

Snímače polohy

Snímače kinematických veličin poskytují informaci o fyzikálních veličinách řízeného procesu odvozených od mechanického pohybu. Rozdělujeme je podle těchto kritérií:

- druh měřené veličiny – snímače polohy, rychlosti, zrychlení, kmitavého pohybu,
- princip činnosti - snímače mechanické, odporové, kapacitní, indukčnostní, indukční, magnetické, optické, ultrazvukové, pneumatické,
- průběh výstupního signálu -snímače spojité a nespojité (limitní, číslicové)
- způsob odměřování - snímače absolutní, přírůstkové, kombinované.

Snímače polohy

Odporové snímače polohy spojité

Základem spojitých odporových snímačů polohy jsou odporové potenciometry, jejichž běžec posouvající se po odporové dráze je mechanicky spojen s předmětem, jehož polohu odměřujeme. Dráha je realizována na nosné izolační podložce, na které je buď navinuly smaltovaný drát (manganin, PtIr), po jehož vyleštěné části se pohybuje kontakt, nebo nekovový odporový element tvořený nejčastěji vodivým plastem CP (Conductive Plastic - vodivé plnidlo zalísované v termoplastu), jejichž předností je vysoká rozlišovací schopnost a velká životnost. Drátové potenciometry vykazují větší robustnost a elektrickou zatížitelnost. Výhody obou pak spojuje hybridní technologie, která je použita u některých druhů víceotáčkových potenciometrů. Jezdec se vyrábí ze speciálních slitin (PtIr, AgPd). U elektrolytických, snímačů je sběrač vytvořen rtuťovým zkratem části odporové dráhy, odpadají problémy s přechodové odporem, nevýhodou je větší přestavný moment.

Vlastnosti odporových potenciometrů jsou dány třídou přesnosti, rozlišovací schopností, linearitou, životností, teplotním koeficientem odporu a šumem.

Rozlišovací schopnost udává spolehlivě rozlišitelný délkový (resp. úhlový) inkrement (přírůstek) odporu potenciometrů. Nejvyšší rozlišení mají potenciometry vrstevové (až 0,01 % rozsahu), u vinutých potenciometrů je rozlišení dáno skokovou změnou odporu při pohybu jezdce mezi sousedními závity provedenými z kalibrovaného drátu s průměrem asi 0,03 mm.

Linearita udává největší odchylku výstupního napětí od vztahné přímky a uvádí se v procentech napájecího napětí. Otočné potenciometry s větším průměrem nebo víceotáčkové (vinutí je ve tvaru závin dosahují linearity až 0,002 %, posuvné potenciometry dosahují linearitu v mezích 0,05 -h 0,1%. U drátových potenciometrů se při střídavém napájení linearita zhoršuje, protože snímač se chová jako komplexní impedance složená z odporu, indukčnosti vinutí a kapacit mezi závity. Bez zhoršení vlastností, lze provozovat pro kmitočty řádu jednotek kHz, víceotáčkové stovky Hz. Linearitu je možné zlepšit zapojením paralelních odporů na vyvedené odbočky vinutí.

Životnost je definována jako počet přeběhů dráhy při zadaných provozních podmínkách a při dodržení provozních vlastností v příslušných mezích. Životnost vinutých potenciometrů je řádově 106, hybridních 107 a vrstevových z vodivých plastů 108 přeběhů.

Teplotní koeficient odporu (jen pro drátové potenciometry) je dán největší poměrnou změnou odporu odpovídající stoupanutí teploty o 1°C v celém rozsahu provozních teplot.

Šum potenciometru vzniká změnou přechodového odporu při pohybu jezdce po vinutí a je způsoben mechanickými i elektrickými efekty (nečistoty, vlhkost, nastavení na stálou polohu). U vinutých potenciometrů mohou být způsobeny i odskakováním jezdce.

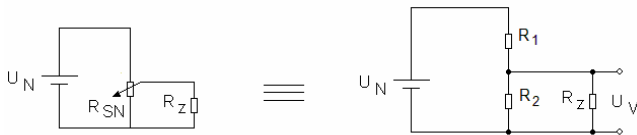
Vyhodnocovací obvody odporových snímačů polohy

Odporový snímač polohy pracuje jako napěťový dělič s dělicím poměrem určeným měřenou polohou. Vyhodnocovací obvody proto stanovují změnu napětí (proudu) obvodu odporového snímače standardními výhylkovými nebo nulovými (můstkovými) metodami používanými při měření odporů.

