

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

KAPACITNÍ, INDUKČNOSTNÍ A INDUKČNÍ SNÍMAČE

(2.2, 2.3 a 2.4)

Ing. Pavel VYLEGALA

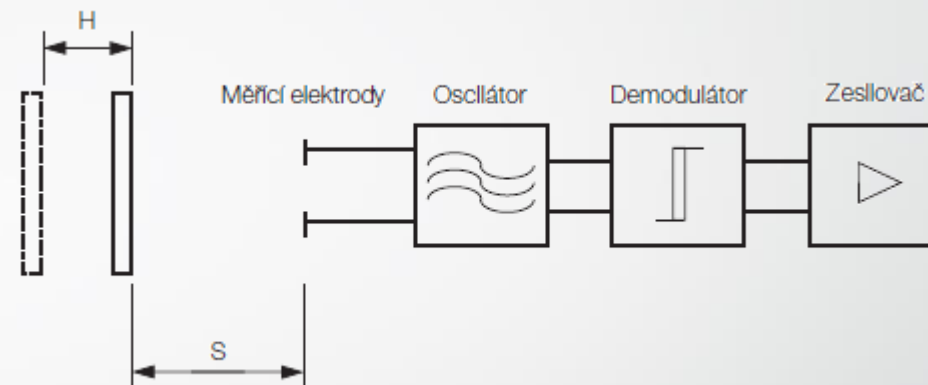
2014

ROBOTI

VE ŠKOLE PRO PRAKTICKOU VÝUKU, MOTIVACI I ZÁBAVU

Kapacitní snímače

- Vyhodnocují kmity oscilačního obvodu RC.
- Vniknutím předmětu do elektrostatického pole kondenzátoru se mění kapacita oscilačního obvodu a tím i amplituda.
- Jejím vyhodnocením se získá logický signál.
- Kapacita snímačů bývá řádově jednotky až stovky pF.
- Snímač může ovlivňovat vlhkost prostředí, teplota a kapacita vedení.
- Volíme signály řádové v jednotkách kHz, abychom omezili tyto vlivy.



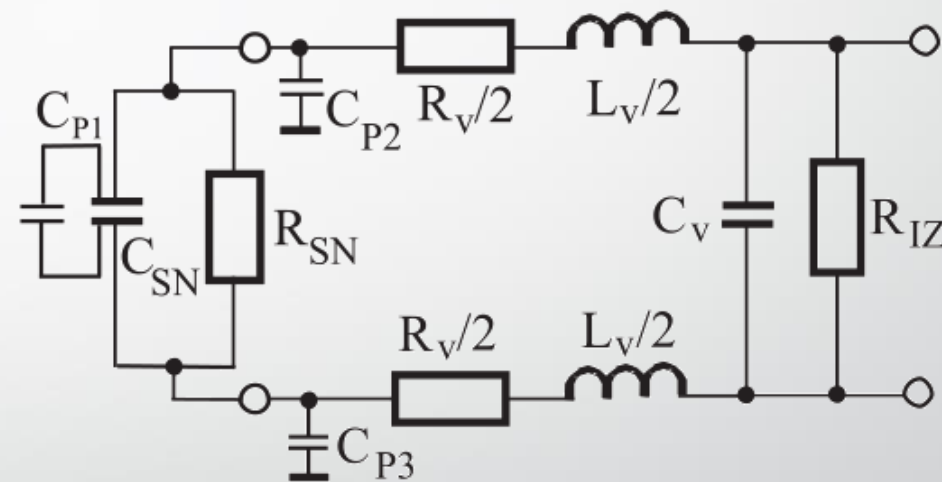
Obr. 1 Typické blokové schéma průmyslového kapacitního snímače pro detekci přiblížení předmětů.

Kapacitní snímače

Oscilační obvod

- Tvoří jej dvě protilehlé plochy mezi nimiž se snímá objekt.
- Vložením předmětu mezi plochy se změní permitivita prostředí ϵ , a tím kapacita C_{SN} , podle vztahu:

$$C_{SN} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d}$$



Obr. 2 Náhradní schéma obvodu s kapacitním snímačem.

