípadě rozptýlen. Impulzní infra-červené LED diody se běžně používají jako vysílače a fototranzistory jako přijímače. Výstupní signál je tak většinou nezávislý na okolních světelných podmínkách, od viditelného světla může být snadno odfiltrován. V mezních spínacích aplikacích jsou používány difuzní snímače nebo optické závory s LED diodou s červeným světlem. Světelný paprsek a snímaný bod jsou viditelné a snadněji nastavitelné.

10.3 Lom světla. Světelné paprsky změni směr na povrchu dvou optických medií s různými optickými hustotami například sklo a vzduch. Říkáme, že se světelný paprsek lomí. Úhel lomu je závislý na poměru optických os n obou medií a na úhlu dopadu ϵ vzhledem k optické ose. $\sin \epsilon' = n/n' \sin \epsilon$. Jestliže světelný paprsek putuje z hustšího media n do řidšího n' , jeho směr se zvětší na větší úhel ϵ' . Nad $\epsilon_{\text{krit.}}$ (kritický úhel, při kterém odchýlený paprsek běží prakticky paralelně s dělícím rozhraním) se paprsek vrátí zpět do media s hustotou n , tzn., dochází zde k úplnému odrazu. Obr. č.70



Obr. č.70

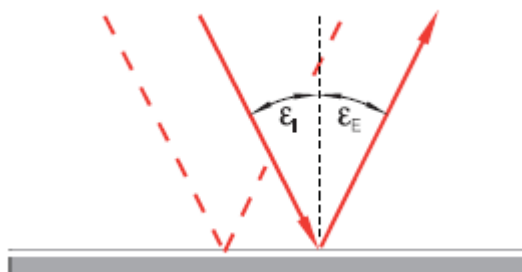
10.4 Přenos světla úplným odrazem. Bez výše popsaného principu úplného odrazu na dělicím rozhraní by vláknová optika dnešní kvality již nemohla být realizovatelná. Přenos světla je proveden s pomocí válcového světlovodivého jádra a okolního tenkostěnného pláště. Optická hustota jádra je větší než hustota pláště. Světelný paprsek je vždy úplně odražen na místě styku jádra a pláště a nemůže nikdy opustit jádro v radiálním směru. Teoreticky není světlo oslabováno těmito odrazy. Nicméně znečištění a malé vady materiálu jádra, společně s dělicím rozhraním způsobují ztráty a ve skutečnosti omezují účinnou délku světlovaného vodiče, nad kterou by již informace nemusely být spolehlivě přeneseny. Obr. č.71



Obr. č.71

10.5 Odraz. Světelné paprsky se šíří volným prostorem v přímých liniích. Narazí-li na předmět, tak se odrazí zpět v závislosti na složení povrchu předmětu. Potom nastane jeden ze tří typů odrazu. Úplný odraz, reflexní odraz nebo difuzní odraz.

- Úplný odraz, nastane na vysoce lesklých plochách. Úhel odrazu je stejný jako úhel dopadu. Obr. č.72



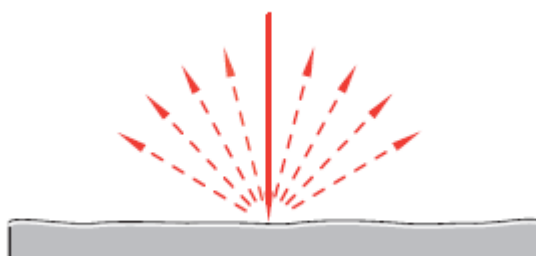
Obr. č.72

Reflexní obraz. Reflexní odraz je způsoben dvěma zrcadly, která vůči sobě svírají určitý úhel. Dvojitý odraz způsobí, že se světelný paprsek odrazí zpět stejným směrem. Úhel dopadu a odrazu se tak mohou měnit v relativně širokém rozsahu. Obr. č.73



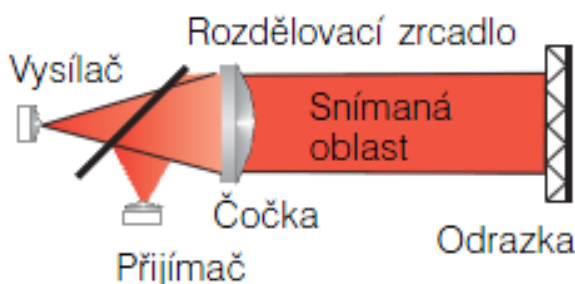
Obr. č.73

Difuzní odraz nastává na hrubém drsném povrchu. To může být demonstrováno na různých, špatně odrážejících a rozdílně orientovaných zrcátkách. Přicházející světlo je sice rozptýleno nad povrchem. Ztráty odrazu jsou vyšší, čím tmavší a matnější je povrch. Obr.č.74.



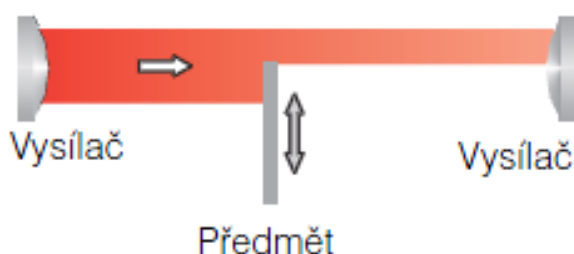
Obr. č.74

10.6 Autokolimace. Zpětný chod světelného paprsku optickou soustavou po původní dráze při kolmém dopadu na odrážecí plochu. Takto je vysvětlen význam cizího slova autokolimace ve slovníku cizích slov. Tento princip je použit u reflexních optoelektronických snímačů. Vysílač i přijímač pracují se společnou čočkou. Vysílané světlo prochází rozdělovacím zrcadlem a čočkou na odrazku. Odrazka odráží vysílané světlo zpět na čočku. Obr. č.75. Tím je dosaženo toho, že reflexní optické závory s autokolimací mají malý kruhový profil paprsku. To má ještě další výhodu: Tyto snímače nemají mrtvou oblast pro snímání i pro umístění odrazky, lépe rozlišují malé předměty a jejich spínací charakteristika je nezávislá na směru přiblížení.



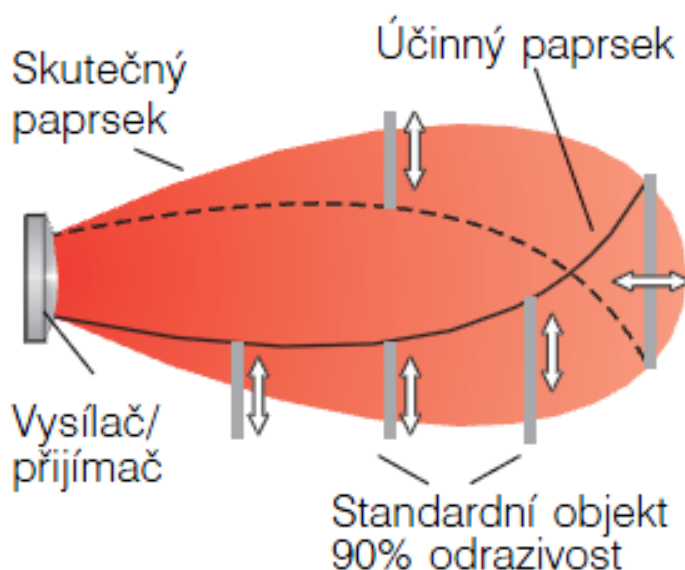
Obr. č.75

10.7 Jednocestná optická závora. Jednocestné optické závory se skládají z vysílací a přijímací jednotky, které musí být umístěny na opačných stranách snímací cesty. Předmět přerušuje světelný paprsek a způsobuje sepnutí přijímače bez ohledu na vlastnost svého povrchu. Tato provedení optických závor jsou nejlepší pro nepříznivé podmínky. Například prach, vlhko, oleje. Mohou být dosaženy rozsahy až do 50m. Obr. č.76.



Obr. č.76

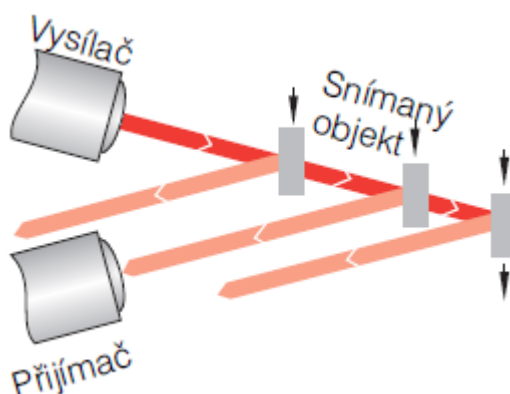
10.8 Difuzní snímač. Difuzní snímače mají vysílač i přijímač ve společném pouzdře. Nasměrování na objekt není kritické. Snímaný objekt, například standardní objekt s odrazivostí 90% odrazí část světla svým povrchem zpět do přijímače. Jakmile vstoupí standardní objekt do účinného paprsku změní se stav výstupu snímače. Snímaný dosah závisí na velikosti, tvaru, barvě a povrchových vlastnostech odrážejícího snímaného objektu. Při použití šedé karty Kodak s 90% odrazivostí (podobná bílému papíru) může být snímací vzdálenost až dva metry. Obr. č.77



Obr. č.77

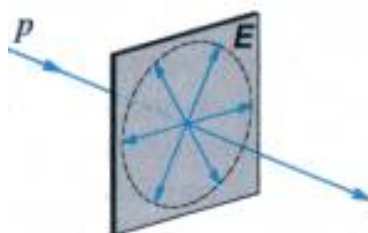
10.9 Potlačené pozadí. Snímače s potlačeným pozadím umožňují snímat objekty v určitém rozmezí bez dalšího vlivu odrazných vlastností pozadí a bez faktické nezávislosti na odrazných vlastnostech objektu. Princip snímačů s potlačeným pozadím spočívá v tom, že dráhy paprsku vysílače a přijímače se protínají. Potom objekty za pomyslným protnutím paprsků jsou pro snímač neviditelné. Výsledkem je potom rozdělení na aktivní pole snímače a pozadí. Případně je možné znecitlivět i popředí snímače. Je zde možné využít principu triangulace. Vysílač a přijímač jsou vzájemně umístěny pod ostrým úhlem. Snímaný předmět bude zaregistrován pouze v oblasti, kdy se paprsky překrývají. Vysílané světlo, které je odraženo nebo rozptýleno objektem mimo vymezenou oblast nemůže být zachyceno. Obr. č.78

Obr. č.78



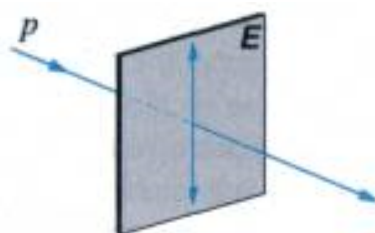
10.10 Polarizační filtry. Světlo je příčné elektromagnetické vlnění. Můžeme ho rozdělit na dva typy. Na nepolarizované a polarizované světlo. Oba typy světla se od sebe nijak neliší, vnímáme je obě stejně. Ale odlišit je můžeme polarizačními filtry.

