

Snímače mechanických veličin

Rozdělení snímačů

- Podle druhu měřené fyzikální veličiny
 - polohy
 - rychlosti a zrychlení
 - kmitavého pohybu
 - mechanického napětí
 - síly atd.
- Podle průběhu výstupního signálu
 - spojitě
 - limitní
 - číslicové
- Podle principu činnosti
 - mechanické
 - odporové
 - magnetické
 - indukční
 - kapacitní
 - optické
 - ultrazvukovéatd
- Podle způsobu odměřování
 - absolutní
 - přírůstkové (inkrementální)
 - smíšené

Snímače polohy

Odporové snímače

- Vlastnosti odporových potenciometrů
 - ♦ Rozlišovací schopnost
 - Uvádá jaký úhlový, případně délkový inkrement dokáže potenciometr spolehlivě rozlišit. Nejvyšší rozlišení mají potenciometry vrstevové (až 0,01%), u vinutých potenciometrů je rozlišení dáno skokovou změnou odporu při pohybu jezdce mezi sousedními závitů.
 - ♦ Linearita
 - Uvádá největší odchylku výstupního napětí od vztažné přímky. Uvádá se v procentech napájecího napětí.
 - ♦ Životnost
 - Je definována jako počet otočení hřídelkou při zadaných provozních podmínkách a při dodržení provozních vlastností v příslušných mezích. Životnost vinutých typů je řádově 106, vrstevových a hybridních typů 107.
 - ♦ Provozní krouticí moment
 - Je definována jako největší krouticí moment v obou směrech otáčení, který je potřeba k rovnoměrnému točení hřídelkou v celém mechanickém rozsahu při udané rychlosti..

Vlastnosti odporových potenciometrů

- ♦ Teplotní koeficient odporu (jen pro drátové potenciometry)
 - Stanoví se na základě změny odporu při změně teploty vždy o 1 °C proti vztažné teplotě. Vypočítá se ze vztahu:

$$TK = \frac{R_2 - R_1}{R_1 (T_2 - R_1)} \cdot 10^6$$

kde: R_1 je odpor v Ω při vztažné teplotě

R_2 je odpor v Ω při měřící teplotě

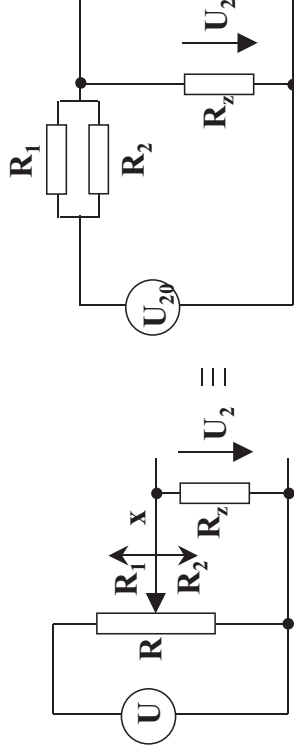
T_1 je vztažná teplota ve °C

T_2 je měřící teplota ve °C

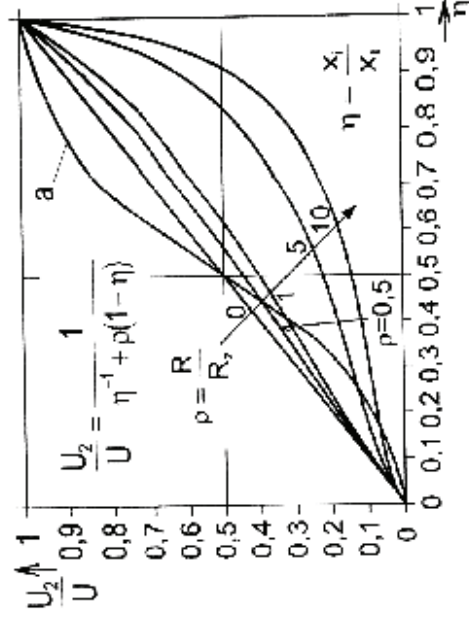
- ♦ Šum
 - Šum potenciometrů vzniká při pohybu jezdce po vinutí a je způsoben mechanickými i elektrickými efekty. U vinutých potenciometrů může být způsoben odskakováním jezdce.

Zapojení odporového snímače polohy

- Potenciometrické zapojení



Graf závislosti U_2 a polohy



- ◆ Závislost mezi měřenou polohou a výstupním napětím U_2 .

$$\frac{U_2}{U} = \frac{1}{a^{-1} + p \cdot (1-a)} \quad \text{kde} \quad a = \frac{x_2}{x} \quad p = \frac{R}{R_z}$$

x_2 vzdálenost jezdce od počátku odporové dráhy

x celková délka odporové dráhy

Typy odporových potenciometrů

Rozdělení

- Podle tvaru dráhy
 - ◆ lineární
 - ◆ profilové
- Podle materiálu odporové dráhy
 - ◆ kovové
 - drátové
 - vrstvé
 - ◆ nekovové
 - uhlíkové
 - vodivé plasty (CP)
 - cermentové (keramika + kov)
 - elektrolytické
- Podle pohybu běžce
 - rotační jednootáčkové
 - rotační víceotáčkové
 - posuvné

Snímače se skokovou změnou odporu (kontaktní)

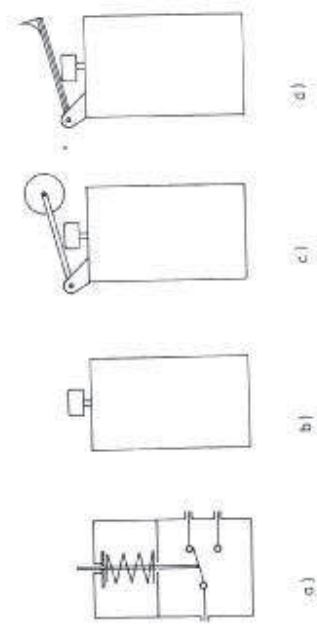
Převádějí změnu polohy sledovaného objektu na skokovou změnu odporu způsobenou přepínáním kontaktů. Výstupní signál je tedy logického typu (sepnuto - vypnuto).

Rozdělení

- ♦ mechanické
- ♦ magnetické

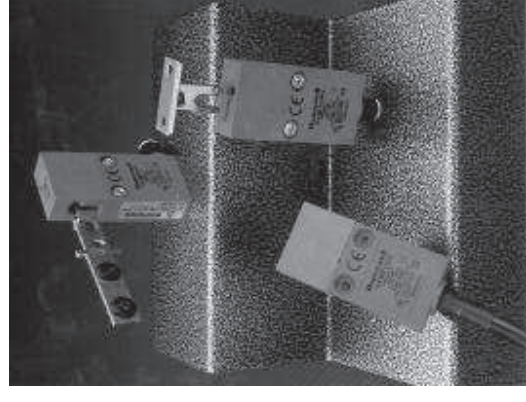
Mechanické snímače

- Působením neelektrické veličiny (mechanickým pohybem) dochází ke skokové změně odporu přepínáním kontaktu.
- Nejčastější aplikací je měření polohy pohybujících se částí různých technických zařízení, kde jsou součástí tzv. **koncových spínačů**.