C_{SN} - vlastní kapacita snímače

R_{SN} - svod kondenzátoru

parametry vedení, odpor R_V , indukčnost L_V , izolační odpor R_{IZ} a kapacitu C_V

Kapacitní snímače

Typy kapacitních snímačů

| 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 | | $C = \frac{\varepsilon_1 \cdot S}{d_1(x) + \frac{d_2 \varepsilon_1}{\varepsilon_2}}; \quad N = \frac{\varepsilon_2 \cdot (d_1 + d_2)}{\varepsilon_2 \cdot d_1 + \varepsilon_1 \cdot d_2}$ $\frac{\Delta C}{C} = -\frac{\Delta d_1}{d_1 + d_2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Delta d_1}{N \cdot (d_1 + d_2)}}$ | |
| 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 | | $C = \varepsilon \cdot \frac{S(x)}{d}; \quad \frac{\Delta C}{\Delta l} \cong \frac{C_{\max}}{l_{\max}} \left(1 + \frac{\Delta d}{d}\right)$ | |
| 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 | | $C = \varepsilon \cdot \frac{S(\alpha)}{d}$ | |

Obr. 3 Principy, funkční vztahy a charakteristiky kapacitních snímačů polohy.

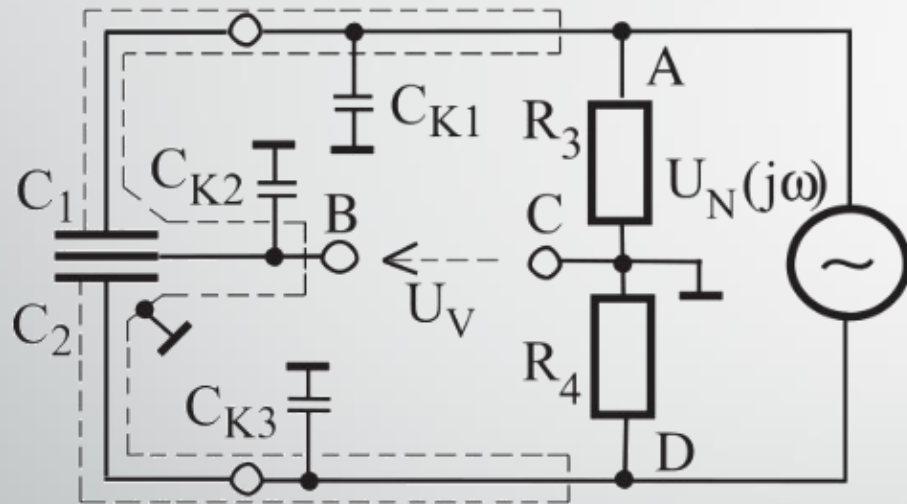
Kapacitní snímače

Vyhodnocovací obvody

- Jako vyhodnocovací obvody kapacitních snímačů polohy se nejčastěji používají:
- Můstkové obvody
- Zpětnovazební obvody
- Rezonanční obvody

Kapacitní snímače

Můstkové obvody



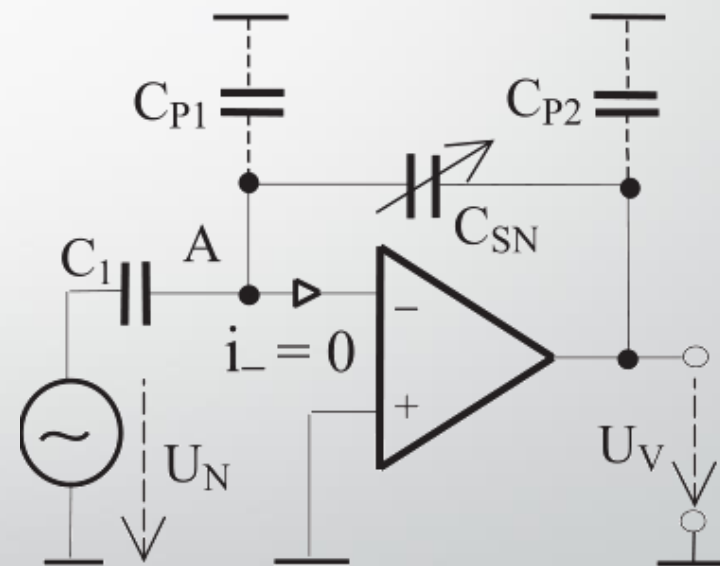
Obr. 4 Můstek pro kapacitní snímač polohy