Nepolarizované světlo, to je přirozené světlo, vektor intenzity E elektrického pole je vždy kolmý na směr, kterým se vlnění šíří. Šíří se všemi směry a kmitá ve všech rovinách. Obr. č.79



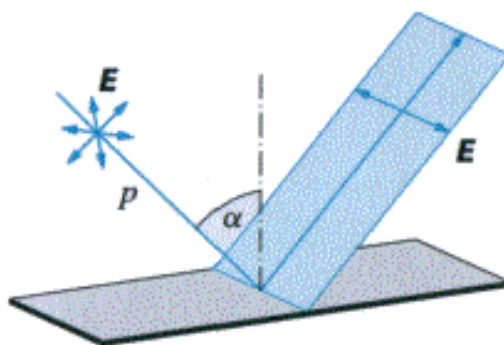
Obr. č.79

Světelné vlnění, jehož vektor E kmitá stále v jednom směru, je lineárně polarizované světlo. Přirozené světlo, tzv. nepolarizované, lze různými způsoby měnit na světlo polarizované. Obr. č.80. Polarizované světlo se od světla přirozeného nijak neliší. K tomu, abychom určili orientaci roviny polarizovaného světla, musíme použít zařízení zvané analyzátor.



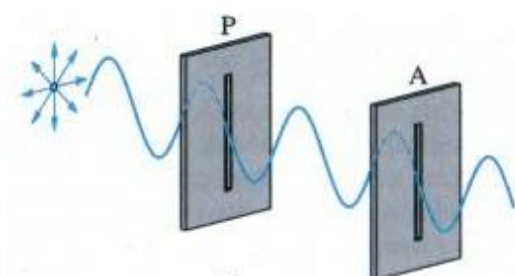
Obr. č.80

Jednou z možností, jak z nepolarizovaného světla vytvořit polarizované světlo je polarizace světla lomem. Jestliže nepolarizované světlo dopadá pod určitým úhlem na skleněnou desku, polarizuje se tak, že v odraženém světle vektor E kmitá kolmo k rovině dopadu. Obr. č.81

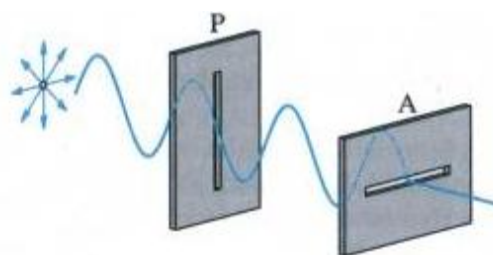


Obr. č.81

K tomu, abychom určili orientaci roviny polarizovaného světla, musíme použít zařízení zvané analyzátor. Ten tvoří opět vhodný polarizační prostředek, který propouští světlo jen s určitou orientací kmitové roviny. Podstatu funkce analyzátoru a polarizátoru ukazuje obr. č.82. Pokud jsou štěrby polarizátoru i analyzátoru rovnoběžné, světlo prochází. Pokud nejsou štěrby rovnoběžné, světlo neprochází a analyzátor se jeví jako temný. Obr. č.83. Tohoto fyzikálního jevu využívají optoelektronické snímače s polarizačním filtrem.



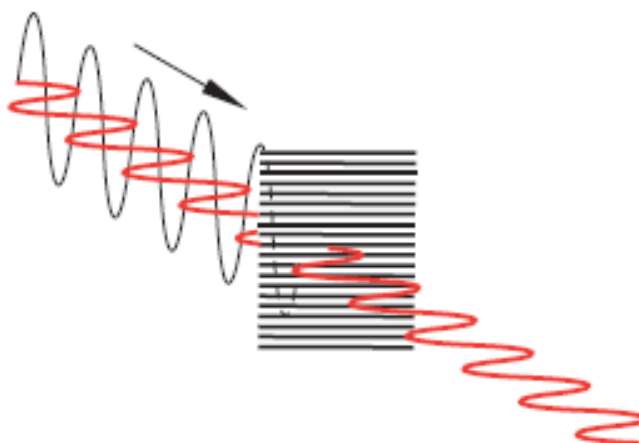
Obr. č.82



obr. č.83

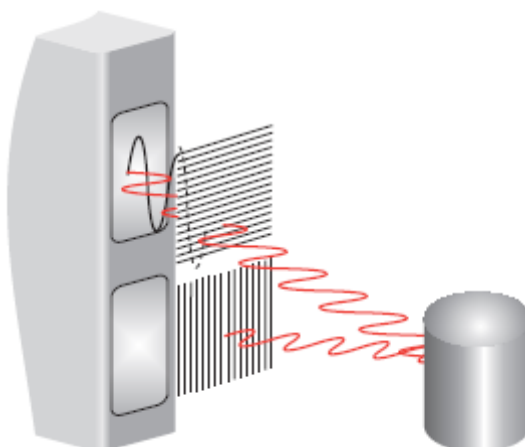
10.11 Reflexní optická závora s polarizačním filtrem. Snímané předměty se mohou od sebe vzájemně lišit, a to různými faktory, na které optoelektronické snímače musí brát zřetel. Mohou se například lišit velikostí, snímání extrémně malých předmětů může být problém. Mohou se například lišit pohybující se rychlostí a spoustou dalších faktorů. Při snímání světlých lesklých předmětů, například nerez, ocel, pocínovaný plech reflexním optoelektronickým snímačem se vysílaný paprsek může odrazit od snímaného objektu, nikoli od odrazky, což bude mít za následek nezaregistrování snímaného objektu. Pro snímání takovýchto objektů je možné použít reflexní optickou závoru s polarizačním filtrem.

Světlo se skládá z mnoha jednotlivých paprsků, které kmitají sinusově v libovolných osách. Jejich polarizační roviny jsou na sobě nezávislé a mohou být orientovány pod jakýmkoli úhlem. Když se setkají s polarizačním filtrem (rastr jemných linek), ten dovolí projít pouze paprskům, které kmitají paralelně s rovinou rastru a ty, které kmitají v pravém úhlu k rastru, jsou potlačeny. Ze všech ostatních polarizačních rovin je dovoleno projít pouze části, která se skládá z paralelních částí složek. Obr.č.84



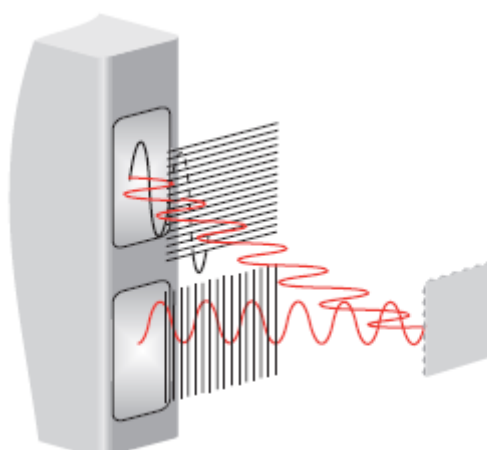
Obr. č.84

Odblokování falešného odrazu. Vysílač reflexní optické závory vysílá nepolarizované světlo přes polarizační rovinu. Toto světlo, odražené od snímaného objektu, má stejnou polarizaci jako za polarizačním filtrem vysílače. Před přijímačem je polarizační filtr otočený o 90° . Pro tento polarizační filtr je odražené světlo neprostupná bariéra. S filtry pootočenými o 90° před vysílačem a přijímačem reflexního optického systému, můžeme tedy zabránit světlu odraženému od snímaných předmětů, aby aktivovalo přijímač falešnými signály. Obr. č.85

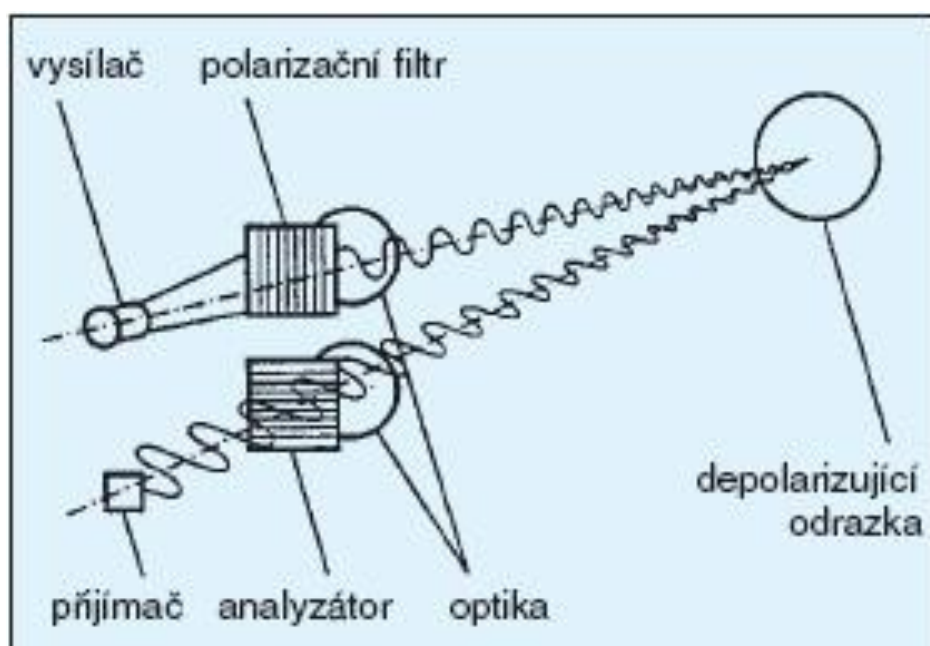


Obr. č.85

Světlo odražené od depolarizující odrazky, od trojitého zrcadla, s polarizační rovinou otočenou o 90^0 , je volně propouštěno tímto filtrem. Přijímač optického reflexního systému je proto plně zastíněn vždy, když snímáný objekt vstoupí do dráhy paprsku a tak bude spolehlivě rozpoznán. Obr. č.86 a č.87