- a) přepínací mechanismus
- b) spínač přímý
- c) spínač kladičkový
- d) spínač západkový

Foto mechanických snímačů



Magnetické snímače

Rozdělení

- ♦ kontakty jazýčkového relé
- ♦ wiegandovy sondy
- ♦ hallovy sondy

Kontakty jazýčkového relé

- **Princip** spočívá ve využití silových účinků magnetického pole permanentního magnetu na jazýčky z magneticky měkkého materiálu zatažené do skleněné trubičky plněné inertním plynem.

$$F_M = \frac{\Phi^2}{2\mu_0 S} \quad F_M = k \frac{\delta_0 - \delta}{2}$$

F_M síla vyvolaná perm. magnetem

F_D direktivní síla

μ_0 permeabilita vakua

S překrývající se plocha jazýčků

k tuhost jazýčků

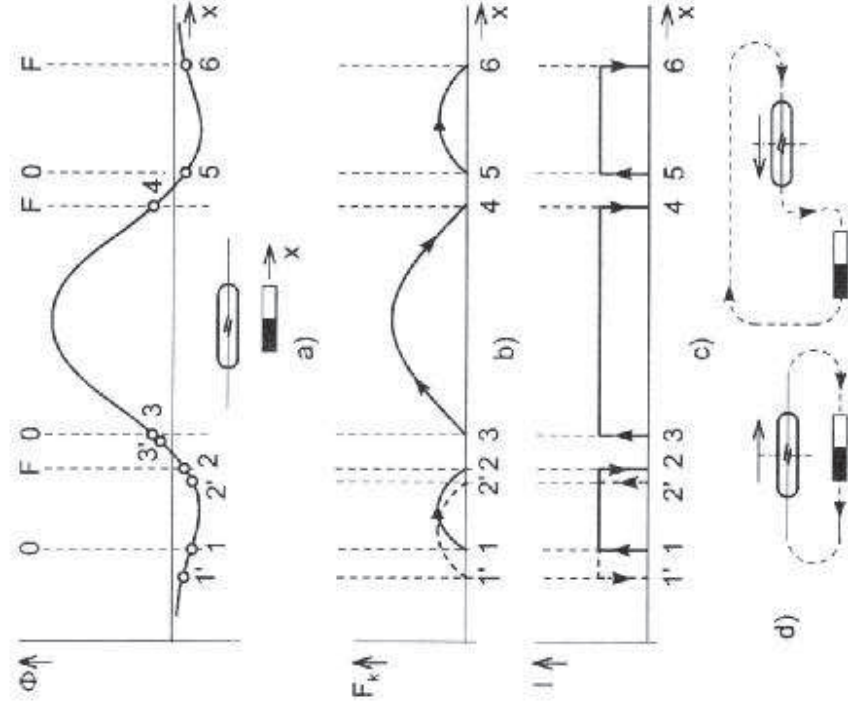
δ_0 počáteční poloha

δ poloha

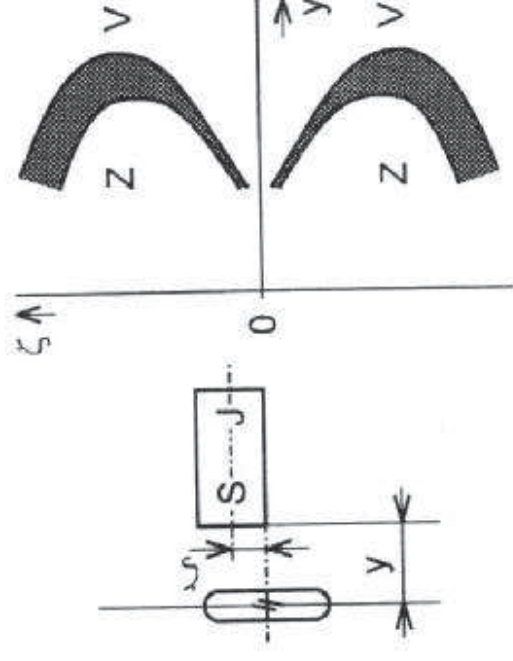
Na kontakty působí síla $F = F_M - F_D$

Jazýčková relé - časové průběhy

Magneticky ovládaná jazýčková relé



Zóny spínání jazýčkového relé při kolmé orientaci magnet - relé



Indukční snímače polohy

Princip indukčních snímačů polohy spočívá v převodu polohy na změnu vlastní indukčnosti L , případně vzájemné indukčnosti M .

Rozdělení:

- Podle základního principu
 - tlumivkové
 - transformátorové
- Podle provedení magn. obvodu
 - s otevřeným mag. Obvodem
 - s uzavřeným mag. Obvodem
- Podle uspořádání snímacích prvků
 - jednoduché
 - diferenciální
- Podle vazby s měřeným předmětem
 - dotykové
 - bezdotykové

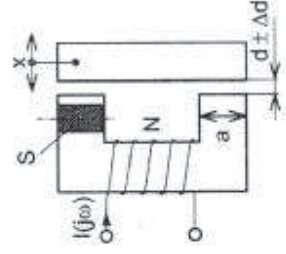
Tlumivkové snímače

Tlumivkové snímače s uzavřeným magnetickým obvodem

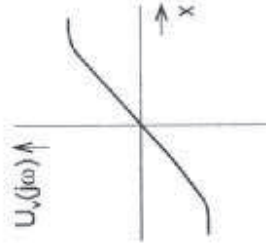
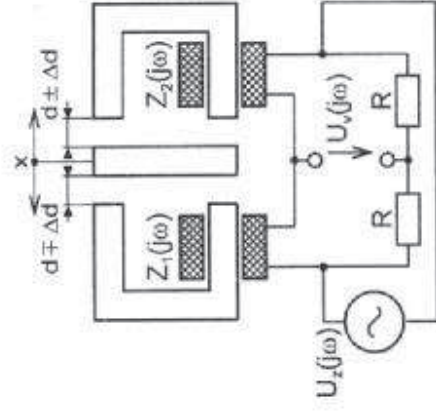
Snímače s proměnnou vzduchovou mezerou

Uspořádání snímače

Pro indukčnost L platí přibližně vztah::



Závislost L na d je hyperbolická, snímač se používá pouze v oblasti, kde je převodní charakteristika přibližně lineární - měření malých posunů.



Větší citlivosti (dvojnásobné) i linearity můžeme dosáhnout diferenčním snímačem

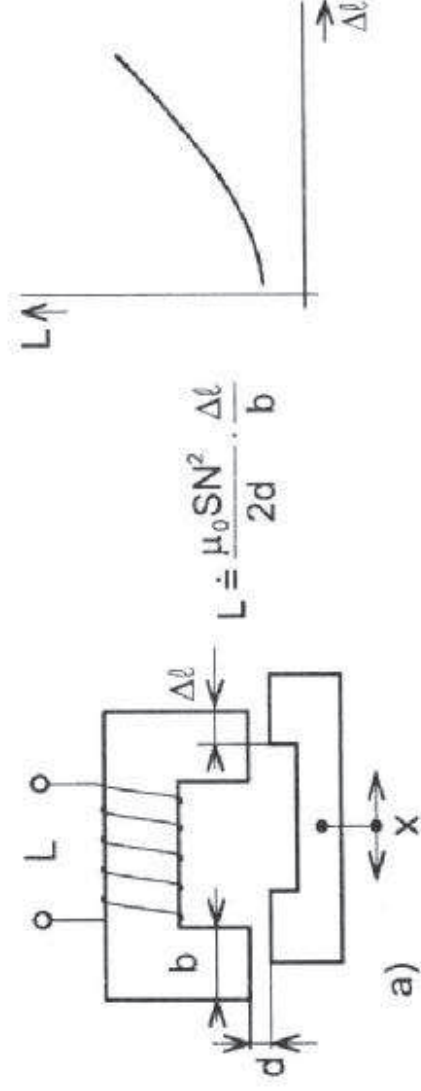
Tlumívkové snímače s proměnnou plochou vzduchové mezery

- Používá se pro měření středních posunů. Pro indukčnost L zde platí vztah:

$$L = \frac{\mu_0 \cdot S \cdot N^2}{2d} \cdot \frac{\Delta l}{b}$$

- dobré linearity lze dosáhnout při $x \ll b$ a $d \ll b$.

