

27. – Detekce polohy

Induktivní senzory

Převádějí mechanickou veličinu na změnu vlastní nebo vzájemné indukčnosti. Skládají se z jedné nebo více cívek, magnetický obvod může být otevřený nebo uzavřený, s feromagnetickým jádrem nebo bez něho.

Konstrukční provedení

Pro impedanci cívky s N závitů platí:

$$Z = R_{Cu} + j\omega L = R_{Cu} + j\omega \frac{N^2}{R_m + jX_m}$$

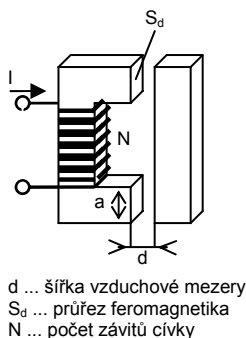
Pro $d/a < 2$ platí:

$$R_m = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{2d}{S_d}$$

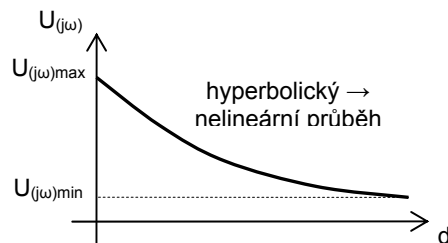
Pro $d/a > 0,1$ a $f \leq 10\text{kHz}$ platí:

$$Z = j\omega \frac{N^2}{R_m} = j\omega \frac{\mu \cdot S_d \cdot N^2}{2 \cdot d}$$

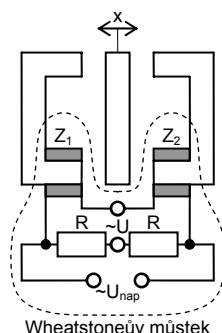
$$\rightarrow Z_{(j\omega)} = f(d) \text{ a tedy } U_{(j\omega)} = f(d)$$



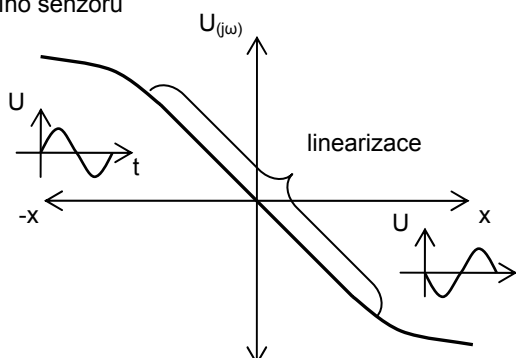
d ... šířka vzduchové mezery
 S_d ... průřez feromagnetika
 N ... počet závitů cívky



Možnost linearizace → diferenční uspořádání induktivního senzoru



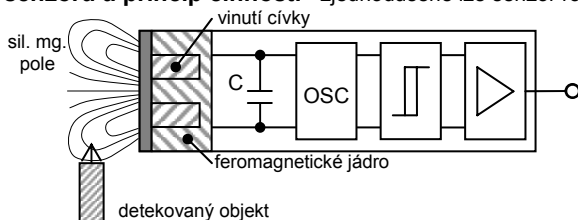
Wheatstoneův můstek



Induktivní senzory na principu vířivých proudů

Používají se ke snímání přítomnosti nebo polohy kovových součástek a částí zařízení. Poskytují informaci o pozici nebo koncové poloze pohyblivé části zařízení nebo mohou být zdrojem impulzů pro počítač používaný ve funkci počítání kusů, měření otáček, měření rychlosti nebo odměřování polohy strojních částí. Ve srovnání s mechanickými spínači se vyznačují téměř neomezenou životností, bezkontaktním způsobem snímání, při kterém nedochází k mechanickému opotřebení, vysokou rychlostí a přesností a vysokou odolností proti vibracím, prachu a vodě.