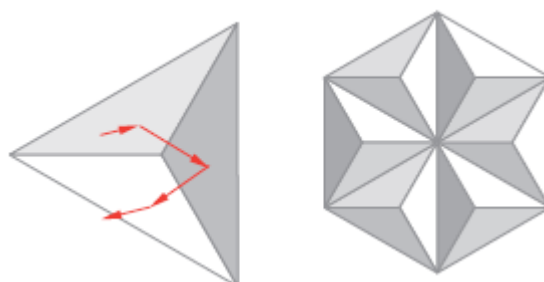


Obr. č.86



Obr. č.87

10.12 Opticky aktivní trojité zrcadlo. Depolarizační odrazka je realizována prostorovým systémem se třemi zrcadly, která jsou vůči sobě navzájem orientována pravoúhle. Jeden roh krychle stojí na špičce. Světelný paprsek vstupující do tohoto systému je úplně odražen na všech třech plochách a vrácen paralelně s přicházejícím paprskem. Trojitá zrcadla se označují jako opticky aktivní, protože také otáčejí polarizační osu odraženého světelného paprsku o 90° . Šest trojitých zrcadel je spojeno do šestiúhelníku a uspořádáno do tvaru plástve. Jejich orientace vzhledem ke světelnému paprsku není kritická. Obvykle jsou vyráběny z plastu z vysokou optickou hodnotou, odstříknuty jako destičky nebo nalisovány na pružnou pásku. Obr. č.88

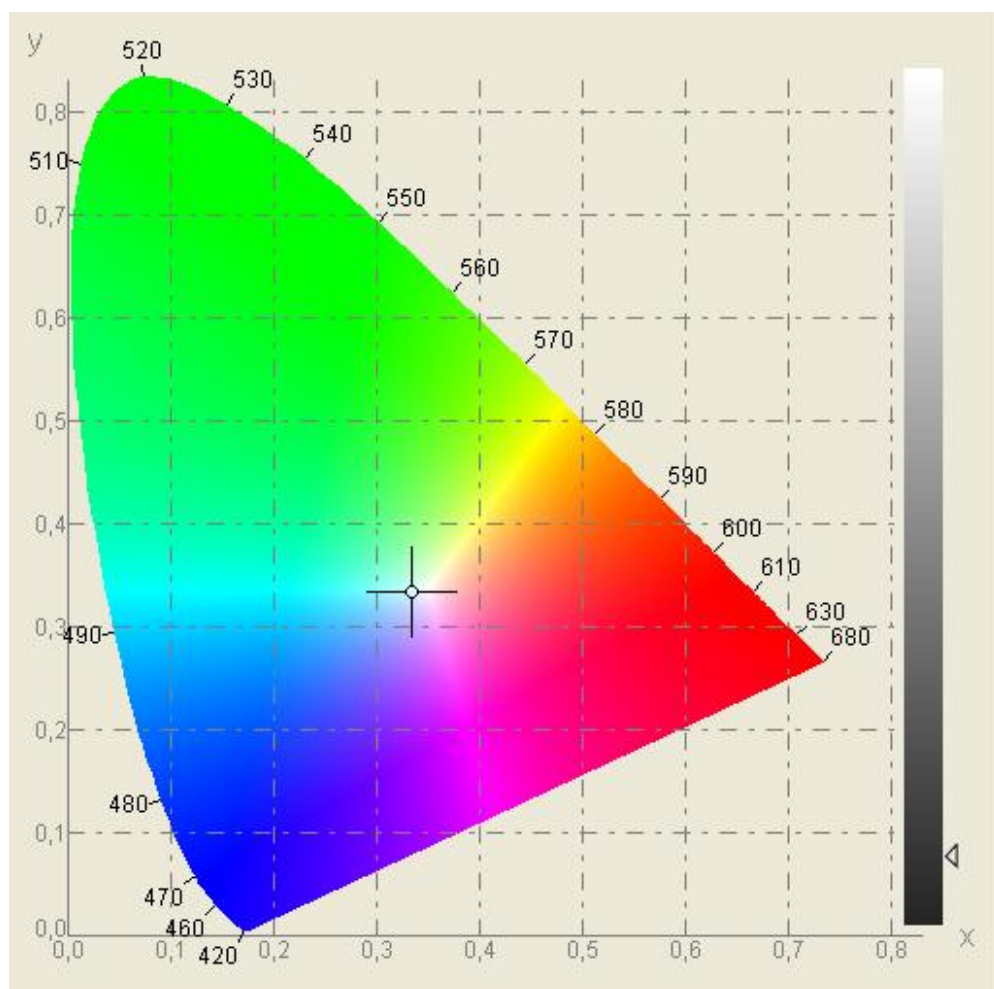


Obr. č.88

10.13 Kolorimetrie. Světlo je elektromagnetické vlnění vnímatelné okem. Dopadá-li toto vlnění do oka, způsobuje na sítnici podráždění, které se v mozku vyhodnocuje jako světlo určité barvy. Bílé světlo je směsí velkého počtu barevných světél, a to všech viditelných vlnových délek. Tomuto rozsahu viditelných vlnových délek říkáme vlnové spektrum. Vlnové délky vnímatelné lidským okem jsou v rozsahu $\lambda = 400\text{nm}$ až $\lambda = 700\text{nm}$.

Součtové mísení barev. Bílé sluneční světlo je dáno součtem energií od všech barevných složek, kterým říkáme barvy spektrální, protože se vyskytují ve slunečním spektru. Bílé světlo však můžeme dostat i libovolnou kombinací menšího počtu barevných světél, nejméně dvou. Říkáme tomu součtové mísení barev. Obdobně můžeme získat libovolné výsledné světlo kombinací příslušných barev. K získání libovolné barvy, určité intenzity, tónu a sytosti se používají tři základní barvy. Červená modrá a zelená. Při mísení barev je třeba brát na zřetel fakt, že lidské oko není stejně citlivé na všechny vlnové délky. Neboli různé barvy vnímá s různou intenzitou. Nejcitlivější je na vlnovou délku 550nm, což je žlutozelené světlo. Trojúhelník MKO obr. č.89, znázorňuje vlnové délky jednotlivých barev a odstíny barev při sčítání určitých barev. Například žlutá vznikne součtem červené a zelené bez přítomnosti modré.

Obr. č.89



Grafické znázornění míchání tří barev R G B. Obr.č.90

Obr. č.90



10.14 Definice

Posun vlivem změny šedé je změna spínací vzdálenosti, která může nastat snímáním předmětů s různou odrazivostí. Snímače jsou kalibrovány použitím šedé karty Kodak s 90% odrazem. Šedá karta Kodak s 18% odrazem se použije pro následná měření. Rozdíl mezi dvěma naměřenými spínacími body je uveden v procentech jako posun vlivem změny šedé. Tento menší posun nastane také v závislosti na vlivu různé barvy snímaného předmětu.

Šedá karta Kodak. Standardní snímací objekt pro optoelektronické snímače je šedá karta Kodak. Je to list kartonu, jehož povrch má definovaný stupeň odrazivosti. List 90% odrazivosti se používá pro určení rozsahu difuzních snímačů a list s 18% odrazivosti pro určení vlivu změny šedé na polohy spínacího bodu

Korekční faktory. Pro objekty s různými odraznými vlastnostmi může být snímací rozsah určen použitím korekčních faktorů.

Korekční faktor	Snímaný objekt, povrch
1	Papír, bílý, matný 200g/m
1,2.....1,6	Kov , lesklý
1,2.....1,8	Hliník černě eloxovaný
1	Polyester bílý
0,6	Bavlna, bílá
0,5	PVC, šedý
0,4	Dřevo, syrové
0,3	Karton, černý, lesklý
0,1	Karton, černý, matný

Lasery, ochranné třídy laseru. Smyslem stanovení ochranné třídy laseru je ochrana osob před vyzařováním laseru podle specifických limitních hodnot. Podle způsobu použití laseru jsou tato zařízení zařazena do tříd v závislosti na stupni rizika. Zařazení je závislé na výstupním výkonu a vlnové délce, bere také v úvahu délku trvání vysílání, počet pulzů a úhel vyzařování. Optoelektronické snímače vybavené lasery jsou zařazeny.

- Třída 1, bezpečná, žádná bezpečnostní opatření
- Třída 2, nízký výkon, k ochraně stačí zavření očních víček

Pro zařízení ve třídě 1 a 2 se oči musí chránit samovolným pohledem do paprsku delším, než je reflex zavření víček. Příslušné varující etikety musí být umístěny na snímači a v některých případech i na stroji. Další mechanická nebo optická opatření nejsou nutná.