Schéma a převodní charakteristika snímače:



Tlumivkové snímače s otevřeným magnetickým obvodem

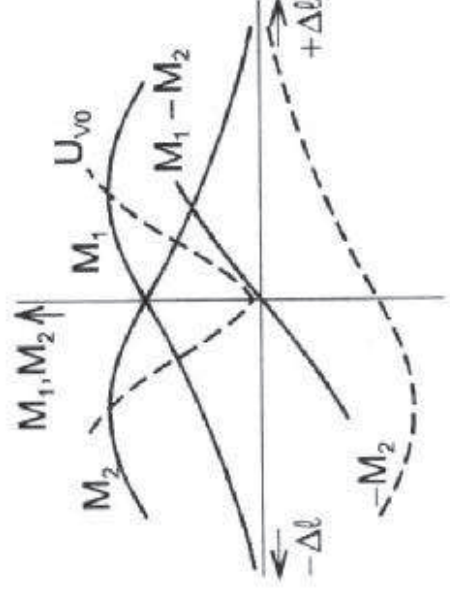
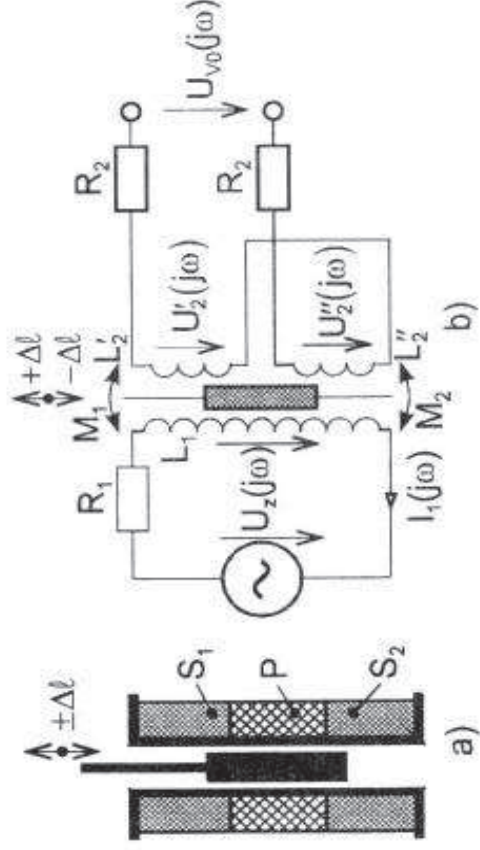
- Princip spočívá ve změně indukčnosti cívky v závislosti na poloze feromagnetického jádra. Snímače umožňují měřit poměrně velké posuny, ovšem přesnost, ani linearita nejsou nejlepší.

Transformátorové snímače

- Princip
 - ♦ Vyhodnocení změny vzájemné indukčnosti mezi primární a sekundárními cívkami.
 - ♦ Primární cívka je napájena ze zdroje střídavého napětí, takže výstupní napětí sekundárního vinutí je úměrné měřené veličině (poloze)
- Typ LVDT(Linear Variable Differential Transformer)

Provedení snímače

Převodní charakteristiky



Odvození převodních vztahů snímače LVTD

- ♦ Primární proud

$$I_1(j\omega) = \frac{U_z(j\omega)}{R_1 + j\omega L_1}$$

- ♦ Sekundární napětí
 - při $M = M_1$

$$U_{21}(j\omega) = j\omega M_1 I_1(j\omega)$$

- při $M = M_2$:

$$U_{21}(j\omega) = j\omega M_1 I_1(j\omega)$$

- ♦ Výstupní napětí naprázdno

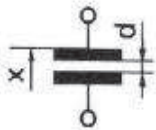
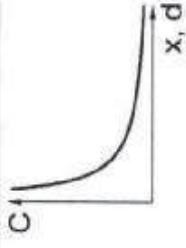
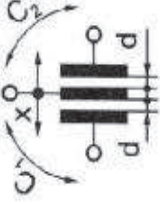
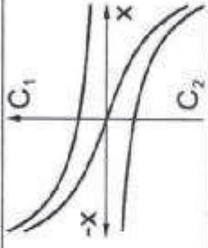
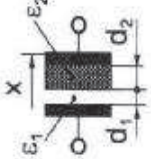
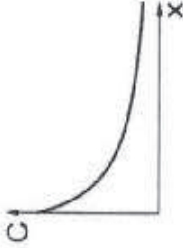
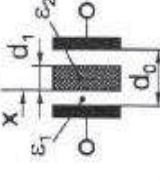
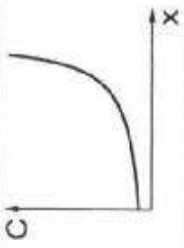
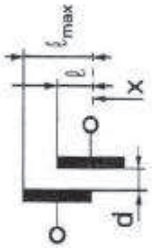
$$U_{v0} = j\omega(M_1 - M_2) \cdot \frac{U_z(j\omega)}{R_1 + j\omega L_1}$$
$$= \frac{U_z(j\omega)}{R_1} \cdot \frac{j\omega(M_1 - M_2)}{1 + j\omega\tau}$$

Kapacitní snímače polohy

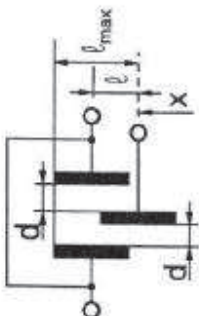
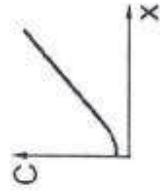
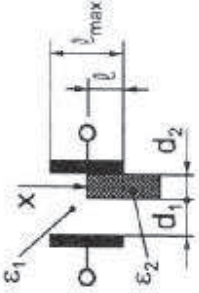
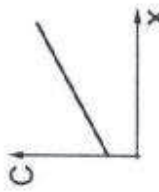
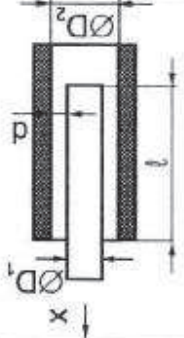
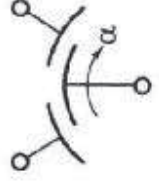
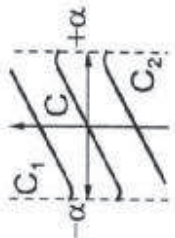
- **Základní principy**
 - ◆ Převod měřené veličiny na kapacitu kondenzátoru a v její následné převedení na zpracovatelný signál (napětí, proud) v logické nebo spojitě formě.
 - ◆ Základním principiálním vztahem je vzorec pro výpočet kapacity rovinného deskového kondenzátoru:

$$C = \frac{\epsilon_r S}{d}$$

Principy kapacitních snímačů I

Typ snímače	schéma	funkční vztahy	charakteristika
deskový jednoduchý s proměnnou mezerou		$C = \varepsilon \frac{S}{d(x)}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta d} = -\frac{C}{d} \left(1 + \frac{\Delta d}{d} \right)$	
deskový diferenční s proměnnou mezerou		$C_1 = \varepsilon \frac{S}{d(x)}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta d} = -\frac{C}{d} \left[1 + 2 \left(\frac{\Delta d}{d} \right)^2 \right]$ $C_2 = \varepsilon \frac{S}{d(x)};$	
deskový s vrstvou dielektrika s proměnnou mezerou		$C = \frac{\varepsilon_1 S}{d_1(x) + \frac{d_2 \varepsilon_1}{\varepsilon_2}};$ $\frac{\Delta C}{C} = -\frac{\Delta d_1}{d_1 + d_2} \cdot \frac{1}{N} \frac{\Delta d_1}{d_1 + d_2}$ $N = \frac{\varepsilon_2 (d_1 + d_2)}{\varepsilon_2 d_1 + \varepsilon_1 d_2}$	
deskový s proměnnou tloušťkou dielektrika		$C = \frac{\varepsilon_1 S}{d_0 - d_1(x) \left(1 - \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \right)}$	
deskový s proměnnou plochou překrytí		$C = \varepsilon \frac{S(x)}{d}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta l} = -\frac{C_{\max}}{l_{\max}} \left(1 + \frac{\Delta d}{d} \right)$	