- Pro kapacitu C_1 , C_2 snímače platí:
$$C_1 = C_0 + \Delta C, \quad C_2 = C_0 - \Delta C$$
- Výstupní napětí je při malých změnách polohy společné elektrody malé.

Kapacitní snímače

Zpětnovazební obvody

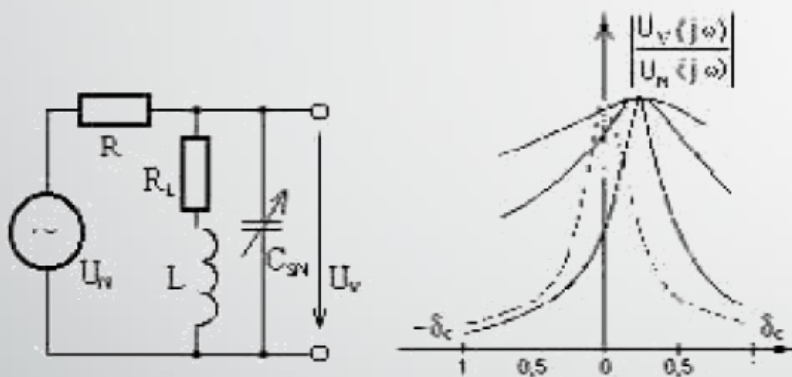
- Lineární závislost výstupního napětí kapacitního snímače polohy na vzdálenosti elektrod lze získat jeho zapojením do zpětné vazby integračního zesilovače
- výstupem obvodu je amplitudově modulované střídavé napětí, jenž sleduje časový průběh.



Obr. 5 Zapojení kapacitního snímače do zpětné vazby integračního zesilovače

Kapacitní snímače

Rezonanční obvody



Obr. 6 Zapojení a charakteristiky rezonančního obvodu

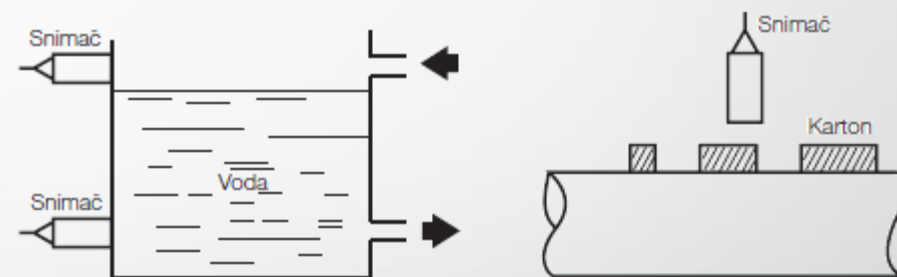
- Rezonanční obvody se používají především při vyhodnocování malých změn kapacity snímače ΔC_{SN}
- Rezonance nastává když $X_L = X_C$
- Kdy nastane rezonance určíme z Thompsonova vztahu:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Kapacitní snímače

Použití

- Kapacitní snímače jsou konstrukčně jednoduché, snadno montovatelné, citlivé a vzhledem k vysokým kmitočetům napájecích napětí dostatečně rychlé. Kromě měření polohy se také využívají k určení **tloušťky materiálu, zrychlení**, v proti nárazovém automobilovém systému „**air-bag**“, **síly, tlaku, hladiny, vlhkosti, vodivosti kapalin** a dalších veličin.