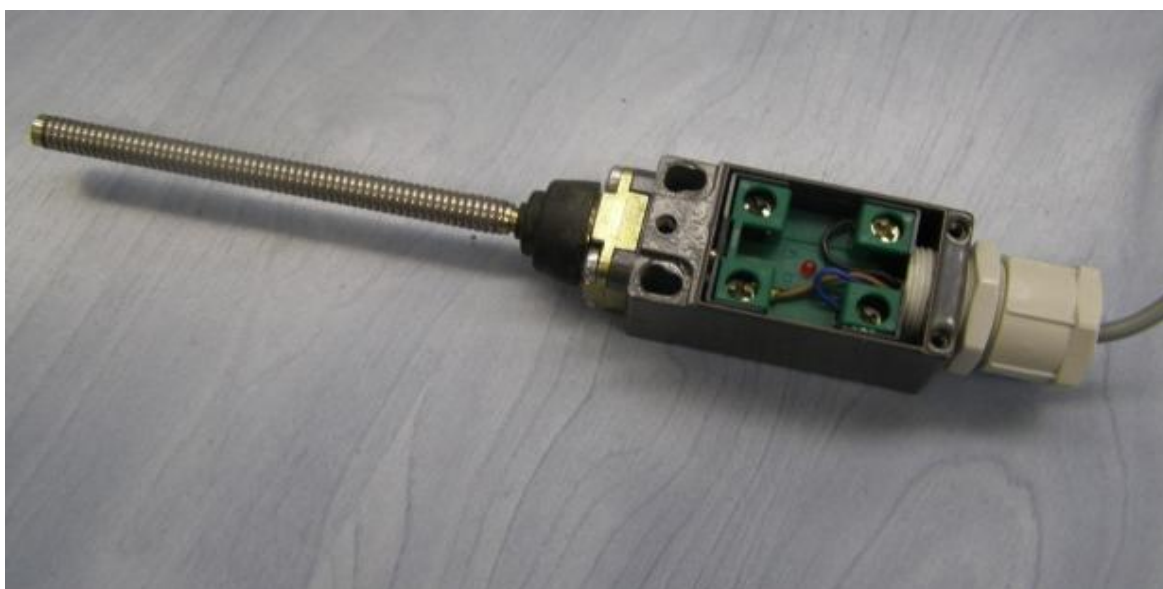


11. Pasivní snímače

Pasivní snímače jsou ty snímače, které nepotřebují pro svou funkci napájecí napětí. V předešlých kapitolách už jsme se setkali s jedním pasivním snímacím prvkem, magnetickým snímačem, který jsme si ukázali v kapitole indukční snímače. Dále do této kategorie patří například:

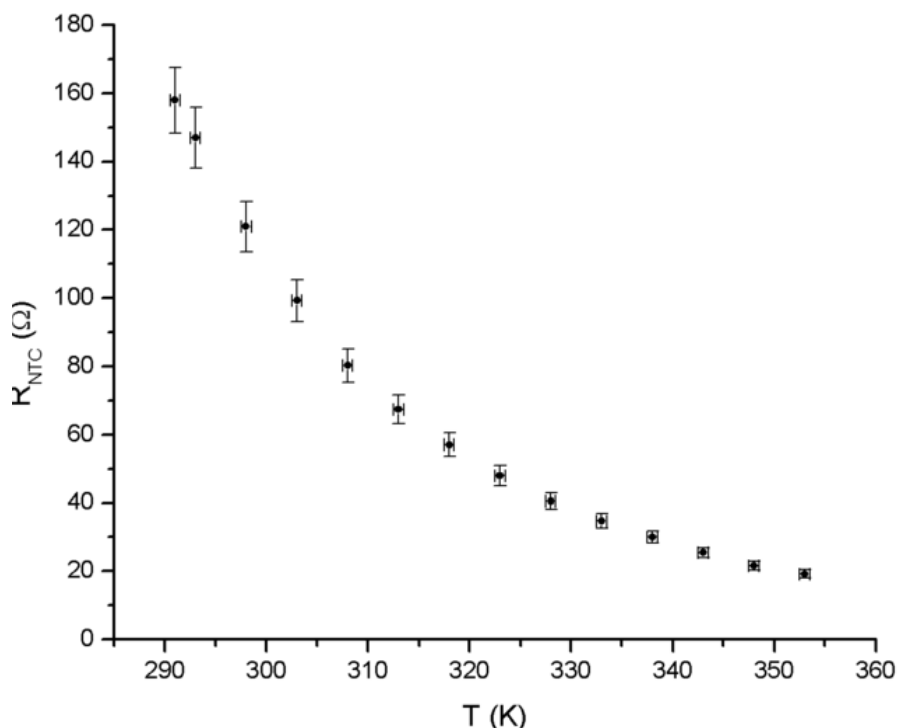
- veškeré mechanické spínače, vypínače a podobné elektromechanické prvky
- termistory
- termočlánky
- tenzometry
- odporové
- indukční

11.1 Mechanické spínače. První výrobní automaty používaly jako snímače výhradně mechanické, případně elektromechanické spínací prvky. Dodnes se používají a z hlediska bezpečnosti se na ně pohlíží jako na spolehlivé prvky, případně bezpečnostní spínací prvky mívají kontakty zdvojeny, případně ztrojeny. Normami jsou definována pravidla, jakým způsobem musí být zapojeny kontakty pro určité aplikace. Například tlačítka, která plní vypínací funkci musí mít rozpínací kontakty. Norma dále rozlišuje tlačítko Stop a Centrál Stop. Tlačítkem Stop se zastaví stroj při běžné obsluze. Stroj přestane vykonávat danou funkci, ale zůstane pod napětím a používá se vratné tlačítko. Centrál Stop, po vybavení se stroj odpojí od napájecího napětí. Případně zůstanou pod napětím pouze obvody, které zabezpečují funkci bezpečnostního relé. Tlačítko Centrál Stop musí být tlačítko s aretací a po vybavení aretace se stroj nesmí aktivovat. Obr. č.91. Mechanický kontakt s pružným detektorem a kontrolkou polohy.



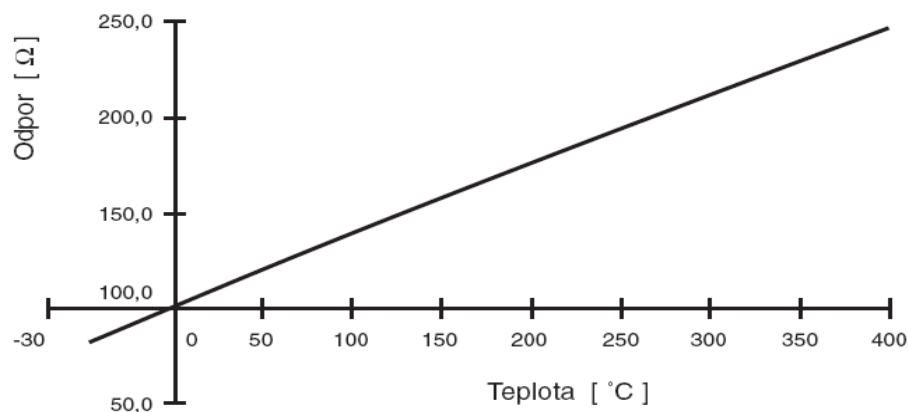
Obr. č.91

11.2 Termistor, je elektrotechnická součástka, jejíž elektrický odpor je závislý na teplotě. Rozlišujeme dva typy termistorů – NTC a PTC termistor. NTC je termistor s negativním teplotním koeficientem, což znamená, že se vzrůstající teplotou termistoru klesá jeho odpor. Jeho charakteristika je nelineární. Na obr. č.92 je ukázka charakteristiky NTC termistoru. U termistorů typu PTC se vzrůstající teplotou odpor termistoru roste. Termistory se vyrábějí z oxidů různých kovů, např. Mn, Co, Cu, Ti, U a další. Většina termistorů mají nelineární závislost mezi teplotou a odporem. Použitelné jsou v rozmezí teplot -55°C až 200°C .



Obr. č.92

Typickým reprezentantem termistoru pro průmyslové použití je platinový termistor Pt100, obr. č.93, je to termistor typu PTC, a který má při teplotě 0°C 100Ω a jeho charakteristika je lineární, což je důležité hlavně z důvodů cejchování a přesnosti měření. Rozsah teplot pro použití termistoru Pt 100 je od -50°C až do 400°C . Typické použití je do teplot asi 200°C .



Obr. č.93



Obr. č.93

Hlavní oblast použití termistorů je měření a regulování teploty různých medií, ale používají se i jako ochrany. Například bývají vloženy do vinutí některých motorů a v součinnosti s měničem otáček asynchronních motorů chrání motor před přehřátím a následným zničením motoru. Mohou být umístěny na chladičích elektronických výkonových prvků a další spektrum použití.

11.3 Termočlánek je zdroj elektrického proudu používaný především jako čidlo teploty. Využívá principu termoelektrického jevu. Může být také používán jako zdroj elektrického proudu, ale jeho energetická účinnost a výkon jsou malé. Skládá se ze dvou kovů zapojených do série se dvěma spoji. Mají-li spoje různou teplotu, vzniká na každém ze spojů odlišný elektrický potenciál, který je zdrojem proudu. Pro výrobu elektrické energie je výkon termočlánu velice malý. Proto se termočlány sdružují do baterií. Termočlánek jako zdroj energie se používá u kosmických sod. Zde se využívá dlouhodobé spolehlivosti termočlánu. Hlavní oblast použití v průmyslu a automatizaci je v oblasti teplotních čidel. Hlavní výhodou termočlánu je možnost snímat poměrně vysoké teploty až přes 2000°C. Citlivost se pohybuje v řádech desítek mikrovolt na °C.

Obr. č.94.

Termočlánek		Teplota °C
NiCr - Ni	Typ K	600 - 1000
FE - CuNi	Typ L	400 - 700
Fe - CuNi	Typ J	400 - 700
Cu - CuNi	Typ T	300 - 400
PtRh - Pt	Typ S	1000 - 1600
PtRh - Pt	Typ R	1000 - 1600
PtRh - PtRh	Typ B	1000 - 1800

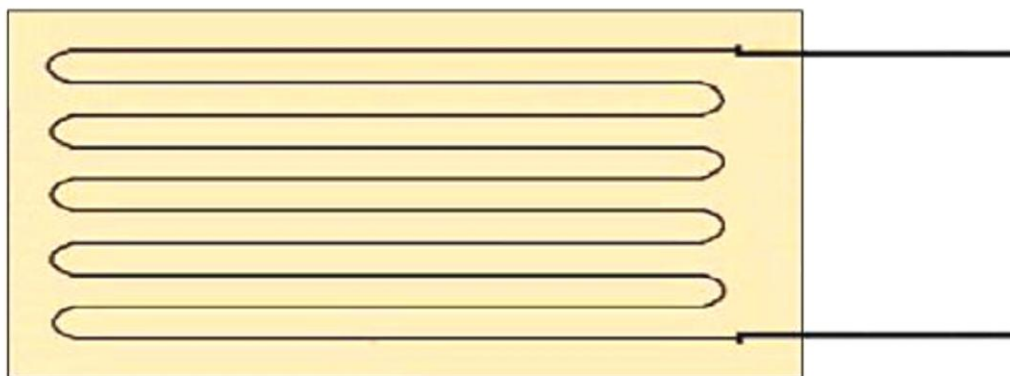


Obr. č.94

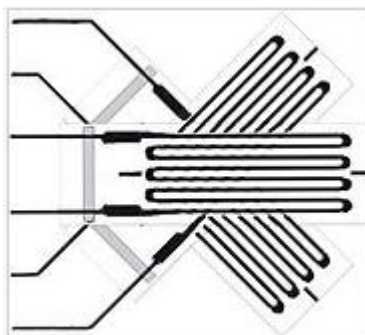
11.4 Tenzometry. Tenzometr je přístroj pro měření tenze, mechanického namáhání způsobeného tahem a jím vyvolaného mechanického napětí. Základem běžného elektrického tenzometru bývá odporový tenzometr, což je pasivní čidlo, které měří mechanické prodloužení. Změny prodloužení jsou v tenzometru převáděny na změny elektrického odporu. První tenzometry byly použity kolem roku 1938.