výhylkové metody

Pro určení závislosti výstupního napětí U_V na poloze jezdce zavedeme místo absolutní polohy jezdce x poměrnou veličinu $\alpha = x/x_{MAX}$, jejíž hodnoty jsou v intervalu $I \equiv < 0,1 >$. Jezdcem v poloze označené x je odpor snímače R_{SN} proporcionalně rozdělen na dvě části - $R_2 = \alpha \cdot R_{SN}$ a $R_1 = (1 - \alpha) \cdot R_{SN}$. Jestliže označíme zatěžovací odpor R_Z a tzv. činitel zatížení $z = R_Z/R_{SN}$ - bude výstupní napětí snímače U_V na paralelně zapojených odporech R_2 , R_Z dle schématu na obr. 3.17 dáno výrazem:

$$\frac{U_V}{U_N} = \frac{\alpha}{1 + \frac{(1-\alpha) \cdot \alpha}{z}}$$



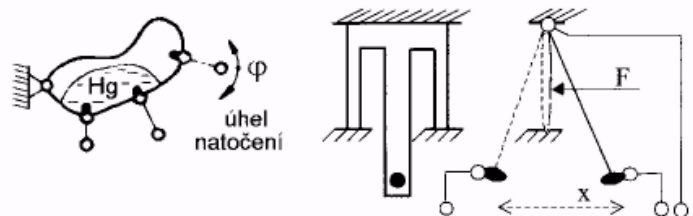
obr. 3.17 potenciometrické zapojení odporového snímače polohy

Odporové snímače polohy nespojitě

Převádějí změnu polohy sledovaného objektu na skokovou změnu odporu způsobenou přepínáním kontaktů, takže jejich výstupní signál je logického typu (zapnuto - vypnuto). Podle mechanismu ovládní kontaktů se dělí na:

- mechanické
- magnetické

Mechanicky ovládané snímače jsou příkladem dotkových snímačů, u nichž mechanickým pohybem dochází ke skokové změně odporu přepínáním kontaktu (planžetové pružinky, rtuťové spínače apod. — obr. 3.21). Mechanické spínače se používají k měření polohy pohybujících se částí různých technických zařízení, kde jsou součástí tzv. koncových spínačů, další aplikace jsou uvedeny v popisu snímání tlaku, hladiny a teploty.



Obr. 3.21 Mříkové přepínače

Magneticky ovládané snímače tvoří skupinu prvků, k nimž patří jazýčkové relé a Wiegandův snímač. Další snímače magnetických veličin (magnetorezistor, magnetodioda, magnetotranzistor a Hallova sonda).

Kapacitní snímače polohy

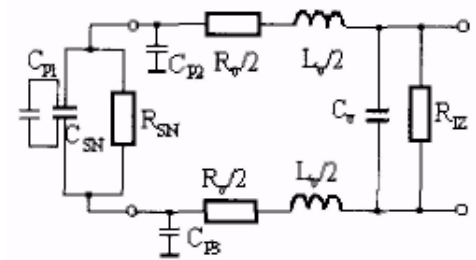
Metoda využívá převod měřené veličiny na změnu parametru určujícího kapacitu kondenzátoru. Ta je dána geometrií elektrod a permitivitou ϵ prostoru, v němž se uzavírá elektrické pole. V případě deskového kondenzátoru platí pro kapacitu vztah:

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_R \cdot \frac{S}{d} \quad (3.11)$$

Z něhož vyplývá, že pro vyhodnocení změn kapacity C kondenzátoru lze využít změnu vzdálenosti elektrod d , změnu účinné plochy překrytí elektrod S nebo změnu poměrné permitivity dielektrika ϵ_r . Permitivita vakua je označena ϵ_0 . Přehled principů kapacitních snímačů polohy, funkčních vztahů a jim odpovídajících charakteristik je znázorněn v tab. 3.1. Náhradní schéma obvodu s kapacitním snímačem je na obr. 3.25. Obsahuje kromě vlastní kapacity snímače C_{SN} paralelní odpor R_{SN} , reprezentující svod kondenzátoru, a dále parametry vedení, tj. odpor R_v , indukčnost L_v , izolační odpor R_{IZ} a kapacitu C_v . Aby nedocházelo k ovlivňování signálu snímače změnou parametrů vedení (teplota, vlhkost, délka), musí pro impedance platit nerovnosti:

$$R_v \cdot \omega \cdot L_v \ll \frac{1}{\omega \cdot C_{SN}} \ll R_{IZ}, \frac{1}{\omega \cdot C_v}$$