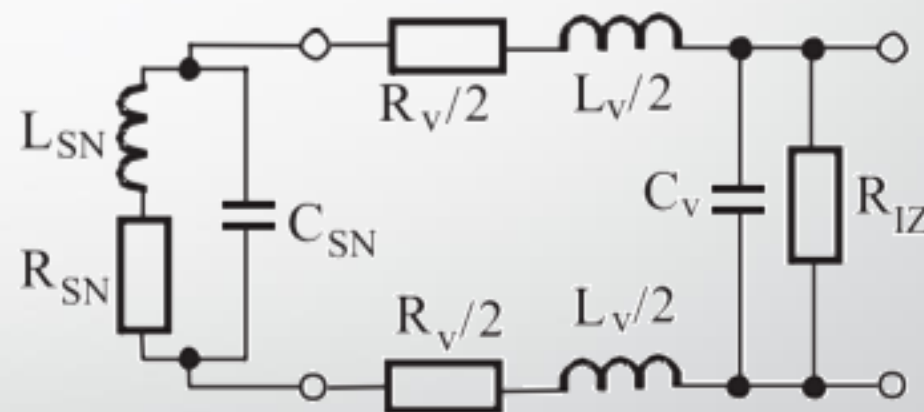


Obr. 7 kapacitní snímač přiblížení válcového provedení



Indukčnostní snímače s uzavřeným magnetickým obvodem

- Princip indukčnostních snímačů polohy spočívá v převodu polohy na změnu vlastní indukčnosti L cívky.
- Impedanci indukčnostního snímače můžeme ovlivňovat proměnnou délkou siločáry ve vzduchové mezeře nebo v magnetiku, proměnnou plochou magnetického obvodu S , nebo proměnnou permeabilitou.

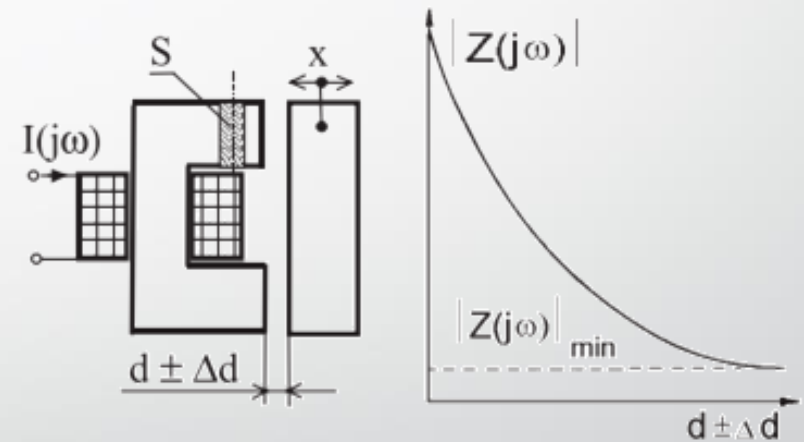


Obr. 8 Náhradní schéma obvodu indukčnostních snímače

Indukčnostní snímače

s proměnnou délkou vzduchové mezery

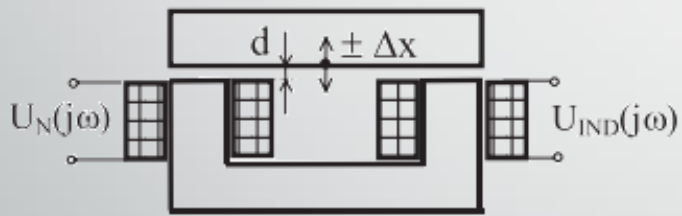
- Závislost L na délce vzduchové mezery d je hyperbolická, snímač se používá pouze v oblasti malých vzduchových mezer, pro které je převodní charakteristika přibližně lineární.