Struktura senzoru a princip činnosti - zjednodušeně lze senzor rozdělit na: cívku s jádrem, oscilátor, komparátor, koncový stupeň.



	signál z oscilátoru	signál ze vstupu komp.
objekt není detekován		
objekt je detekován		

Princip činnosti senzoru spočívá ve změně impedance cívky přiblížením kovového předmětu k jejímu čelu. Cívka je součástí LC oscilátoru, který po připojení napájecího napětí začne kmitat a vytvoří v el.-mag. pole. Toto pole je soustředěno feritovým jádrem před aktivní plochu senzoru. Jestliže vnikne předmět z elektricky vodivého materiálu před aktivní plochu, působením el.-mag. pole v něm vzniknou vířivé proudy, ty mají rovněž za následek vznik elektromagnetického pole, které působí proti poli budící cívky a způsobuje změnu její impedance. změna impedance cívky se projeví útlumem amplitudy oscilací. Jestliže amplituda poklesne pod hodnotu prahu přepnutí, vyhodnotí komparátor tento stav jako přítomnost objektu a dá signál výstupnímu obvodu ke změně stavu.

Definice parametrů

Spínací vzdálenost – Jmenovitá vzdálenost s_n je za normálních pracovních podmínek získaná hodnota, kdy při přiblížení standardizované destičky k spínací ploše senzoru se změni stav výstupu. Standardizovaná destička je vyrobena z oceli St 37, má tloušťku 1mm a čtvercový tvar s délkou hran odpovídající vnitřnímu průměru senzoru.

Skutečná vzdálenost s_r je zjišťována při teplotě $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ a napájecím napětím v celém svém rozsahu. Platí: $0,9s_n \leq s_r \leq 1,1s_n$. **Použitelná spínací vzdálenost s_u** je zjišťována při teplotě $-25^\circ\text{C} - +70^\circ\text{C}$. Platí: $0,81s_n \leq s_u \leq 1,21s_n$.

Pracovní spínací vzdálenost s_a je vzdálenost, kdy je v celém rozsahu provozních podmínek s vysokou spolehlivostí zajištěno detekování objektu. Platí: $0 \leq s_a \leq 0,81s_n$.

Hystereze H

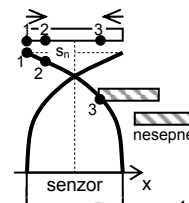
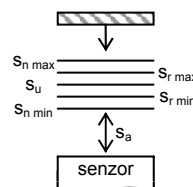
$$W = p_a - p_e \quad \begin{array}{l} p_a - \text{bod rozeprnutí} \\ p_e - \text{bod seprnutí} \end{array}$$

$$H = 100 \cdot W / s_n \quad [\%]$$

Koeficient redukce R – Odlíšnost tvaru, rozměrů a materiálů skutečných objektů oproti standardizované destičce způsobují změnu spínací vzdálenosti. Tato změna je vyjádřena koeficientem redukce, který se měří v intervalu 0...1. U induktivních senzorů je pro jeho určení rozhodující poměr vodivosti/permeability detekovaného objektu. $R = s/s_n$ (s je skutečná spínací vzdálenost). (St 37... $R=1$, Al... $R=0,6$, Cu... $R=0,4$).

Reakční (spínací) charakteristika – Ve skutečnosti nemusí být pohyb detekovaného objektu pouze kolmý k aktivní ploše senzoru. Pro tyto případy se konstruuje obecná přibližovací charakteristika – reakční charakteristika.

Spínací frekvence – Maximální počet přepnutí výstupu senzoru ze seprnutého do rozeprnutého stavu za 1 sekundu.



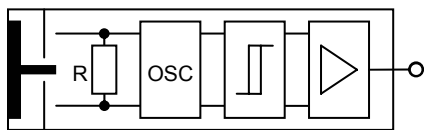
Kapacitní senzory

Kapacitní senzory jsou používány pro detekci nekovových materiálů jako jsou plasty, sklo, dřevo apod. Pracují bez kontaktu s detekovaným objektem a bez vlivu na tento objekt. Jejich nejčastější použití je pro snímání úrovně hladiny tekutin (olej, alkohol, voda...) a sypkých materiálů (cukr, uhlí, obilí...) v zásobnících nebo snímání polohy nekovových předmětů.

Citlivost kapacitního senzoru a tedy i jeho spínací vzdálenost je možné plynule nastavovat víceotáčkovým odporovým trimrem.