Principy kapacitních snímačů II

Typ snímače	schema	funkční vztahy	charakteristika
deskový s proměnnou plochou překrytí		$C = \varepsilon \frac{S(x)}{d}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta l} = - \frac{C_{\max}}{l_{\max}} \left[1 + \left(\frac{\Delta d}{d} \right)^2 \right]$	
deskový diferenční s proměnnou plochou překrytí dielektrika		$C = \frac{\varepsilon_1 S}{d_1 + d_2} \left[1 + \frac{l(x)}{l_{\max}} \cdot \frac{1 - \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}{\frac{d_1}{d_2} + \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}} \right]$	
válcový s proměnnou plochou překrytí		$C = \varepsilon \frac{2\pi \cdot l(x)}{\ln \frac{D_2}{D_1}}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta l} = - \frac{C_{\max}}{l_{\max}} \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta d}{d} \right)^2 \right]$	
diferenční s proměnnou plochou překrytí		$C = \varepsilon \frac{S(\alpha)}{d}$	

Měřicí obvody kapacitních senzorů

- Úkol měřících obvodů:
 - ◆ Vyhodnocení kapacity snímače a její převod na napěťový nebo proudový signál úměrný měřené veličině.
- Podmínka správné činnosti kapacitních snímačů:
 - ◆ Minimalizace vlivu parazitních kapacit, které mohou znehodnotit výsledek měření.
 - Nejjednodušší metodou je zkrácení přívodů k měřicímu členu. Pokud to daná aplikace umožňuje, je výhodné použít snímač s integrovaným převodníkem.
- Metody vyhodnocení kapacity snímače:
 - ◆ Můstkové metody - měřicí kondenzátor je zapojen do jedné z větví můstku napájeného harmonickým napětím.
 - ◆ Zpětnovazební obvody - měřicí kondenzátor je součástí děliče zapojeného do zpětné vazby operačního zesilovače.
 - ◆ Rezonanční metody - měřicí kondenzátor je součástí LC obvodu, kapacita se převádí na kmitočet oscilátoru.

Bezkontaktní snímače polohy

- **Výběr vhodného snímače**

- ◆ Nejdůležitějším krokem při výběru snímače zůstává volba správného funkčního principu, u něhož jsou kritickými faktory:
 - materiál snímaného předmětu
 - spínací vzdálenost
 - elektrické připojení
 - cena.
- ◆ **Indukční snímač** je vhodný, pokud je snímaný předmět z **kovu**
- ◆ **Kapacitní snímač** použijeme pro **papír, plast, olej, vodní roztoky, granulát, prášek**, atd.
- ◆ **Magnetický snímač** použijeme tehdy, je - li možné na snímaný předmět přilepit **permanentní magnet**.

U těchto metod je výrazným omezujícím faktorem snímací vzdálenost, která činí maximálně 100 mm. Pro větší vzdálenosti je pak možné volit z dalších metod, jako např. **ultrazvukové, optoelektrické, mikrovlnné**, atd.

Vlastnosti bezkontaktních snímačů

- **Spínací vzdálenost**

- ♦ Spínací vzdálenost udává, při jaké vzdálenosti snímaného předmětu od aktivní plochy snímač změní svůj klidový stav.
- ♦ Je definována pro kolmé přiblížení k aktivní ploše snímače.
- ♦ Pro indukční a kapacitní snímače platí následující závislost:

$$s \leq D / 2$$

kde

s

je spínací vzdálenost

D

je průměr aktivní plochy (čelní strany) snímače

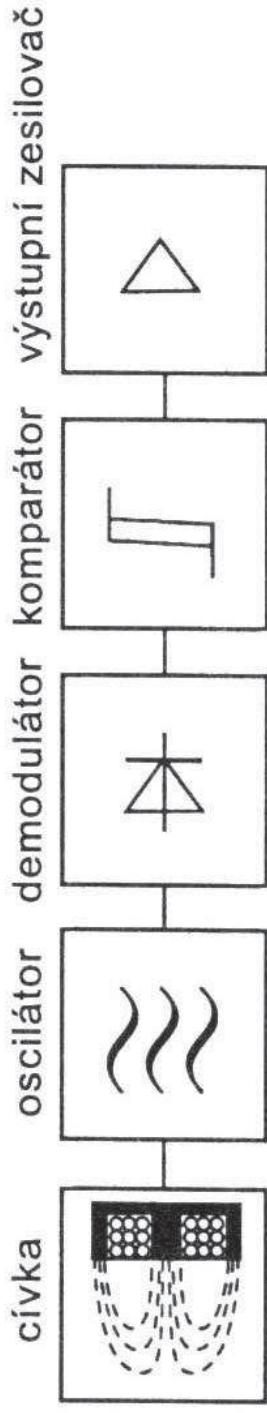
- **Hystereze**

- ♦ Je rozdíl mezi polohou spínacího bodu při přibližování standardizovaného měřícího předmětu k aktivní ploše snímače a jeho polohou při oddalování.

Bezkontaktní indukční snímače

- **Princip činnosti**

- ◆ Rozlad'ování oscilátoru vlivem vířivých proudů po přiblížení kovové clonky k čelu cívky.



- ◆ Oscilátor vyzářuje do osy snímače vf elektromagnetické pole
- ◆ Přiblížením kovového předmětu k čelu cívky v něm vzniknou vířivé proudy
- ◆ Vznik elektromagnetického pole, které tlumí kmitání LC obvodu.
- ◆ Dojde k rozladění oscilátoru, jeho výstupní signál je demodulován
- ◆ Komparátor napětí z demodulátoru porovná s prahovou hodnotu a v případě přítomnosti předmětu přepoklopí obvod.

Parametry indukčních bezkontaktních snímačů

- Spínací vzdálenost S_n
 - ◆ Hodnota S_n se měří normalizovanou clonkou z oceli Fe 360 (ISO 360).
 - ◆ Skutečná spínací vzdálenost $S = S_n \cdot \text{Korekční činitel}$

Material	Korekční činitel
ocel	1,00
měď	0,25 - 0,45
mosaz	0,35 - 0,50
hliník	0,30 - 0,45
ušlechtilá ocel	0,60 - 1,00
nikl	0,65 - 0,75
šedá litina	0,93 - 1,05

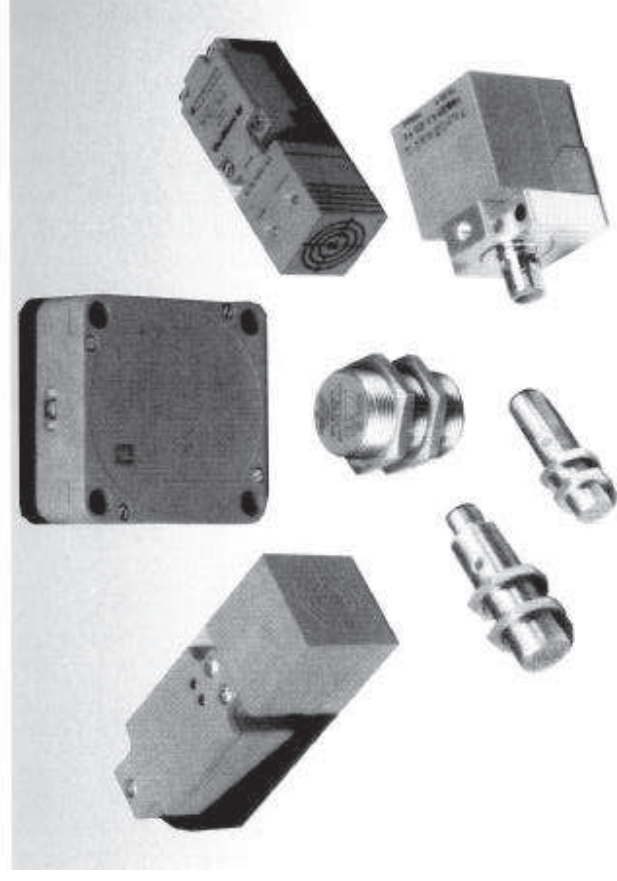
Mechanické provedení

- **Indukční snímače polohy se vyrábí v provedení**

- ◆ válcovém
- ◆ hranolovém
- ◆ štěrbinovém
- ◆ v provedení s kruhovým otvorem.