Vodič o délce l a průřezu s z materiálu s měrným elektrickým odporem ρ má odpor $R = \rho \cdot (l/s)$. Je-li vodič tenzometru pevně spojený s povrchem měřeného namáhaného objektu, má stejné deformace jako objekt. Tedy při natahování se zvětšuje jeho délka, zmenšuje průřez a podle použitého materiálu se mění i jeho měrný odpor. U kovových odporových tenzometrů je měrný elektrický odpor jejich materiálu prakticky nezávislý na deformaci. Na změny odporu kovového tenzometru mají pak vliv jen rozměry jeho vodiče. U polovodičových odporových tenzometrů, v nichž je vodičem například křemíkový pásek, se výrazněji projevuje závislost měrného odporu na mechanické deformaci.

Kovový nebo také drátkový tenzometr, Obr. č.95, má obvykle vodič z konstantanu kvůli malé závislosti změny odporu na teplotě. Drátky tenzometru mívají průměr kolem 0,01mm, jsou přilepeny na nevodivé podložce a jejich konce jsou s přívodními vodiči spojeny svařením. Drátkový tenzometr měří prodloužení ve směru drátků, na obrázku ve směru vodorovně. Krátké příčné úseky na změnu odporu mají zanedbatelný vliv. Pro snímání deformací ve více směrech jsou vyráběny tenzometry s více vzájemně natočenými mřížkami na jedné podložce a vzájemně galvanicky odděleny.



Obr. č.95



Obr. č.96

Polovodičové tenzometry jsou tvořeny páskem vyříznutým z monokrystalu polovodiče (křemík, germanium) znečištěného difuzí jiného materiálu. Mechanické namáhání krystalické mřížky ovlivňuje výrazně pohyblivost nosičů náboje, a tím měrný odpor materiálu tenzometru. Křemíkový pásek má typicky tloušťku v setinách mm, šířku v desetinách mm a délku v jednotkách mm. Citlivost polovodičového tenzometru je až o dva řády vyšší než kovového tenzometru.

Vyhodnocení signálu z tenzometrů. Z důvodů kompenzace změny odporu přírodních vodičů změnou teploty se nejčastěji tenzometry zapojují do Wheatstoneova můstku. Přístroje pro vyhodnocení signálu tenzometrů v sobě obsahují odpory pro doplnění můstku. Tenzometry jsou vyráběny ve standardní řadě hodnot odporů. 120Ω , 300Ω nebo 600Ω . Pro napájení tenzometrů se používá jak střídavé, tak stejnosměrné napětí.

11.5 Odporové snímače polohy převádějí na elektrický signál všechny neelektrické veličiny, jejichž změnu můžeme vyjádřit změnou odporu. Jedná se především o snímače polohy. V podstatě jsou to potenciometry, které z hlediska mechanických vlastností můžeme rozdělit do dvou základních kategorií, a to na lineární a otočné potenciometry. Obr. č.97 a obr. č.98.

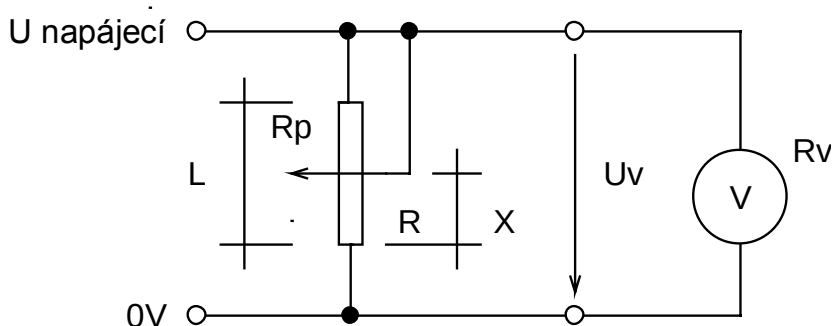


Obr. č.97



Obr. č.98

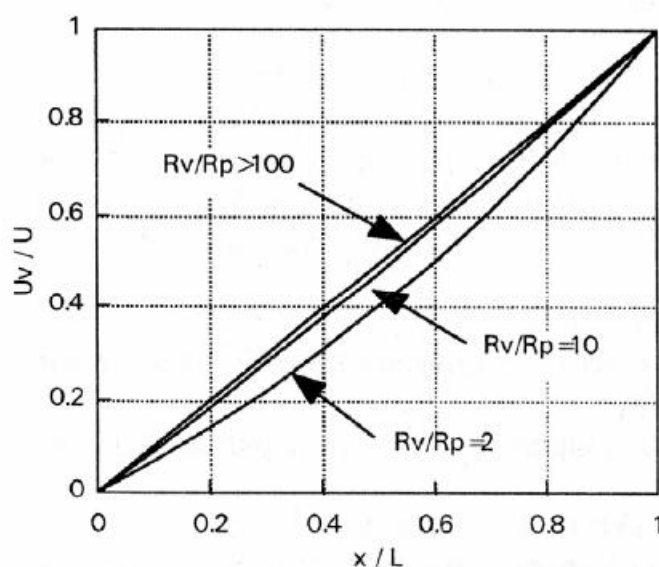
Funkce tohoto snímače je založena na odporové dráze, po které se pohybuje jezdec, elektrický kontakt, který je mechanicky spojen s pohyblivou částí, jejíž polohu chceme měřit. Odporovou dráhu lze zhotovit z různých materiálů, například může být navinuta z odporového drátu, hlavně v případech, kdy potřebujeme větší proudové zatížení nebo v případech nepříznivého prostředí nebo u jemnějších a přesnějších odporových snímačů bývá zhotovena pomocí uhlíkové vrstvy.



Obr. č.99

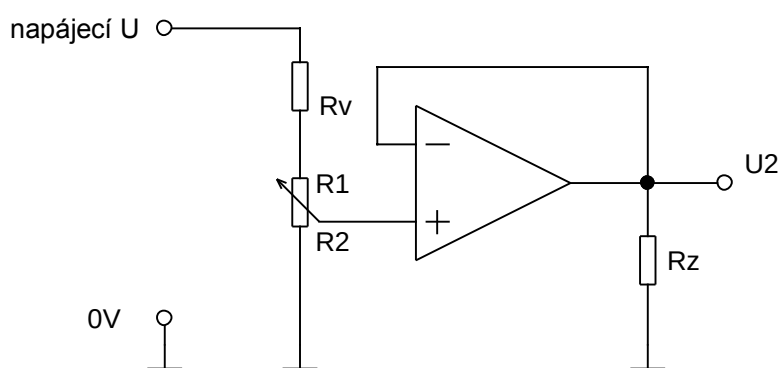
Elektrické napětí $R_v = U \cdot R/R_p = U \cdot X/L$. Obr. č.99. Napětí U je přímo úměrné poloze jezdce X a tedy hodnotě mechanického posunutí pohyblivé části stroje. Tato závislost platí za předpokladu, že zatěžovací odpor R_z je alespoň desetinásobně větší než měřící potenciometr R_p . Nebude-li tato podmínka splněna, bude závislost mezi U a X nelineární. Obr. č.100

Obr. č.100



Aby se eliminoval vliv zatěžovacího odporu na linearitu odporové charakteristiky, je důležité, aby prvek, který snímá napětí z odporového snímače, měl co největší vstupní odpor. Nejčastěji se používají operační zesilovače. Obr. č.101

Obr. č.101



Mechanickým uspořádáním odporového snímače do oblouku získáme odporový snímač úhlové výchylky. Délka odporové dráhy je realizována obvykle v úhlu 270° . Polohových odporových snímačů se používá pro měření všech neelektrických veličin, které je možné převést na lineární nebo úhlový posuv. Například u starších typů automobilů se pomocí odporového snímače měřila hladina paliva v palivové nádrži.

Ukázka použití lineárního odporového snímače na snímání polohy lineárního pneumatického pohonu. Obr. č.102.

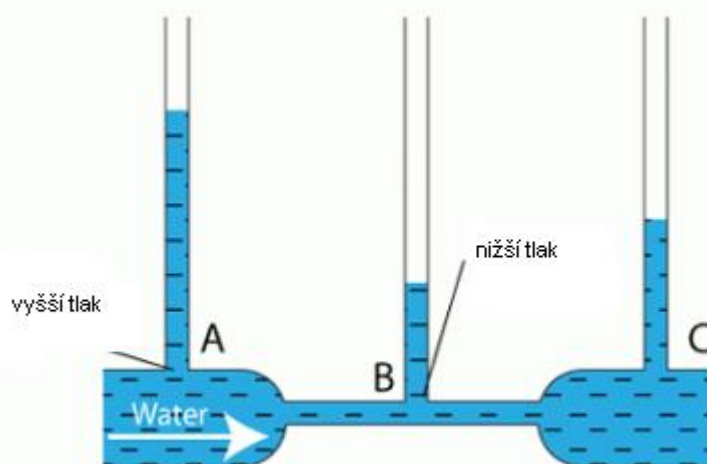


Obr. č. 102

12. Snímače průtoků

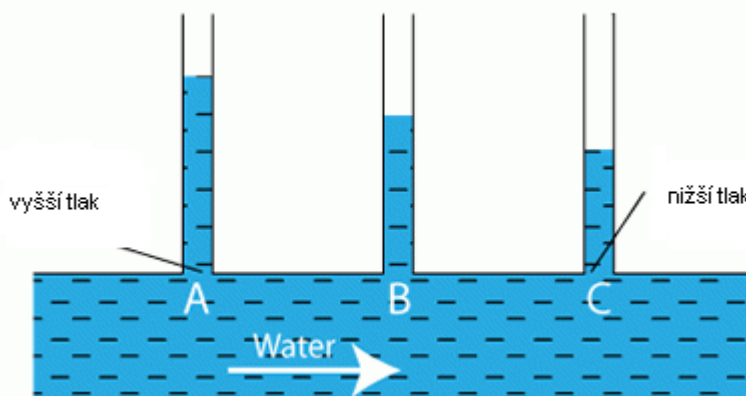
12.1 Venturiho trubice. Kapalina protékající zúženým místem zde má podle rovnice spojitosti (kontinuity) větší rychlost. Pokud se zvětšuje rychlost kapaliny, musí se také zvyšovat její pohybová (kinetická) energie. Z hlediska zákona zachování mechanické energie roste kinetická energie na úkor energie potenciální. Tíhová potenciální energie vody se však nemění, protože podélné osy obou průřezů jsou u vodorovného potrubí ve stejné výši. U proudící kapaliny musíme uvažovat změně energie, která souvisí s tlakem proudící kapaliny.