Struktura senzoru a princip činnosti

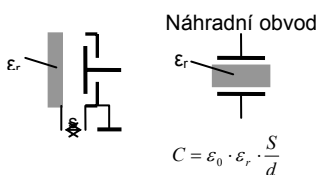
Zjednodušeně lze senzor rozdělit na: snímací kondenzátor, oscilátor, komparátor, koncový stupeň.



Přiblížením snímaného předmětu k aktivní části senzoru dochází ke změně kapacity měřicího kondenzátoru, změně ϵ (permitivity) okolního prostředí. Změna kapacity umožňuje funkci oscilátoru. Jak amplituda oscilací přesáhne komparační hodnotu, vyhodnotí komparátor tento stav jako přítomnost před aktivní plochou senzoru a dá signál výstupnímu obvodu ke změně stavu.

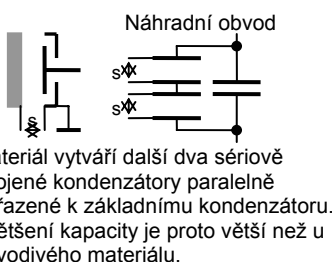
Možnosti sepnutí

Objekt je nevodivý

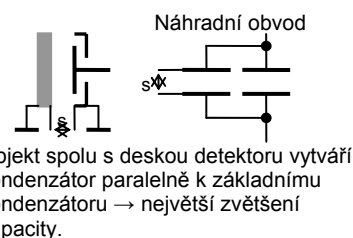


Kapacita snímacího kondenzátoru je zvětšována pouze změnou v oblasti elektr. pole kondenzátoru. Zvětšení kapacity je nepatrné a závislé na ϵ_r detekovaného objektu.

Objekt je vodivý a izolovaný



Objekt je vodivý a spojený se zemí



Definice parametrů

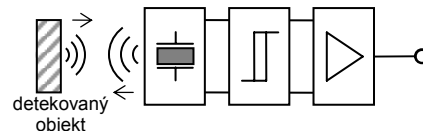
Koeficient redukce – Stejně jako u induktivních senzorů souvisí hodnota R s materiálem detek. objektu. U kapacitních senzorů je rozhodující ϵ_r . Snímací vzdálenost může být rovněž ovlivněna teplotou, protože ϵ_r je teplotně závislá. Definice ostatních parametrů odpovídají definicím u induktivních senzorů.

Ultrazvukové senzory

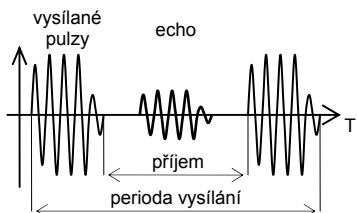
Vyznačují se jednoduchým způsobem pracovního nastavení, minimální údržbou a velmi širokým použitím. Výhodou oproti optoelektronickým senzorům je možnost spolehlivé funkce i ve znečištěném prostředí (např. prach nebo vodní pára). Detekovat lze nejrůznější pevné a kapalně látky (vodu, oleje, plasty, kovy...). Není důležité složení materiálu, ale kvalita odrazové plochy. Používají se v potravinářských strojích pro detekci hladiny v zásobníku, v železárnách při kontrole počtu ingotů (odlitek surového železa), sledování množství papíru na roli v tiskárnách nebo papírnách, výroba dřevotřískových desek, detekce překážek apod.

Struktura a princip činnosti

Zjednodušeně lze senzor rozdělit na: ultrazvukový převodník, vyhodnocovací jednotku (komparátor), výstupní obvod



Průběh vysílaných pulzů a echa

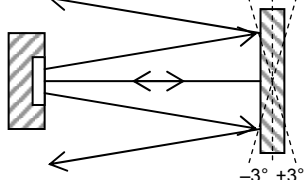


Ultrazvukové senzory pracují na principu odrazu zvukových pulzů od detekovaného objektu. Krátké ultrazvukové pulzy jsou generovány na základě nepřímého piezoelektrického jevu. Ultrazvukový převodník vyšle krátký pulz a přepne se do přijímacího režimu (u jednohlavových systémů). U přijatého pulzu se nejprve zjišťuje, zda se jedná o echo vyslaného signálu. Jestliže ano, je na základě délky intervalu „vyslaný pulz echo“ odvozeno, zda předmět leží v nastaveném rozmezí a podle toho je upraven stav výstupu.