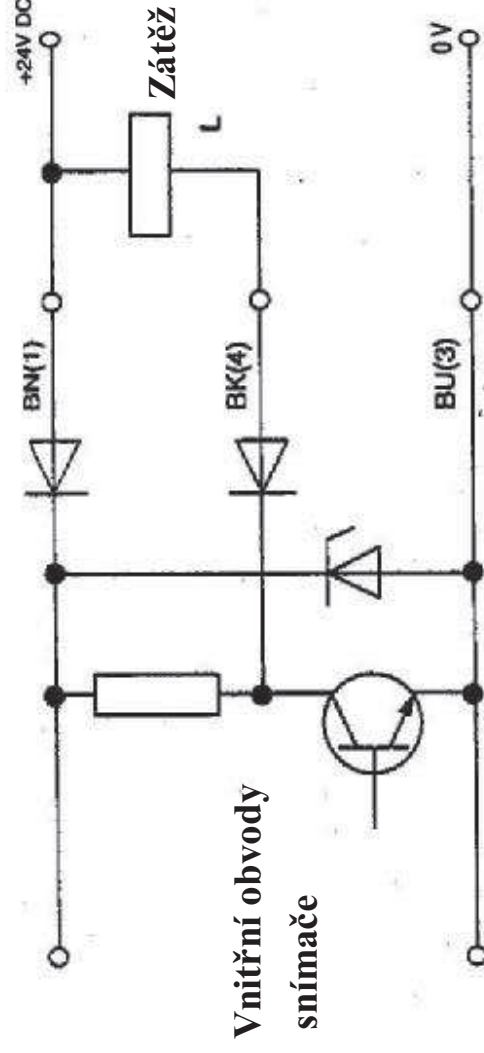
- **Materiál pouzdra a snímací plochy**

- ◆ vysoce jakostní nerezová ocel 303
- ◆ mosaz s povrchovou úpravou niklem nebo teflonem
- ◆ plastické hmoty (Crastin, Ryton, ...)



Elektrické připojení indukčního snímače

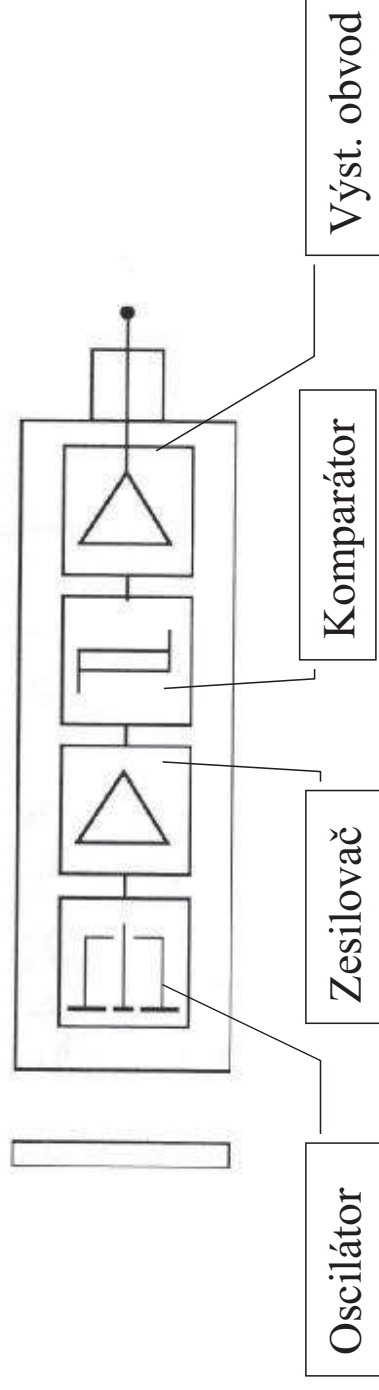
- Indukční snímače polohy se z hlediska výstupního signálu vyrábí v několika modifikacích. Výstupní napětí je většinou stejnosměrné, ale může být i střídavé, jednotlivé snímače se liší úrovní výstupního napětí.
- Do elektrického obvodu se nejčastěji zapojují dvěmi nebo třemi vodiči. U třívodičového zapojení rozlišujeme, zda zátěž (např. vstup programovatelného automatu) bude zapojena proti společnému kladnému (NPN) nebo zápornému (PNP) vodiči.



Bezkontaktní kapacitní snímače

- **Snímač je složen ze čtyř funkčních bloků:**

- ◆ Dvě snímací elektrody - kondenzátor se základní kapacitou C
- ◆ RC oscilátor - měřicí kondenzátor je součástí RC oscilátoru
- ◆ Komparační spínací obvod
- ◆ Výstupní obvod



- **Použití kapacitních snímačů**

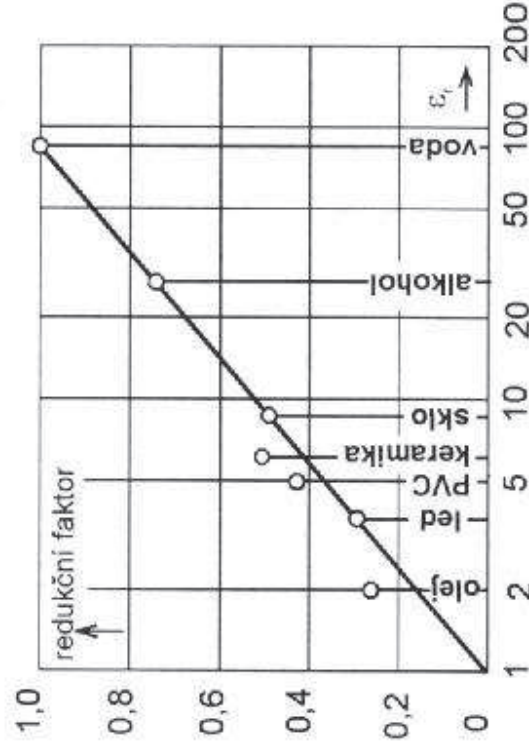
- ◆ papír, plast, olej, vodní roztoky, granulát prášek, atd.

Kapacitní snímače - redukční faktor

- Spínací vzdálenost pro předmět z určitého materiálu je dána:

$$S = S_n \cdot RF$$

- ♦ S spínací vzdálenost
- ♦ S_n jmenovitá spínací vzdálenost (údaj výrobce)
- ♦ RF redukční faktor



Příklad:

Kapacitní snímač s jmenovitou spínací vzdáleností 10 mm bude použit pro detekci skleněných předmětů. Určete skutečnou spínací vzdálenost.