Kapacita snímačů bývá řádově jednotky až stovky pF, takže je srovnatelná s kapacitou kabelu C_K . Jeho vliv je proto třeba maximálně potlačit jednak pro zvětšení citlivosti $\Delta C/C_{SN}$ (zvětšuje neproměnnou kapacitu), jednak pro omezení vlivu jeho změn ΔC_K , které představují parazitní signál. Při použití síťového kmitočtu dosahuje reaktance snímače ($X_c = 1/2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 1/2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 10^{-10} \approx 3 \cdot 10^7$) hodnoty řádově až desítky $M\Omega$, takže by bylo nutné použít citlivé vyhodnocovací obvody. Napájecí napětí se proto volí s frekvencí řádově alespoň jednotky kHz, jejich amplituda je omezena průrazem mezi elektrodami, případný zkratový proud se omezuje sériovou impedancí.



Obr. 3.25 Náhradní schéma obvodu kapacitního snímače

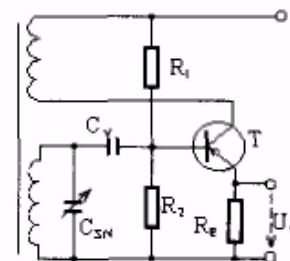
Typ snímače	Schéma	Funkční vztah	Charakteristika
deskový jednoduchý s proměnnou mezerou		$C = \varepsilon \cdot \frac{S}{d(x)}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta d} \cong \frac{C}{d} \left(1 - \frac{\Delta d}{d}\right)$	
deskový diferenční s proměnnou mezerou		$C_1 = \varepsilon \frac{S}{d(x)}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta d} \cong \frac{C}{d} \left(1 + 2 \cdot \left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2\right)$ $C_2 = \varepsilon \frac{S}{d(x)}$	
deskový s vrstvou dielektrika s proměnnou mezerou		$C = \frac{\varepsilon_1 \cdot S}{d_1(x) + \frac{d_2 \varepsilon_1}{\varepsilon_2}}; \quad N = \frac{\varepsilon_2 \cdot (d_1 + d_2)}{\varepsilon_2 \cdot d_1 + \varepsilon_1 \cdot d_2}$ $\frac{\Delta C}{C} = - \frac{\Delta d_1}{d_1 + d_2} \cdot \frac{1}{N - \frac{\Delta d_1}{d_1 + d_2}}$	
deskový s proměnnou tloušťkou dielektrika		$C = \frac{\varepsilon_1 \cdot S}{d_0 - d_1(x) \left(1 - \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}\right)}$	
deskový s proměnnou plochou překrytí		$C = \varepsilon \cdot \frac{S(x)}{d}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta l} \cong \frac{C_{\max}}{l_{\max}} \left(1 + \frac{\Delta d}{d}\right)$	
		$C = \varepsilon \cdot \frac{S(x)}{d}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta l} \cong \frac{C_{\max}}{l_{\max}} \left[1 + \left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2\right]$	
deskový diferenční s proměnnou plochou překrytí dielektrika		$C = \frac{\varepsilon_1 \cdot S}{d_1 + d_2} \left[1 + \frac{l(x)}{l_{\max}} \cdot \frac{1 - \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}{\frac{d_1}{d_2} + \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}\right]$	
válcový s proměnnou plochou překrytí		$C = \varepsilon \frac{2\pi \cdot l(x)}{\ln \frac{D_1}{D_2}}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta l} \cong \frac{C_{\max}}{l_{\max}} \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2\right]$	
diferenční s proměnnou plochou překrytí		$C = \varepsilon \cdot \frac{S(\alpha)}{d}$	

Tab. III-1 Principy, funkční vztahy a charakteristiky kapacitních snímačů polohy

Indukční snímače polohy

Nespojité kapacitní snímače polohy pracují na principu vyhodnocování kmitů oscilačního RC obvodu. Vniknutím předmětu (vodivého i nevodivého) do elektrostatického pole kondenzátoru se mění kapacita oscilačního obvodu a tím amplituda jeho kmitů. Jejím dvouhodnotovým vyhodnocením se získá logický signál o přítomnosti předmětu v aktivní zóně snímače. Výhodou proti indukčnostním snímačům tohoto typu je větší spínací vzdálenost. Elektricky ji lze zmenšením citlivosti zmenšit, čímž se dosáhne toho, že snímač určité předměty neindikuje. Nevýhodou je vliv vlhkosti aktivní plochy, který může způsobit i nežádoucí sepnutí, takže snímače vyžadují kompenzaci vlhkosti.