Verze: Kromě jednohlavových systémů (kombinovaný vysílač a přijímač) se dále používají systémy s děleným vysílačem a přijímačem a ultrazvukové závory (dvouhlavové systémy). Senzory s odděleným vysílačem a přijímačem jsou zpravidla bez vyhodnocovací elektroniky. Pro tyto typy jsou určeny samostatné vyhodnocovací jednotky, které umožňují připojení 4 senzorů. Výhodou tohoto řešení je především nižší cena.

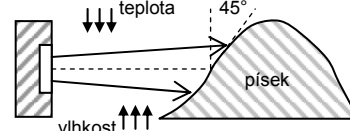
Nastavení parametrů snímání: U nových ultrazvukových senzorů není potřeba k nastavení parametrů ani PC se speciálním programem, ani není realizováno mechanickými potenciometry, ale „učicí“ sondou – parametry se nastavují zásuvnou sondou, která současně zajišťuje teplotní kompenzaci, „učicí“ svorkou – požadovaná spínací vzdálenost se nastaví připojením plus nebo minus napájecího napětí na učicí svorku.

Detekce objektu s malou hrubostí povrchu



Provozní podmínky: Je-li hrubost povrchu snímaného materiálu menší než λ signálu, šíří se vlnění podle zákona rovnosti úhlu dopadu a odrazu. Je proto nezbytné dodržet kolmost paprsku k odrazové ploše. Zvláště v případech leštěných předmětů může být odchylka od kolmosti max. 3°. V opačném případě dochází k rozptylu paprsku při jeho odrazu. Tím jsou nároky na kolmost menší a nastavení senzoru se stává jednodušším ovšem za cenu snížení jmenovitého dosahu. Kromě hrubosti povrchu ovlivňují spolehlivost snímání i další faktory (tvar předmětu, jeho teplota nebo rychlost pohybu).

Detekce objektu s velkou hrubostí povrchu



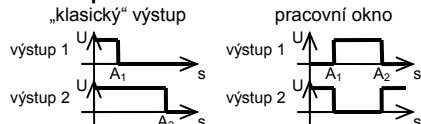
Definice parametrů

Oblast necitlivosti

Detekční rozsah ultrazvukových senzorů nezačíná od nuly vzhledem k nutnosti přepínání vysílače na přijímač a k času nutnému k zformování akustické vlny před senzorem. Mrtvá vzdálenost před senzorem je přibližně 10-15% jmenovité detekční vzdálenosti.

Definice ostatních parametrů odpovídají definicím uvedených u předchozích typů senzorů.

Funkce pracovní okno



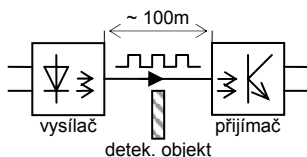
Rozsah vzdáleností vymezený dvěma spínacími body, ve kterém je spínací výstup sepnut a rozspínací rozepnut.

Optoelektronické senzory

Využívají fyzikální princip, při kterém je světlo vysílače snímáno přijímačem a dále převedeno na výstupní elektrický signál. Vysílač je zdrojem světelných záblesků (modulovaného světla) v oblasti infračerveného nebo červeného světla. Světelné záblesky umožňují krátkodobé zvýšení vysílacího výkonu a zaručují zvýšenou odolnost vůči rušení. Použití: ve skladech při manipulaci se zbožím, přísun materiálu do řezačky, snímání výšky hladiny, zabezpečovací technika atd.