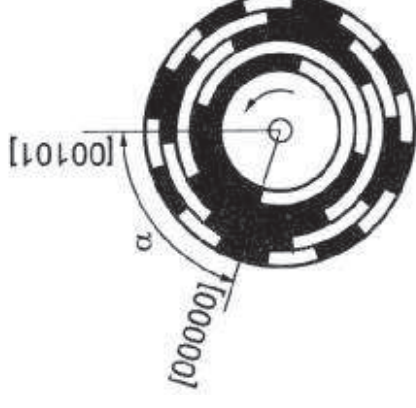
$$S = S_n \cdot RF = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ mm}$$

Optické snímače polohy

- **Princip**
 - ♦ optických snímačů polohy spočívá v modifikaci světelného toku mezi vysílačem a přijímačem polohou snímaného předmětu a následném převodu na elektrickou veličinu.
- **Rozdělení:**
 - ♦ Podle způsobu odměřování se dělí na:
 - ♦ Absolutní poloha je měřena vzhledem k referenčnímu bodu
 - ♦ Inkrementální poloha je měřena vůči předchozímu bodu
 - ♦ Limitní poloha je vyhodnocována dvouhodnotově

Optické absolutní snímače polohy

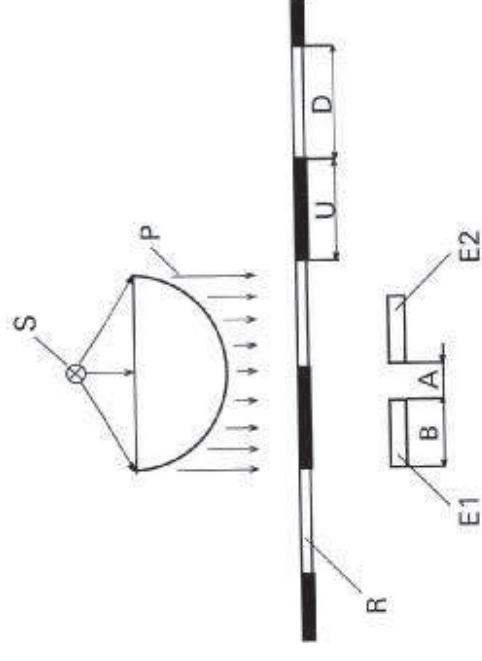
- **Princip:**
 - ♦ Modifikace světelného toku skleněným kotoučkem se soustřednými stopami s průhlednými a neprůhlednými plochami kódovanými v Grayově kódu.
- **Výstupní signál:**
 - ♦ digitální slovo (šířka=počet stop), které reprezentuje polohu (úhlovou hodnotu) vztahenou k referenčnímu bodu.
- **Rozlišovací schopnost**
 - ♦ $\Delta\alpha = 360/2^p$ [°] p počet stop
- **Výhody**
 - ♦ poloha je určitelná v kterémkoli okamžiku
 - ♦ necitlivost na poruchy
- **Nevýhody**
 - ♦ vyšší cena
 - ♦ nákladné příslušenství pro zpracování měřených dat, přenos a vyhodnocení



Optické inkrementální snímače polohy

- **Princip:**

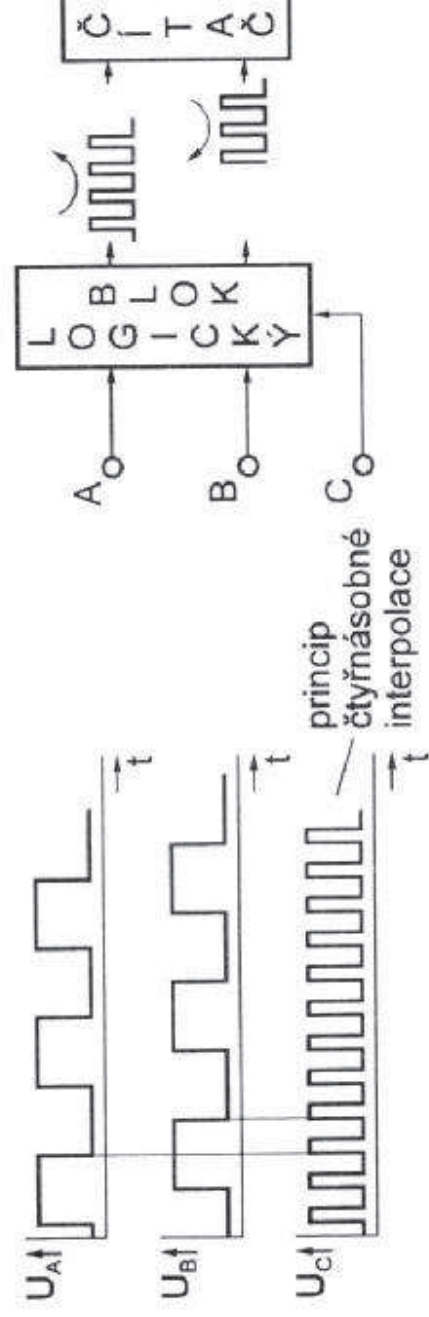
- ◆ Minimální konfigurace obsahuje jeden světelný zdroj, rotující disk s průhlednými a neprůhlednými dílky, dvě snímací jednotky a vyhodnocovací logické obvody.
- ◆ Světelný tok zdroje S (Ga-As-LED) upravený nastříknutou čočkou P prochází rastrem R ke dvěma snímacím fotodiódám E1, a E2.
- ◆ Fázový posun UA, UB (90°) je nutný pro vyhodnocení směru pohybu.
- ◆ Větší rozlišovací schopnosti snímače dosáhneme přidáním pevného optického rastru a využitím noniového jevu.



Vyhodnocovací obvody inkrementálních snímačů

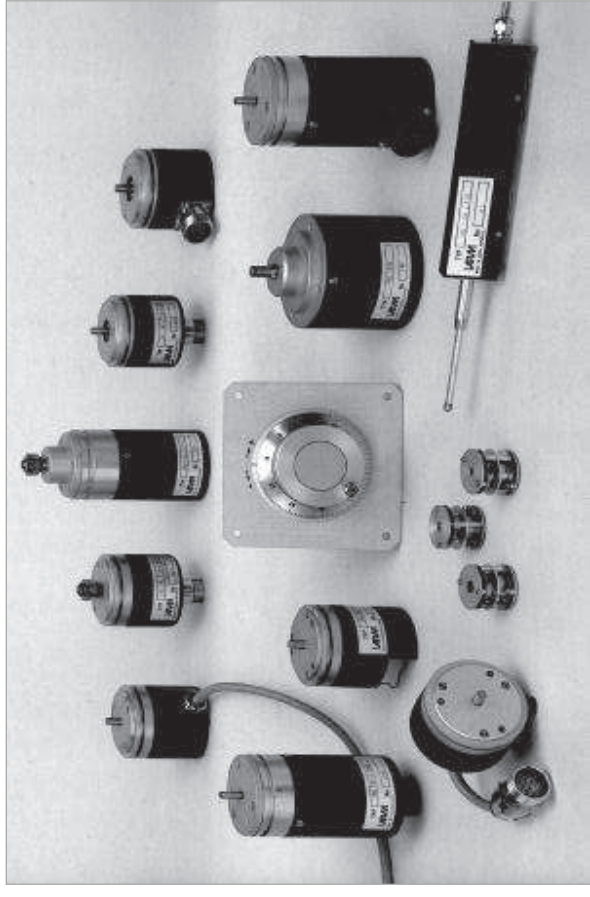
- **Vyhodnocení signálu**

- ◆ Signál z fotodiod je upraven interními tvarovacími obvody
- ◆ Počet impulsů nese informaci o poloze
- ◆ Sekvence signálů U_A , U_B nese informaci o směru pohybu
- ◆ Rozlišovací schopnost snímače lze zvýšit elektronicky
- ◆ Referenční značka jednou za otáčku dodává přídatný referenční impuls.
- ◆ Inverzní kanály zvyšují spolehlivost snímačů



Provedení inkrementálních snímačů

- **Rotační**
- **Lineární**
 - ◆ snímací kotoučky jsou nahrazeny lineárními optickými rastry (posuvné měřítko a pevný jezdec)
- **Měřicí krok**
 - ◆ je dán počtem segmentových dílků na rotujícím dělicím disku (50 až 36 000) a vyhodnocovací schopností elektronických obvodů. (Dělení disku se provádí fotolitografickou technologií podobně jako u integrovaných polovodičových součástek.)