Kapacitní snímače jsou konstrukčně jednoduché, snadno montovatelné, citlivé a vzhledem k vysokým kmitočtům napájecích napětí dostatečně rychlé. Kromě měření polohy a s tím souvisejících měření např. tloušťky materiálu se používají k měření zrychlení v protinázorovém automobilovém systému „air-bag“ (obr. 3.80), síly, tlaku (obr. 3.106), hladiny (obr. 3.140), vlhkosti (obr. 3.180), vodivosti kapalin a dalších veličin.

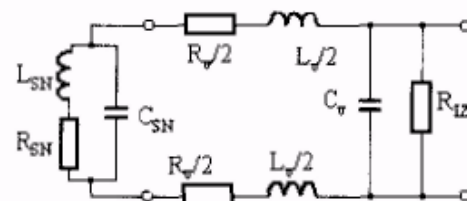


Obr. 3.30
Oscilační obvod LC

Indukčnostní snímače polohy

Princip indukčnostních snímačů polohy spočívá v převodu polohy na změnu vlastní indukčnosti L cívky (tlumivkové snímače), případně vzájemné indukčnosti M dvou cívek (transformátorové snímače). Rozdělení indukčnostních snímačů podle uspořádání magnetického obvodu se provádí do čtyř skupin:

1. snímače s uzavřeným magnetickým obvodem, I
2. snímače s otevřeným magnetickým obvodem, I
3. snímače s potlačeným magnetickým polem (s aplikací vířivých proudů),
4. snímače bez feromagnetika.



Obr. 3.31
Náhradní schéma obvodu indukčnostního snímače

Snímací prvky mohou být v provedení jednoduchém nebo diferenciálním s výstupním signálem spojitým nebo nespojitým. Měřicí element indukčnostních snímačů polohy může působit na vstupu do cívky nebo na jádro.

Elektrické náhradní schéma obvodu s indukčnostním snímačem je nakresleno na obr. 3.31. Kromě indukčnosti L_{SN} představuje vinutí snímače odpor R_{SN} a kapacitu C_{SN} mezi závity (lze ji zanedbat). Odpor vedle činné složky má složky reprezentující vířivé proudy a ztráty magnetickou hysterezí jádra. Při běžných kmitočtech 5 – 50 kHz platí $\omega L \sim R = 10R$, takže údaj indukčního snímače je závislý na kmitočtu. Pro dynamická měření je třeba, aby kmitočet napájecího napětí byl zhruba desetinásobkem kmitočtu změny měřené veličiny, s jeho růstem se zhoršuje činitel jakosti Q , tj. zmenšuje se citlivost, takže není vhodné příliš ho zvyšovat. S mořicím obvodem je snímač spojen vedením s odporem R_v , indukčností L_v , kapacitou mezi vodiči C_v a izolačním odporem R_{IZ} . Pro minimalizaci vlivu změn parametrů vedení na výstupní signál snímače musí být jeho reaktance

$$X_L = \omega L_{SN} \text{ navržena tak, aby platilo:}$$

$$R_V, \quad \omega \cdot L_V \ll \omega \cdot L_{SN} \ll R_{IZ}, \quad \frac{1}{\omega \cdot C_V}$$

a) Indukčnostní snímače s uzavřeným magnetickým obvodem

Tlumivkové snímače polohy

Vlastní indukčnost cívek tlumivkových snímačů je staticky definována výrazem:

$$L = \frac{N \cdot \Phi}{I} = \frac{N \cdot F_m}{I \cdot Z_M} = \frac{N^2}{Z_M}$$

V němž byl použit Hopkinsonův zákon, podle kterého pro magnetický tok Φ platí:

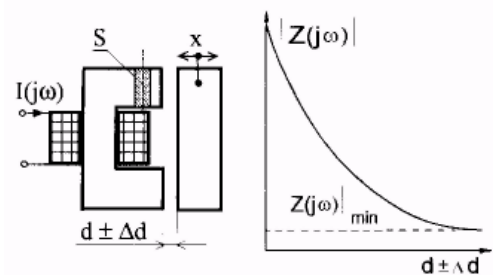
$$L = \frac{F_M}{Z_M} = \frac{N^2 \cdot I}{Z_M}$$

Komplexní magnetická impedance Z_M je dána součtem činné a jalové složky magnetického odporu, tj. lze ji psát ve tvaru:

$$Z_M = R_M + jX_M$$

Pro reálnou složku magnetického odporu R_M platí vztah:

$$R_M = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{\mu_i S_i} = \sum \frac{l_{vz}}{\mu_{vz} S_{vz}} + \sum \frac{l_{mg}}{\mu_{mg} S_{mg}}$$