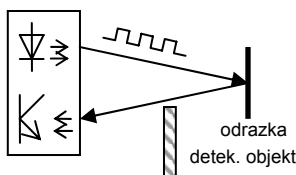
Rozdělení podle funkčního principu

Jednocestné světelné závory



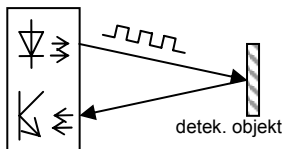
Vysílací a přijímací část je umístěna v samostatných pouzdech, která se montují proti sobě. Vyhodnocuje se přerušení modulovaného světelného paprsku mezi vysílačem a přijímačem (objekt musí mít minimálně velikost optické čočky přijímací části a může optickou osu přerušit v kterémkoliv místě). Odrazivost povrchu nemá vliv na spolehlivost detekce. U transparentních předmětů se spolehlivá funkce zajišťuje nastavením citlivosti.

Reflexní světelné závory



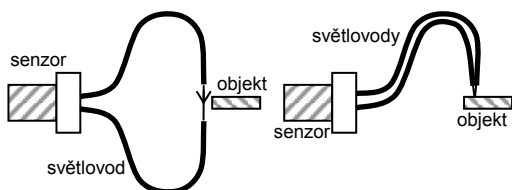
Vysílací a přijímací část se nachází v jednom pouzdu → jednoduchá instalace. Modulovaný světelný paprsek je odražen pomocí odrazky na přijímací část senzoru. Změna stavu výstupu senzoru je způsobena přerušením světelného paprsku detekovaným objektem (pro bezpečnou funkci musí mít objekt minimálně velikost odrazky). Dosah senzoru je závislý na velikosti odrazky. u předmětů s odrazivými plochami se používají polarizační filtry. Odrazka otáčí rovinu o 90°, záření prochází filtrem a dopadá na přijímač. Objekt rovinu neotočí, záření zůstává polarizováno stejně, neprojde tedy filtrem a k přijímači se nedostane. U transparentních je správná funkce korigována nastavením citlivosti.

Reflexní světelné spínače



Modulované světlo dopadá na snímáný objekt, je částečně odrazeno a vráceno k přijímači (objekt musí být dostatečně odrazivý). U objektů s nízkým stupněm odrazivosti se doporučuje používat reflexní světelné spínače pro malé vzdálenosti. Citlivost senzoru se nastavuje na maximum nezávisle na skutečné spínací vzdálenosti. Citlivost a tedy provozní rezerva se snižují pouze tehdy, je-li za snímáním předmětem rušivé pozadí.

Senzory se světlovody



Umožňují snímání v místech, kde nedostatek prostoru nebo vysoká teplota okolí nedovolují nasazení standardních senzorů. Díky velice úzkému světelnému paprsku se nepoužívají pouze pro detekci předmětů, ale i na kontrolu velice malých detailů. Například kontrola závitů a šroubů, pozice vývodů polovodičových prvků. Vyrábějí se jako jednocestné závory nebo reflexní spínače.

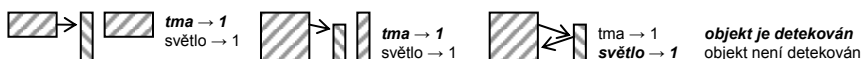
Infračervené senzory pro měření teploty

Zachycují tepelné záření objektů a přeměňují ho na elektrický signál (objekt působí jako zdroj IR záření jehož spektrum je přímo závislé na teplotě objektu). Protože není nutný mechanický kontakt mezi senzorem a objektem, je možno měřit teplotu i například v těchto aplikacích: pohybující se nebo špatně přístupné objekty, objekty povrchově opracovávané, části strojů pod napětím, kontrola teploty u agresivních médií, lepících se nebo těstovitých hmot.

Definice parametrů

Provozní rezerva je poměr skutečné přijímané světelné energie k minimální hodnotě, kterou optický senzor potřebuje ke spolehlivé funkci. Závisí na zvoleném rozsahu nebo snímání vzdálenosti a příslušném provedení senzorů.

Senzor spínající v režimu „tma“/„světlo“



Spínací vzdálenost – maximální vzdálenost mezi reflexním světelným snímačem a snímáním objektem. Jako referenční objekt se pro měření používá standardizovaná bílá destička s odrazivostí 90%.

$$\beta = P_e / P_s \geq 1$$

P_e – skutečná hodnota výkonu na přijímači
 P_s – min. hodnota potřebná pro funkci

U mnoha senzorů je možné provádět změnu funkce výstupu „světlo“/„tma“.