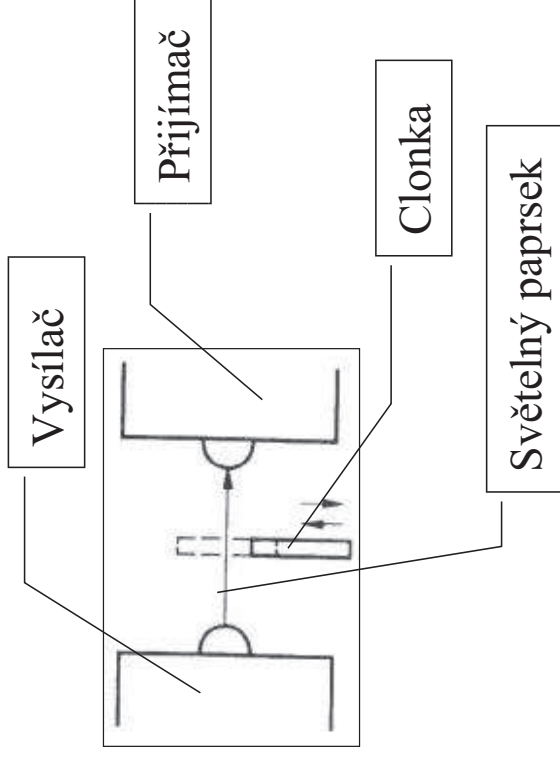
Inkrementální snímače LARM Netolice

Optické limitní snímače polohy

- **Základní vlastnosti**
 - ◆ Binární výstup
 - ◆ Bezdotykové snímače
 - ◆ Necitlivost na elektromagnetická a jiná pole
 - ◆ Intrinsická bezpečnost, umožňující použití ve výbušném prostředí.
- **Přehled způsobů snímání u optoelektron. systémů podle DIN 44 030**
 - ◆ Jednocestné systémy
 - přijímače cizího záření, které neobsahují vysílač
 - světelná závora s odděleným zdrojem a přijímačem záření
 - světelná mříž, sestavená z několika sériových světelných závor
 - světelná záclona, pracující s jedním zdrojem a jedním přijímačem záření, mezi nimi je soustavou zrcadel vytvořena síť paprsků
 - ◆ reflexní systémy
 - reflexní světelná závora
 - reflexní světelná mříž
 - reflexní světelná záclona
 - ◆ snímání (ohledávací) systémy

Jednocestné systémy

- **Světelná závora**
 - ◆ Vysílač
 - nekoherentní, či laserová dioda vyzářující ve viditelné nebo infračervené oblasti
 - ◆ Přijímač
 - detekce dopadajícího záření, vyhodnocení, odlišení záření vysílače a světlo dopadající z okolí
 - fotodioda, fototransistor, či složitější optron, jehož citlivost odpovídá vlnové délce vysílače.

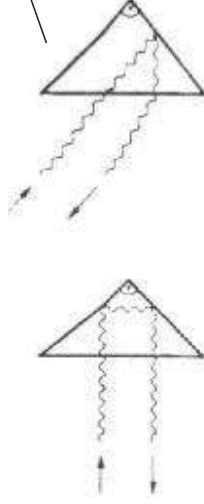
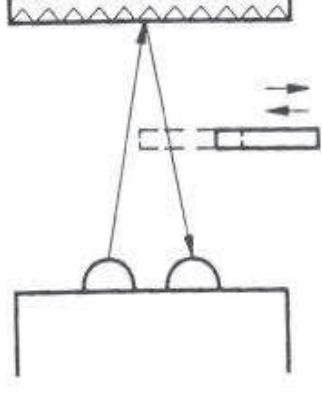


- **Optická mříž**
 - ◆ Kombinace více světelných závor a jejich logické propojením
 - ◆ Hlídá plochu mezi vysílačem a přijímačem
- **Světelná záclona**
 - ◆ Záření jednoho vysílače vede po odrazu od soustavy zrcadel po různých dráhách, než dospěje k přijímači.

Reflexní a snímací systémy

- **Světelná závora**

- ◆ Vysílač i přijímač světla jsou konstrukčně spojeny do jedné jednotky
- ◆ Na opačné straně sledovaného prostoru je umístěno zrcadlo
- ◆ Zrcadlo musí zaručit správný zpětný odraz i při svém náklonu



Funkce trojitého zrcadla

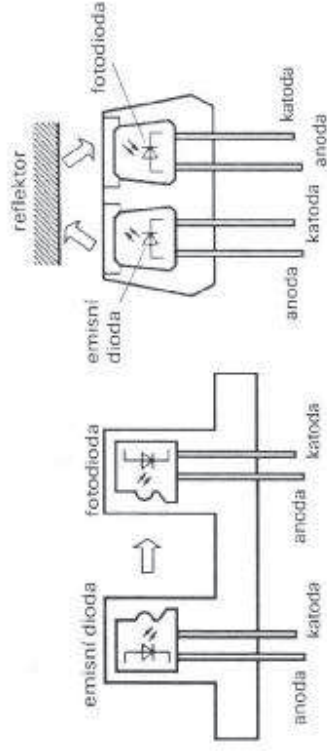
Reflexní plocha je složena z trojzrcátek, tvořených třemi navzájem kolnými rovinami (roh krychle).

- **Snímací (ohledávací) systémy**

- ◆ Jsou podobné reflexním systémům
- ◆ Světelný paprsek je místo zrcadlem odražen předmětem
- ◆ Odraz je difúzní a odražená je jen část dopadajícího záření.
- ◆ Ohledávací systém tedy musí pracovat s větším výkonem než reflexní.