Obr. 3.32 Indukčnostní snímač s proměnnou délkou vzduchové mezery

I v němž l jsou délky siločar, S průřezy magnetického obvodu a μ je permeabilita prostředí, přičemž indexy znamenají vzduch a magnetikum. Pro komplexní složku X_M platí vztah:

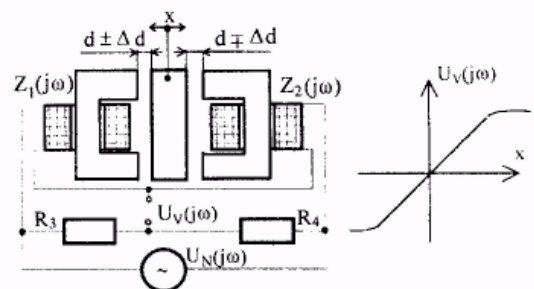
$$X_M = \frac{P_0}{\omega \cdot \Phi^2}$$

Snímače s proměnnou délkou vzduchové mezery

Při zanedbání odporu feromagnetika platí vztah:

$$L = \frac{N^2}{R_M} = \frac{N^2 \cdot \mu_0 \cdot S}{2 \cdot d}$$

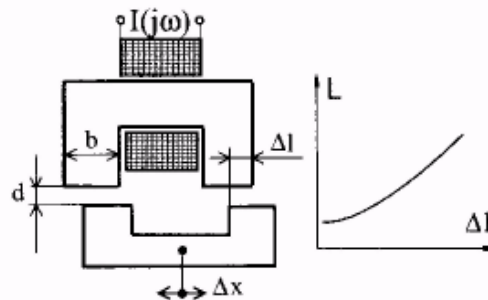
Závislost L na délce vzduchové mezery d je hyperbolická (obr. 3.32), snímač se používá pouze v oblasti malých vzduchových mezer, pro které je převodní charakteristika přibližně lineární. Diferenčním uspořádáním snímače dle obr. 3.33, v němž změny Δd vyvolají změny ΔL opačných znamének se v můstkovém zapojení dosáhne dvojnásobné citlivosti a zmenšení nelinearity.



Obr. 3.33 Diferenční indukčnostní snímač s proměnnou délkou vzduchové mezery

Snímače s proměnnou plochou vzduchové mezery

Používají se pro měření středních velikostí posunů. Schéma uspořádání snímače a převodní charakteristika je na obr. 3.34. Pro indukčnost L opět platí vztah (3.16d), plocha S je z celkového průřezu dána podílem $\Delta l/b$. Vyhovující linearity lze dosáhnout při posuvu Δx a velikosti mezery d výrazně menších než šířka mezery b ($\Delta x \ll b$, $d \ll b$) nebo diferenčním uspořádáním.



Obr. 3.34 Indukční snímač s proměnnou plochou vzduchové mezery

Transformátorové snímače polohy

Vzájemná indukčnost M dvou cívek je staticky definována analogickým způsobem jako vlastní indukčnost L , tj. podílem části magnetického toku Φ_{12} vytvořeného jednou cívkou procházející plochou obepnutou druhou cívkou a proudu, jehož průchodem první cívkou se generuje magnetický tok, tj. platí:

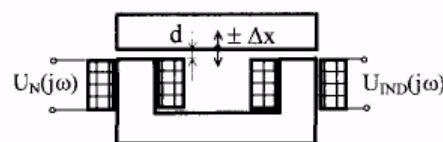
$$M = \frac{\Phi_{12}}{I_1} = \frac{\Phi_{21}}{I_2}$$

Vyhodnocování změny vzájemné indukčnosti využívají transformátorové snímače polohy, jejichž princip lze znázornit obr. 3.35. Jedno vinutí je napájeno střídavým napětím, ve druhém se vlivem změny magnetického odporu R_M a tím toku Φ_{12} a vzájemné indukčnosti M mění indukované napětí, tj. $U_{IND} = f(\Phi_{12})$. Nejčastějším uspořádáním transformátorového snímače je otevřený magnetický obvod s posuvným jádrem a diferenčně zapojenými sekundárními vinutími dle obr. 3.36a. Magnetická vazba mezi primárním a sekundárními vinutími je závislá na poloze jádra spojeného se zařízením, jehož poloha se odměřuje. Při odvození vztahu mezi výstupním napětím naprázdno U_{V0} a posuvem odměřovaného prvku s jádrem, určujícím vzájemné indukčnosti M_1 , M_2 vyjdeme z Ohmová zákona pro vstupní obvod:

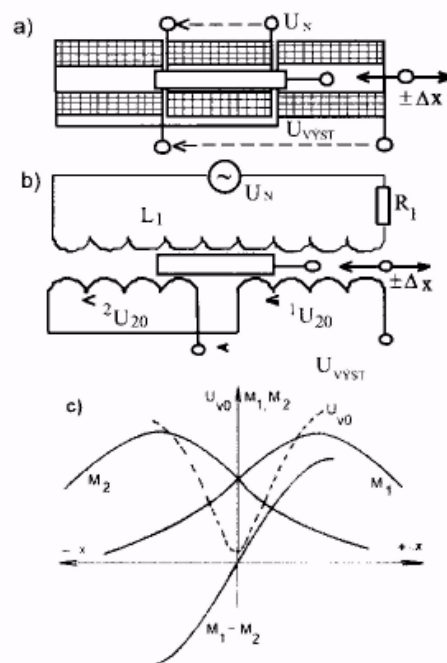
$$u_N = I_1 \cdot (R_1 + j\omega L_1)$$

Indukční snímače polohy

Činnost indukčních snímačů je založena na využití Faradayova zákona pro indukované napětí:



Obr. 3.35 Princip transformátorového snímače polohy



Obr. 3.36 Transformátorový snímač a) princip, b) zapojení, c) charakteristika

$$u_{IND} = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

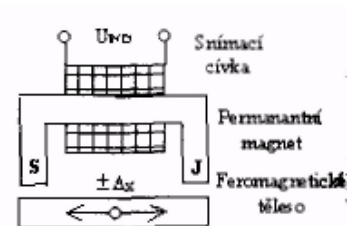
Polohu (resp. rychlost a zrychlení) lze stanovit na základě rychlosti časové změny magnetického toku $d\Phi/dt$ spojeného s N závitů pevné cívky (tzv. snímače s pohyblivým magnetem, elektromagnetické) nebo se pohybem vodičů mění počet závitů N , které jsou v daném časovém okamžiku vázány se stálým magnetickým tokem Φ (tzv. snímače s pohyblivou cívkou, elektrodynamické). Ve srovnání s pasivními indukčnostními snímači jsou proto indukční snímače aktivní.

Elektromagnetické snímače vyhodnocují změnu magnetického toku pomocí změny impedance magnetického obvodu. Princip uspořádání snímače kmitavého pohybu je znázorněn na obr. 3.54. Na jádře permanentního magnetu je nasazena cívka s N závitů. V magnetickém poli se pohybuje ferromagnetický prvek spojený s odměřovaným předmětem. Napětí ve snímací cívce je dáno časovou změnou toku Φ , řízeného magn. odporem R_M vzduchové mezery ($\Phi = F_M/R_M$). Změně její délky či průřezu odpovídá amplituda výstupního napětí. Vzhledem k jednoduchosti elektromagnetických snímačů nevyžadujících vnější napájecí zdroj je jejich hlavní užití při měření rychlosti (zejména otáčivé - obr. 3.66).

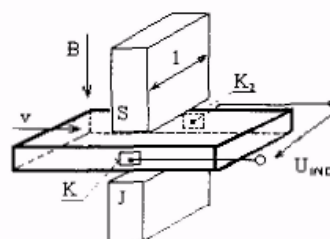
Elektrodynamické snímače využívající pohyb vodiče resp. cívky v magn. poli lze principiálně znázornit obr. 3.55. Pohybuje-li se vodivý pás šířky l v magnetickém poli indukce B . Lze mezi kontakty K_1, K_2 , ve směru kolmém k rovině vektorů rychlosti v a indukce B změřit napětí

$$u_{IND} = B \cdot l \cdot v.$$

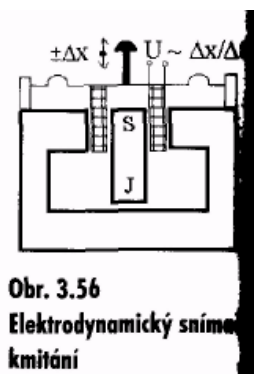
Tento pohyb je využíván u elektrodynamického snímače kmitavého pohybu dle obr. 3.56. Ve vzduchové mezeře magnetického obvodu je na pružné membráně zavěšena cívka, na kterou se prostřednictvím táhla přenáší měřený kmitavý pohyb v rozmezí zdvihů $2 \mu\text{m}$ až 5mm a pásmu frekvencí $1 \text{Hz} - 3 \text{kHz}$. Indukované napětí má stejný průběh jako rychlost pohybu cívky s citlivostí asi 10V/ms^{-1} , speciální snímače pro seismická měření až 10kV/ms^{-1} . Pro stanovení amplitudy kmitů se indukované napětí integruje, zrychlení se určí jeho derivací.