Když na kapalinu v klidu působí tíhová síla, je ve stejné hloubce v každém bodě stejný tlak. Pokud je kapalina v pohybu, tak tento vztah neplatí. Vztahy mezi tlakem a rychlostí proudících kapalin v závislosti na průřezu potrubí řeší Bernoulliho rovnice. V místě s větším průřezem má proudící kapalina větší tlak, ale menší rychlost, zatímco v místě s menším průřezem má menší tlak, ale větší rychlost. Obr.č.103



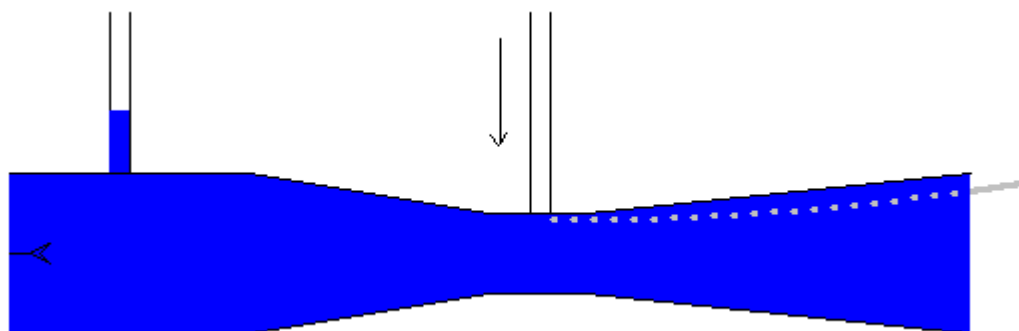
Obr. č.103

Základní tvar Bernoulliho rovnice platí jen pro ideální kapaliny, kde je průtok beze ztrát. Ke ztrátám dochází díky tření o stěny potrubí a díky náhlé změně směru proudící kapaliny. Nebo-li tlak na začátku potrubí bude větší než na konci, i přes to, že průřez potrubí bude stejný. Obr. č.104



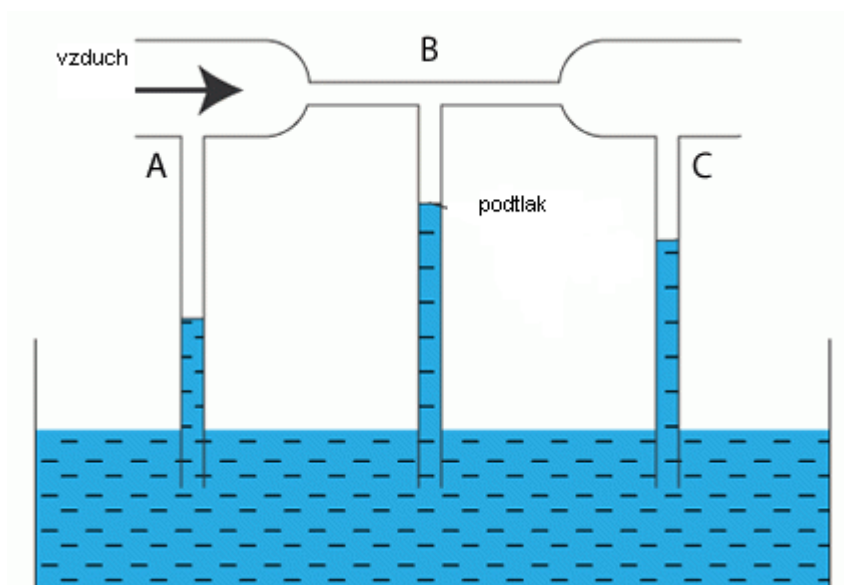
Obr. č.104

Z Bernoulliho rovnice vyplývá, že tlak proudící kapaliny klesá s rostoucí rychlostí. Při velkém zúžení trubice, kde rychlost proudu kapaliny značně vzroste, může tlak v kapalině klesnout tak, že bude menší než atmosférický – v zúženém místě vzniká podtlak a jestliže v tomto zúženém místě bude otvor, pak bude z okolí nasávat vzduch. Obr. č.105



Obr. č.105

Vyjádření Bernoulliho rovnice pro plyny je složitější, protože u plynů se velmi podstatně se změnou tlaku mění jejich hustota. Plyny na rozdíl od kapalin jsou stažitelné. Princip chování plynů a kapalin je ale obdobné. Obr. č.106



Obr. č.106

Bernoulliho rovnice

$$0,5 \cdot r \cdot v^2 + r \cdot g \cdot h + p = \text{konst.}$$

- $0,5 \cdot r \cdot v^2$ je dynamický tlak (způsobený rychlostí proudění)
- $r \cdot g \cdot h$ je hydrostatický tlak
- p statický tlak (atmosferický)

Applikujeme-li Bernoulliho rovnici na dvě různá místa trubice, získáme vztah

$$0,5 \cdot r \cdot v_1^2 + r \cdot g \cdot h_1 = 0,5 \cdot r \cdot v_2^2 + r \cdot g \cdot h_2$$

Pokud roste rychlost proudění, musí klesat hydrostatický tlak. Hydrostatický tlak je úměrný hloubce, s jeho poklesem tedy klesá i sloupec kapaliny nad Venturiho trubicí.

Použité symboly:

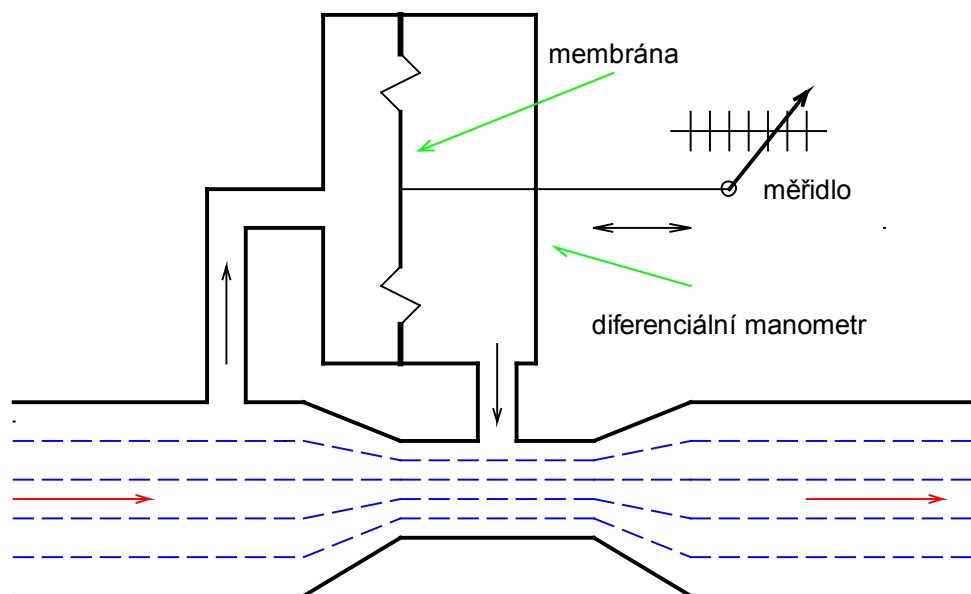
- **v** rychlost toku kapaliny m/s
- **s** průřez otvoru m^2
- **r** hustota kapaliny kg/m^3
- **g** tíhové zrychlení $9,81 \text{ m/s}^2$
- **h** hloubka otvoru měřená od volné hladiny m

Z Bernoulliho rovnice vyplývá, že tlak proudící kapaliny klesá s rostoucí rychlostí. Pokud plyn proudí trubicí dostatečnou rychlostí, tlak v tom místě se natolik zmenší, že toho lze využít například při odsávání. Tomuto jevu se říká hydrodynamický paradox a využívá se například u rozprašovačů, tzv. fixírka nebo stříkacích pistolí, v karburátoru a dalších výrobcích. V průmyslovém využití pneumatiky je potřeba pro činnosti speciálních pneumatických prvků podtlaku neboli tlaku nižšího, než je atmosférický tlak. Tento podtlak je možno vyrábět různými způsoby, nejstarší a nejznámější jsou například vývěvy. Jednou z možností, jak vyrobit tlak nižší než atmosférický je výroba podtlaku pomocí tzv. ejektorů, což je přístroj, který pracuje na principu Venturiho trubice. Obr.č.107.