Provedení a použití optických systémů

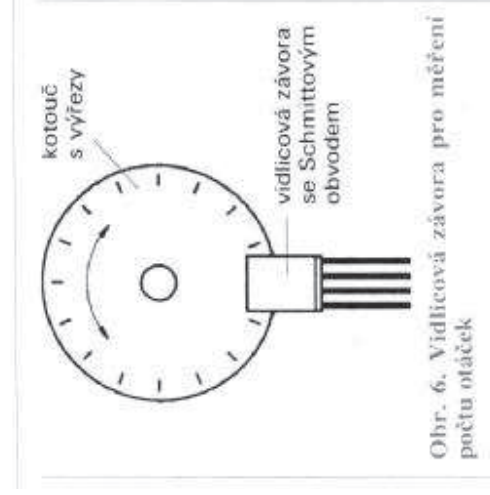
Provedení optických snímačů



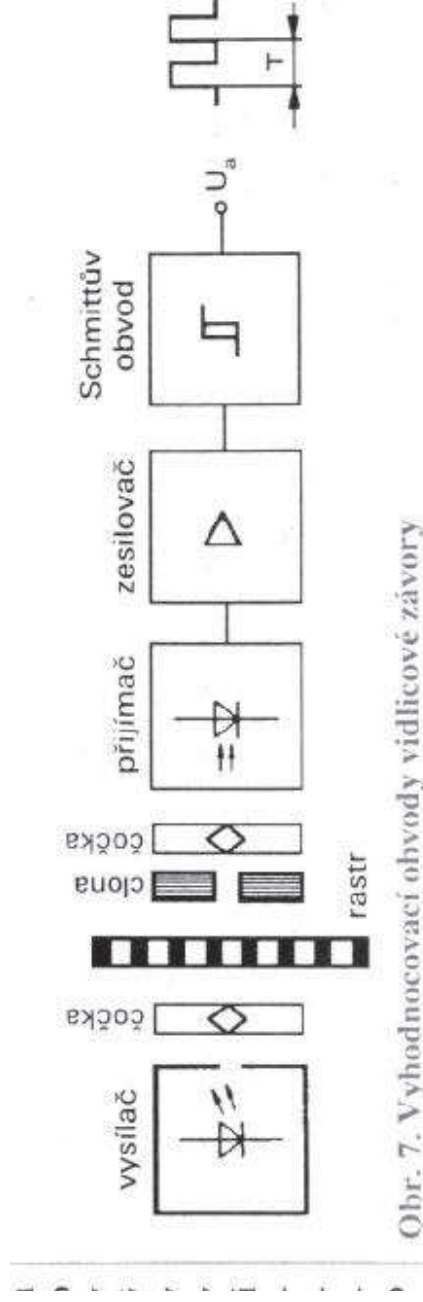
Světelná závora

Reflexní snímač

Měření otáček



Obr. 6. Vidlicová závora pro měření počtu otáček

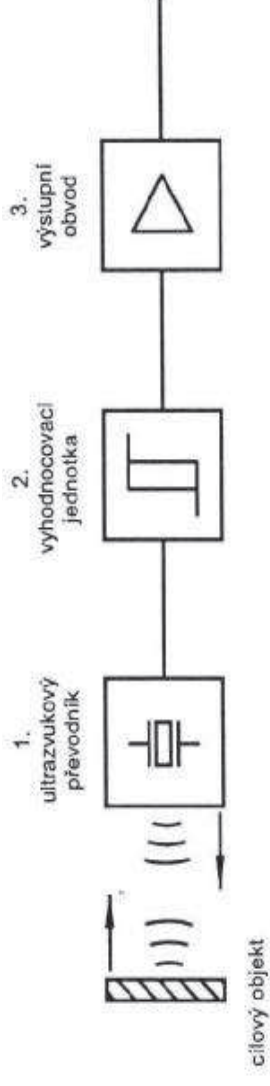


Obr. 7. Vyhodnocovací obvody vidlicové závory

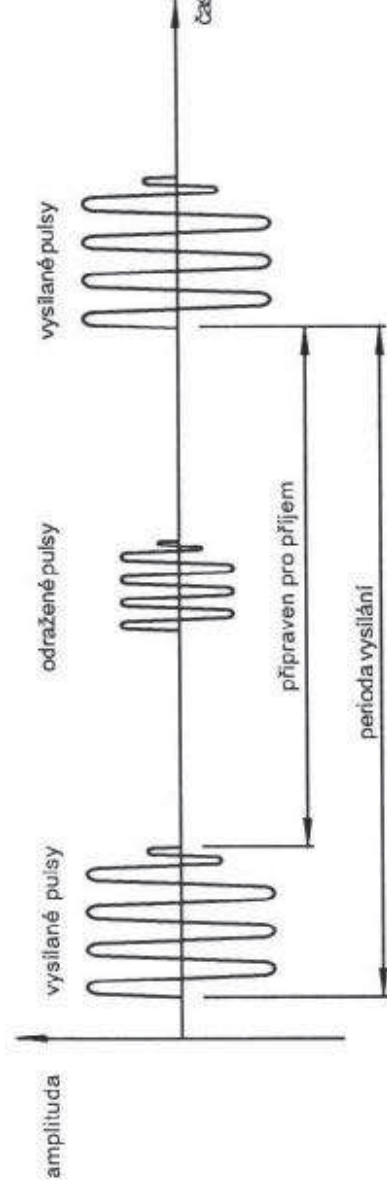
Ultrazvukové snímače polohy

- **Princip**

- ♦ Ultrazvukové snímače pracují na principu odrazu ultrazvukových pulsů od detekovaného objektu



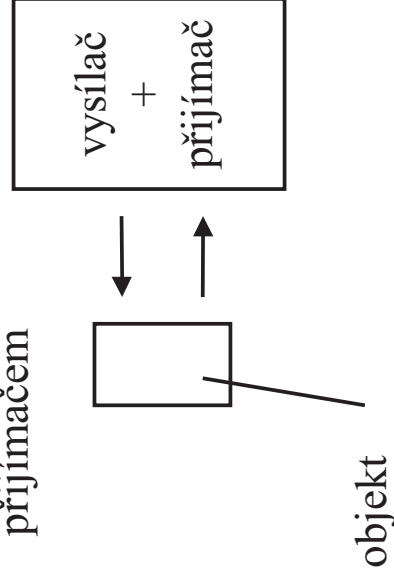
- ♦ Ultrazvukový převodník (kombinovaný vysílač/přijímač) vyšle krátký zvukový puls
- ♦ Přepne se do přijímacího režimu a je vyhodnocován přijatý ultrazvukový puls, u kterého se nejdříve zjišťuje zda opravdu jde o echo vyslaného signálu.
- ♦ Na základě délky intervalu "vyslaný puls - echo" je odvozeno, zda předmět leží v nastaveném rozmezí



Typy ultrazvukových snímačů

- **Jednohlavové systémy**

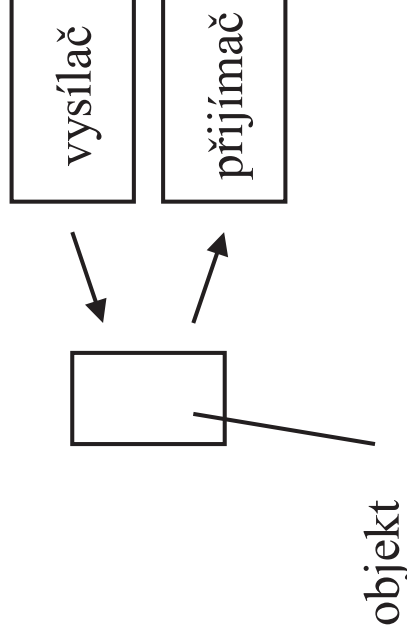
- ◆ Snímače pro přímou detekci s kombinovaným vysílačem a přijímačem



objekt

- **Dvouhlavové systémy**

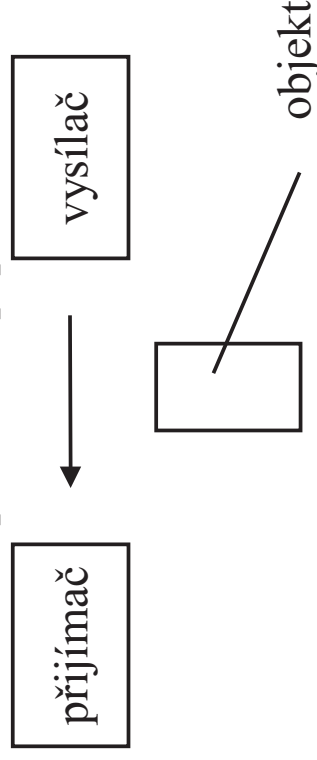
- ◆ Snímače pro přímou detekci s děleným přijímačem a vysílačem



objekt

- **Ultrazvukové závory**

- ◆ Snímače s průchozím paprskem



objekt

Ultrazvukové snímače - dokončení

● Vyhodnocovací obvody

- ♦ Generování výstupního signálu, nesoucího informaci o měřeném předmětu
- ♦ Snímače s odděleným vysílačem a přijímačem (typ b a c) jsou zpravidla bez vyhodnocovací elektroniky - samostatně vyhodnocovací jednotky
- ♦ Snímače se zabudovanou vyhodnocovací jednotkou
 - analogový výstup
 - dvoustavový výstup
- ♦ Analogové snímače
 - proudová smyčka 4 ... 20 mA
 - napěťový výstup 0 ... 10 V
- ♦ Rozsah analogového signálu, příp. spínací úrovně dvoustavových výstupů se nastavuje dvěma potenciometry nebo tzv. učící elektrodou

● Detekované objekty

- ♦ Předměty vhodné pro detekci
 - všechny tuhé a kapalné látky a všechny sypké materiály (písek, štěrk, kamení,...)
 - tvar a barva odrazné plochy jsou libovolné (min. odrazová plocha dle katalogu)
 - detekované předměty mohou mít rovněž válcový či vypouklý nebo vydutý tvar.
- ♦ Předměty nevhodné pro detekci
 - materiály se špatnou odrazivostí zvuku (pěnová guma, vysoká vrstva pěny na hladině kapaliny, jemná bavlna a vata..)