Obr. 3.54
Elektromagnetický snímač kmitavého pohybu



Obr. 3.55
Princip elektrodynamického snímače přímočarého pohybu



Obr. 3.56
Elektrodynamický snímač kmitání

Optické snímače polohy

Užití principů optiky umožňuje konstrukci miniaturních snímačů polohy s vysokou rozlišovací schopností limitovanou jevy při ohybu světla, tj. řádově jednotky μm . Vedle miniaturizace jsou jejich základní předností necitlivost vůči elektromagnetickému rušení a galvanické oddělení měřeného objektu a měřícího obvodu.

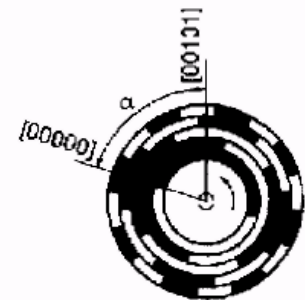
Při přenosu informace optickými vlákny je možné použití v hořlavých a výbušných prostředích. Zdrojem záření jsou luminiscenční nebo laserové polovodičové diody, snímač

prvky (fotodiody, fototranzistory, CCD-snímače). Využívají se tři konstrukční principy - vyhodnocování změny polohy zdroje, zastínění světelného toku mezi zdrojem a detektorem nebo interference zdrojového a odraženého paprsku. Optické snímače polohy dělíme způsobem standardně užívaným při klasifikaci snímačů do dvou skupin:

- a) snímače pro spojitě měření polohy (absolutní nebo inkrementální),
- b) snímače pro nespojitě vyhodnocování (indikaci) polohy.

Optické snímače pro spojitě měření polohy

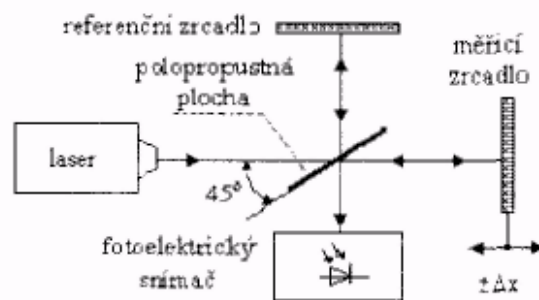
Výstupem **absolutních snímačů** je signál s úplnou informací o poloze tím, že ji definuje vzhledem k referenčnímu bodu. Konstrukční realizací je kódový obrazec (pravítko pro přímočarý pohyb nebo kotouč pro rotační pohyb) se systémem průhledných a neprůhledných ploch znázorněných pro případ rotačního pohybu na obr. 3.57. Jimi prochází světelný tok dopadající na soustavu geometricky přesně uspořádaných snímačů, které vytvoří digitální informaci absolutní poloze měřeného předmětu. Pro představu lze uvést, že kódový kotouč na obr. 3.57 při průměru 10 cm může mít



Obr. 3.57
Absolutní snímač úhlu natočení

až 17 stop, tj. $2^{17}=131072$ rozlišitelných poloh zamezení hazardů při průchodu sousedních stavů je třeba použít bezpečnostní kódy, na obr. 3.57 je použit Grayův (zrcadlový) kód. Na rozdíl od inkrementálních snímačů zde nedochází k akumulaci případných chybových signálů.

Výstupem **inkrementálních (přírůstkových) snímačů** je sled pulzů inkrementujících obsah čítače. Laserový interferometrický snímač (obr. 3.58) pracuje na principu skládání dvou vln – měrné a referenční. Svazek rovnoběžných paprsků dopadá pod úhlem 45° na polopropustnou plochu, od níž se část paprsků odráží k pevnému zrcadlu a část postupuje k pohyblivému zrcadlu spojenému s měřeným objektem. Odražené paprsky se na polopropustné ploše sčítají a vytvářejí interferenční kroužky tak, že při posunu o vlnovou délku záření λ se objeví na výstupu 2 impulzy (skutečné zvětšení dráhy paprsků je $2 \cdot \Delta x$). Citlivost snímačů je proto $\text{impulz}/0,5\lambda$, tj. signál čítače násobený hodnotou $0,5\lambda$ určuje odměřenou vzdálenost. Úpravou optických vlastností záření se docílí rozlišení směru pohybu.