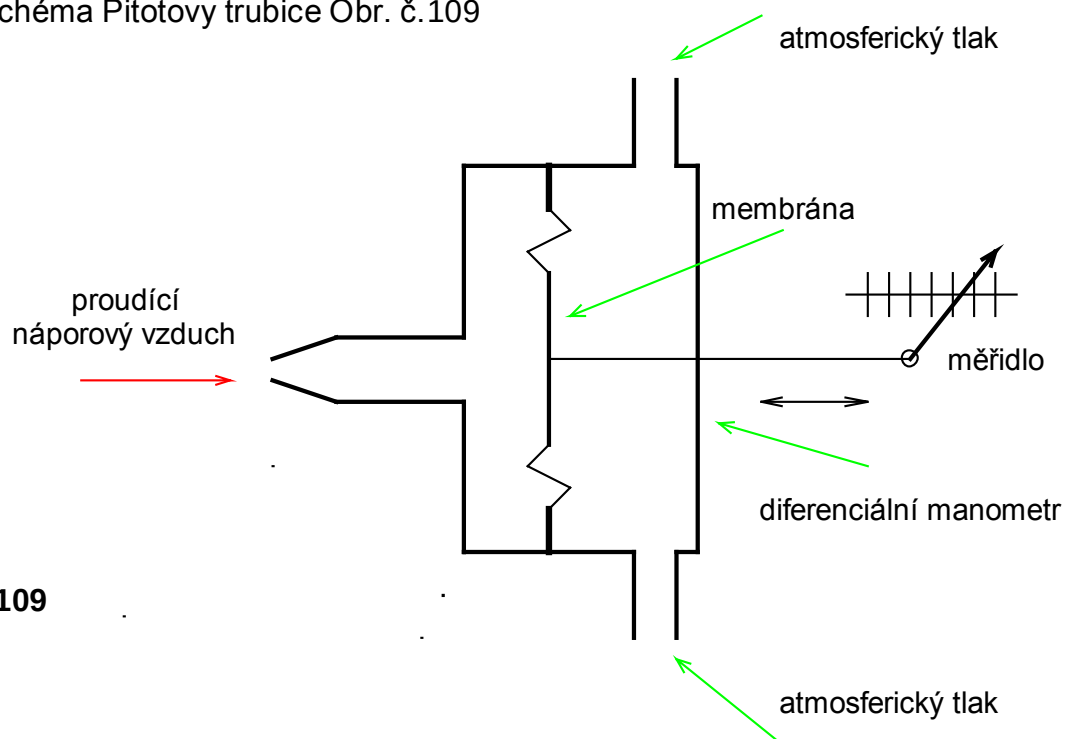
Obr.č.107

Principiální schema měření průtoku medií pomocí Venturiho trubice. Obr. č.108



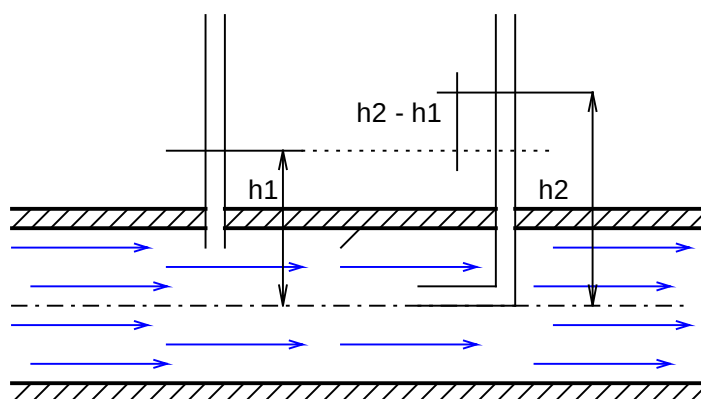
Obr. č.108

12.2 Pitotova trubice patří k nejstarším rychlostním sondám pro měření průtoku kapalin a plynů. Jedná se o spojení dvou trubic, každé s vodorovným a svislým ramenem. Jedna trubice je nastavena kolmo na proudící médium a tudíž proudící médium v ní nevytváří žádný dynamický tlak. Druhá trubice je nastavena vodorovně s proudícím médiem. Tím čím vyšší rychlost bude měřeného media, tím více bude narůstat tlak v této trubici. Pitotova trubice potom porovnává tlaky v obou trubicích a tím je schopna vyhodnotit rychlost proudícího media. Pomocí této metody je možné měřit vysoké rychlosti proudícího media. Typické použití je při měření rychlosti letu letadel. Principiální schéma Pitotovy trubice Obr. č.109



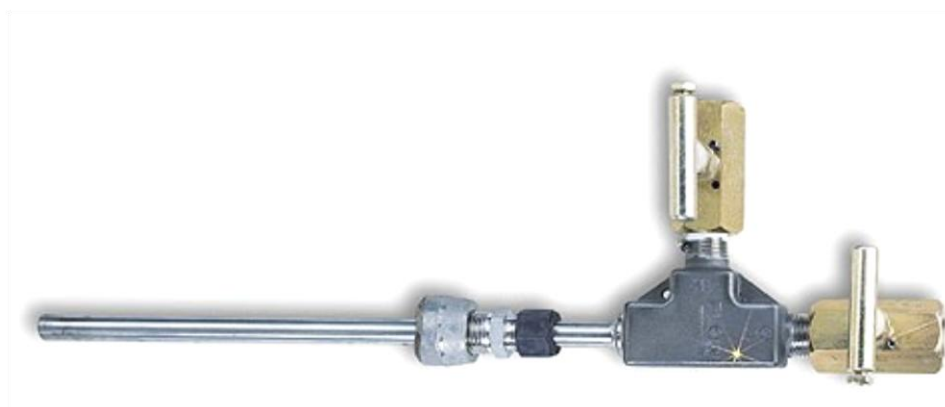
Obr. č.109

Pitotovu trubici je ale také možné použít při měření průtoku medií v potrubí, a to jak kapalin, tak i plynů. Na rozdíl od Venturiho trubice ale není nutné v místě měření zúžit potrubí. Opět se porovnává tlak nebo výška sloupce kapaliny ve dvou trubicích vzájemně pootočených o devadesát stupňů. Obr. č.110



Obr. č.110

Ukázka Pitotovy trubice Obr. č.111

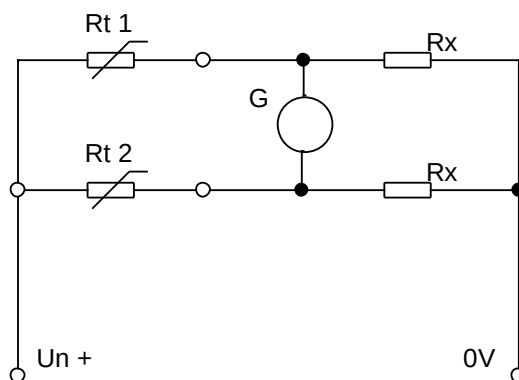


Obr. č.111

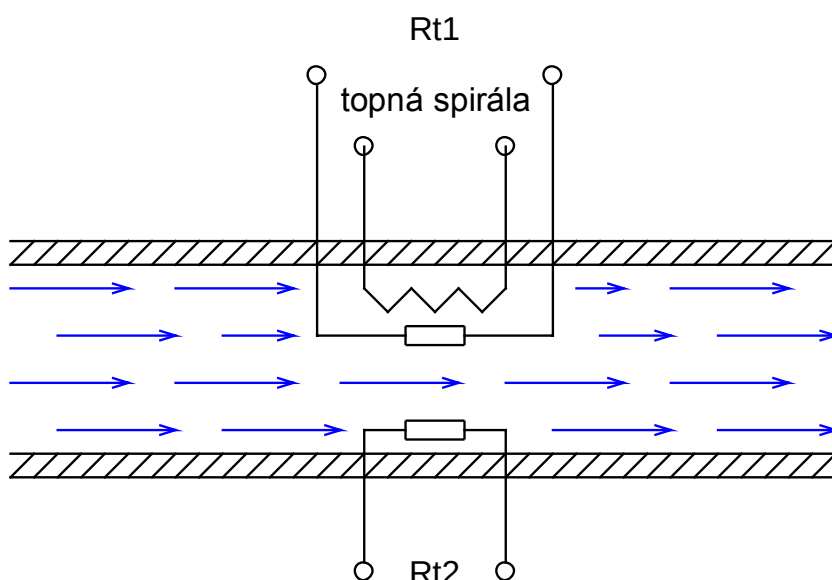
12.3 Kalorimetrický princip měření průtoku.

Měření průtoku pracuje na principu metody přenos tepla a ochlazení. V senzoru se nachází dva teplotně závislé měřící odpory **Rt1** a **Rt2**, které jsou připojeny k měřicímu můstku. Obr. č.112. Jeden z měřících odporů je závislý na teplotě media, druhý přichází do termického (tepelného) kontaktu s topným článkem znázorněn jako topná spirála s napájecím napětím U . Obr. č. 113. Jestliže je topný článek pod napětím, vzniká mezi oběma měřícími odpory diferenciace teplot. Tato diferenciace má konstantní hodnotu, pokud je medium v klidu. Protéká-li medium, dochází k odvádění tepla z topného článku a teplota na zahřátém měřícím odporu klesá. Tím se mění teplotní rozdíl mezi odpory a také napětí na měřícím můstku. Na základě rozdílu napětí je zjištěn aktuální stav proudění.

Obr. č.112



Obr. č.113



Měřicí citlivost senzorů je závislá kromě jiného na odebrání tepla na topném článku. Odebírané teplo je závislé na rychlosti proudění media. Platí závislost, že čím menší tepelná vodivost media, tím rychleji musí medium téct, aby bylo zachyceno. Plynné medium zahřátému měřicímu odporu při stejné rychlosti odebírá daleko méně tepla než kapalně medium. Z toho vyplývají minimální a maximální rychlosti pro plynné a kapalně media od 1 až do 150cm/s.

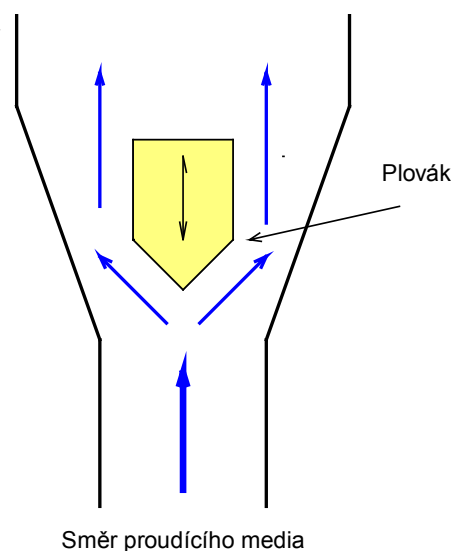
Typické aplikace pro použití kalorimetrických snímačů například jsou:

- Kontrola chladících a mazacích médií, např. při obrábění kovů
- Ochrana čerpadel před chodem naprázdno
- Kontrola odtoku v potrubích
- Kontrola chladících okruhů, např. svářecích zařízení v automobilovém průmyslu
- Kontrola průtoku čistících médií v potravinářském průmyslu

12.4 Plovákové průtokoměry. Základem plovákového průtokoměru je svislá kónická měřicí trubice, která se rozšiřuje směrem nahoru. V ní se volně pohybuje plovák z materiálu s hustotou větší než je hustota měřené tekutiny. Pokud tekutina neproudí, je plováček v trubici dole. Jakmile začne tekutina proudit, začne se plováček zvedat. Obr. č.114. Při určitém průtoku zaujme plováček rovnovážnou polohu, s takovou plochou mezikruží, při níž je síla nadnášející plováček právě rovna gravitační síle, která na něj působí zemská přitažlivost. Zdvih plováčku je úměrný rychlosti proudění. Poloha plováčku se zjišťuje buď přímo na stupnici na stěně skleněné trubice průtokoměru, nebo se snímá elektricky. K nejvýznamnějším výhodám těchto průtokoměrů patří měřicí rozsah (10:1), malá tlaková ztráta relativně nízká cena a schopnost měřit i malé průtoky. Obr. č.115



Obr. č.114



Obr. č.115

12.5 Turbínové nebo lopatkové průtokoměry. Pracují na stejném principu, liší se pouze konstrukcí případně tvarem lopatek. Jejich základem je volně otočný rotor s lopatkami. Rotor se vlivem proudění tekutiny otáčí, kdy otáčky jsou úměrné rychlosti proudění tekutiny. Obr. č.116. Otáčky je možné snímat a vyhodnocovat jednak mechanickým počítadlem, jako například u bytových vodoměrů, Obr. č.117 nebo je možné je snímat bezdotykovým indukčním snímačem, kdy výstupem jsou napěťové impulzy, které jsou dále elektronicky vyhodnocovány. Výhodou těchto průtokoměrů je použití v širokém rozsahu měřených rychlostí. Většinou se používají pro měření průtoku vody. Nevýhodou jsou mechanické pohybující se části a s tím související opotřebení. Nejsou doporučovány na tekutiny s velkou viskozitou.