Obr. 3.58 Interferometrický snímač polohy

Prostředí, na němž se část záření odráží zpět do původního prostředí a část prochází do nového prostředí. Totální odraz paprsků nastává, jestliže jejich úhel dopadu dosáhne kritickou hodnotu φ_K , pro kterou platí $\sin \varphi_K = n_2/n_1$. Protože je podíl $n_2/n_1 < 1$, může totální odraz nastat pouze na rozhraní materiálů hustší-řidší (tj. např. sklo-vzduch). Dělení OVS se provádí do dvou základních skupin:

- a) nevlastní (externí) snímače - vyžadují vnější čidlo, vlákno pouze přenáší signály,

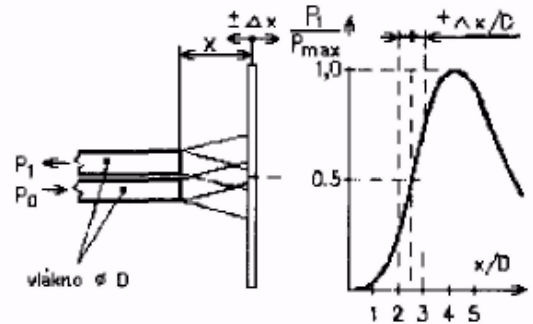
např. snímač polohy clonící světelný tok přiváděný optickými vlákny k optoelektronickému snímači,

- b) Vlastní (interní) snímače - měřená veličina působí přímo na přenosové vlastnosti vlákna (útlum, fáze, index lomu).

Podle způsobu modulace světla rozlišujeme snímače s modulací amplitudovou (tzv. intenzitní), fázovou, polarizační, vlnové délky a časového šíření impulzů.

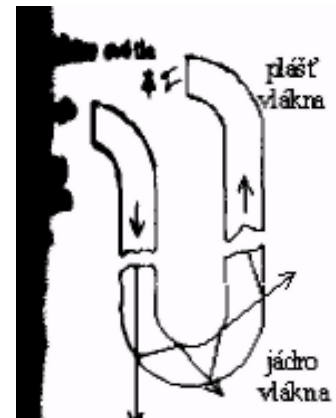
Základní příklad užití OVS znázorňuje reflexní snímač polohy na obr. 3.61, v němž P_0 (P_1) znamenají vysílaný (přijímaný) zářivý tok. Tvar převodní charakteristiky

$P_1/P_{Max} = f(x/D)$ je dán tím, že podíl odraženého světla vysílače v zorném poli přijímače při růstu vzdálenosti x roste, zároveň ale se čtvercem vzdálenosti klesá odražený výkon.



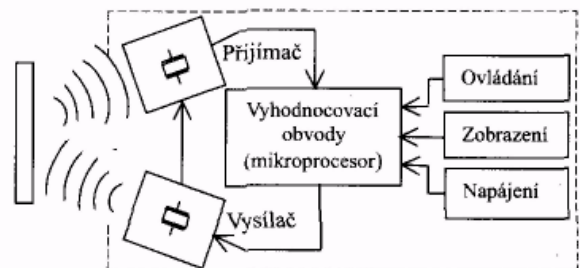
Obr. 3.61 Reflexní OVS polohy

Obr. 3.62 ukazuje příklad použití vláknových světlovodů pro měření výšky hladiny. Měřená veličina (tj. výška hladiny) působí na vlákno a mění jeho optické vlastnosti tak, že v části vlákna, které je zbaveno pláště a ponořeno do kapaliny, dochází v důsledku změny indexu lomu mezi vláknem a kapalinou k vyzařování světelné energie do kapaliny. Tím nastane na výstupu vlákna pokles intenzity záření. Systém lze použít i pro měření složení kapaliny tak, že při konstantním ponoření vláknového snímače je rozptýl a tím ztráta světla úměrná indexu lomu pro směr z vlákna do kapaliny. Měření složení kapaliny je tak převedeno na měření jejího indexu lomu. Další užití OVS např. pro snímání síly (změnou útlumu mikroohyby optického vlákna), úhlové rychlosti (gyroskop s OVS) atd.



Ultrazvukové snímače polohy

Ultrazvukové snímače polohy pracují na principu měření doby, za kterou přijímač detekuje ozvěnu ultrazvukových pulzů generovaných vysílačem a odražených od zaměřovaného objektu. Dva základní funkční bloky proto jsou vysílač ultrazvuku – magnetostrikční měnič pro nízké frekvence (délková změna feromagnetika v magnetickém poli) nebo piezoelektrický měnič pro vysoké frekvence (inverzní piezoelektrický jev) - a přijímač ultrazvuku převádějící odražené mechanické kmity na elektrické. Blokové schéma dle obr. 3.63 dále obsahuje vyhodnocovací obvody, realizované v současnosti na bázi mikroprocesorů (ATMEL 2051), ovládací a zobrazovací prvky.



Obr. 3.63 Blokové schéma ultrazvukového snímače polohy