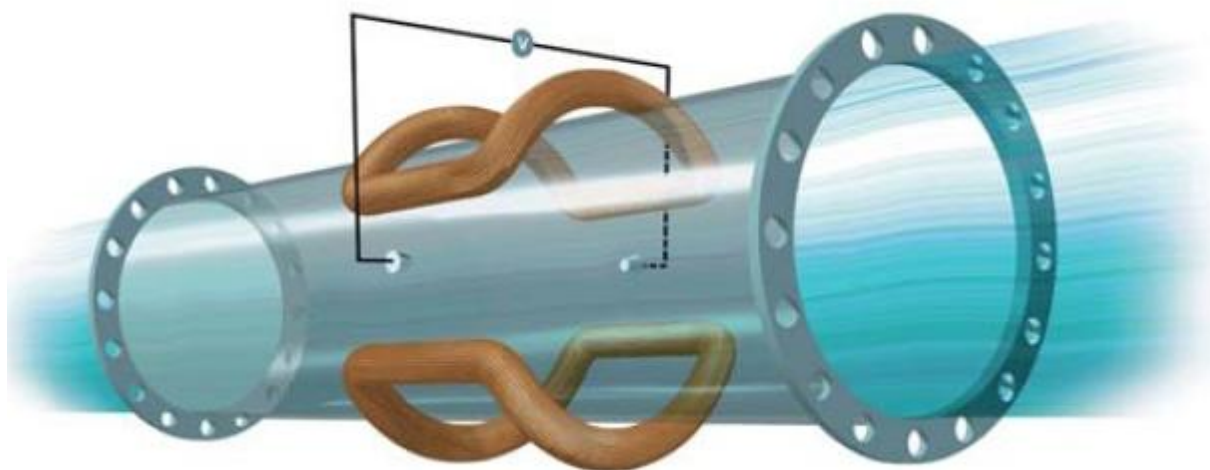


Obr. č.116



Obr. č.117

12.6 Indukční průtokoměry. Používají se k měření objemového průtoku elektricky vodivých medií. Rovněž lze provádět měření podle kalibračních norem stejně jako speciální měření pulzujících průtoků, kalů či suspenzí. Využívají Faradayova zákona o elektromagnetické indukci při pohybu vodiče v elektromagnetickém poli. Pohybující se vodič je představován tekoucí elektricky vodivou kapalinou mezi elektrodami. Permanentní magnet nebo elektromagnet vytváří magnetické pole. Úsek potrubí musí být z neferomagnetického a nevodivého materiálu. Elektrody pro snímání indukovaného napětí jsou na vnitřní stěně trubky kolmo na směr magnetických siločar. Obr. č.118.



Obr. č.118

Pro indukované elektromagnetické napětí platí vztah.

$$U_m = B \cdot D \cdot v$$

- **U_m** je indukované napětí ve voltech
- **D** je průměr otvoru v metrech
- **B** magnetická indukce Tesla
- **V** rychlost kapaliny v metrech za sekundu

Za určitých podmínek platí, že indukované napětí je úměrné střední rychlosti proudící kapaliny. Indukční průtokoměry se vyrábějí od průměru 2mm až do 2m. Je možné s ním měřit průtoky kapalin o vodivosti větší než 1μS. Indukční průtokoměry jsou vhodné pro měření viskózních kapalin kalů a kapalin s vysokým obsahem usazujících se částic. Indukční průtokoměry nevykazují žádnou tlakovou ztrátu a mohou být instalovány v jakékoliv poloze.

Na Obr.č.119 je magnetoindukční průtokoměr Sitrans fi Siemens

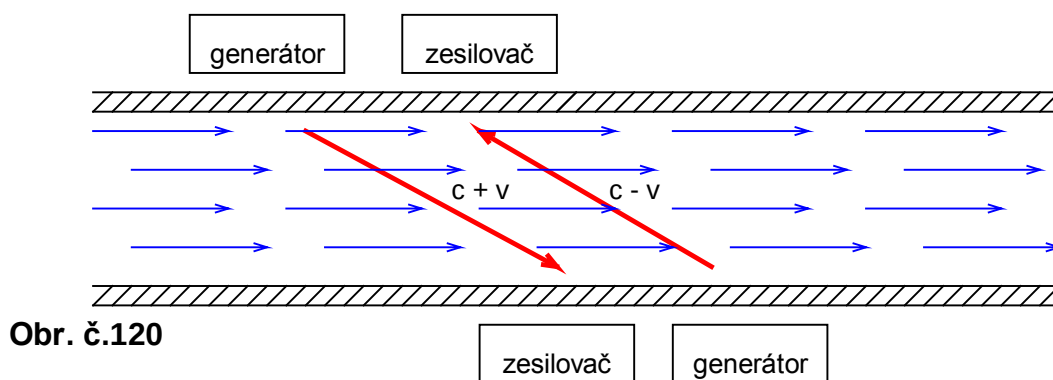


Obr. č.119

12.7 Ultrazvukové průtokoměry. Ultrazvukové průtokoměry využívají Dopplerova efektu. Používají se k měření průtoku homogenních vodivých a nevodivých kapalin. Kromě standardního objemového průtoku poskytují ultrazvukové průtokoměry informace o teplotě media. Rovněž lze provádět měření podle kalibračních norem. Pomocí ultrazvukových průtokoměrů je možné měřit velmi malé průtoky media při velmi malém průměru potrubí. Je možné získat informace o kvalitě media, případně rychle a spolehlivě identifikovat případné kolísání průtoku. Ultrazvukové průtokoměry pracují ve všech polohách, jak ve vodorovných tak svislých. Ultrazvukový průtokoměr se skládá z vysílače, který v krátkých intervalech vysílá pulzy o známé frekvenci (okolo 0,5MHz) a přijímače, který vyslané pulzy přijímá. Metoda měření zpoždění ultrazvuku je založena na tom, že se ultrazvukový signál pohybuje rychleji ve směru toku látky než proti němu. Doba prodlevy je přímo úměrná rychlosti průtoku. Měření se provádí v krátkých časových intervalech ve směru i proti směru proudění. Obr. č.120 a č. 121

$$f_1 = \frac{c}{c + v} \cdot f_2$$

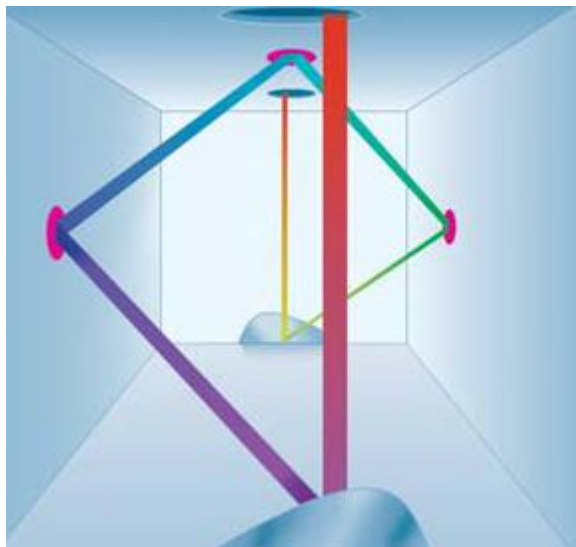
- **f₁** přijatá frekvence
- **f₂** vyslaná frekvence
- **c** rychlost ultrazvuku
- **v** rychlost media



Obr. č.121



Umělým prodloužením spirálovité dráhy zvuku se dosahuje větší prodlevy a lze provádět výrazně lepší vzorkování profilu průtoku uvnitř měřeného potrubí. Obr. č.122



Obr. č.122

Na Obr. č.123 je ultrazvukový snímač SITRANS F US, výrobek fi Siemens. Je určen pro měření čisté kapaliny od -20°C do $+180^{\circ}\text{C}$. Pro zvýšení citlivosti při malých průtocích kapaliny je použito spirálové vedením zvuku.



Obr. č.123

13. Seznam použité literatury

- Katalog snímačů 2007 Balluff
- Katalog firmy Siemens. Průtokoměry Sitrans
- Měřicí a řídící technika pro 2. A 3. Ročník bakalářského studia FCHI
[http// web. vscht.cz](http://web.vscht.cz)
- Wikipedie průtokoměr [http//cs. wikipedia. org/wiki/Průtploměr](http://cs.wikipedia.org/wiki/Průtploměr)
- Bernoulliho rovnice [http//fyzmatik.pise.cz](http://fyzmatik.pise.cz)
- Venturiho rovnice [http//moon. Felk.cvut.cz](http://moon.Felk.cvut.cz)
- Měření průtoku tekutin [http//voda.tzb-info.cz](http://voda.tzb-info.cz)
- Základy kolorimetrie [http//fyzika.jreichl.com](http://fyzika.jreichl.com)
- Polarizace světla [http//projektalfa.ic.cz](http://projektalfa.ic.cz)
- Termočlánek [http//cs.wikipedia.org](http://cs.wikipedia.org)