Obr. 9 Indukčnostní snímač s proměnnou délkou vzduchové mezery

Indukčnostní snímače

Transformátorové snímače polohy

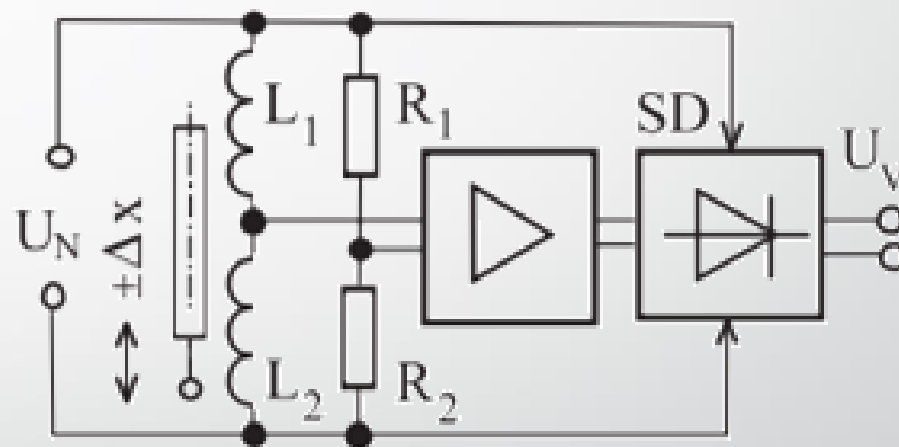


Obr. 10 Princip transformátorového snímače polohy

- Vzájemná indukčnost M dvou cívek, vlastní indukčnost L , tj. První cívka, kterou protéká proud, generuje do druhé cívky napětí. Jeho velikost je závislá na vzduchové mezeře d . Vyhodnocovací změny vzájemné indukčnosti využívají transformátorové snímače polohy

Indukčnostní snímače s otevřeným magnetickým obvodem

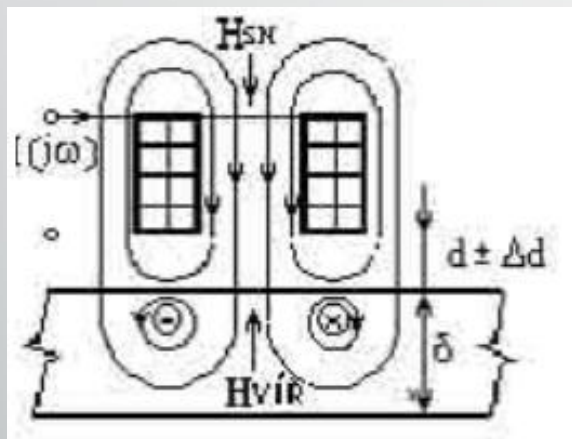
- Princip činnosti spočívá ve změně indukčnosti cívky v závislosti na poloze feromagnetického jádra spojeného s odměřovaným předmětem.
- Nevýhodou je menší citlivost, nároky na přesné provedení cívek a větší počet závitů, z čehož vyplývá větší parazitní kapacita.



Obr. 11 Zapojení diferenčního indukčnostního snímače s otevřeným magnetickým obvodem

Indukčnostní snímače

s potlačeným magnetickým polem (s vířivými proudy)



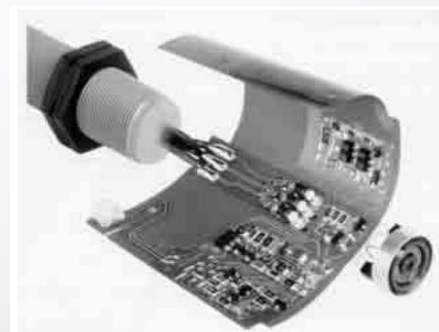
Obr. 12 Indukčnostní snímač s potlačeným magnetickým polem.

- Princip snímačů je znázorněn na obr. 12. Vložením elektricky vodivého a magneticky nevodivého materiálu do vysokofrekvenčního magnetického pole snímače s intenzitou H_{SN} se v něm indukují vířivé proudy budící magnetické pole s intenzitou H_{vir} .
- Při přiblížení elektricky vodivého předmětu k čelu cívky se elektromagnetickým polem vířivých proudů zmenší tok Φ a tím indukčnost budící cívky a kmitání LC obvodu utlumí.

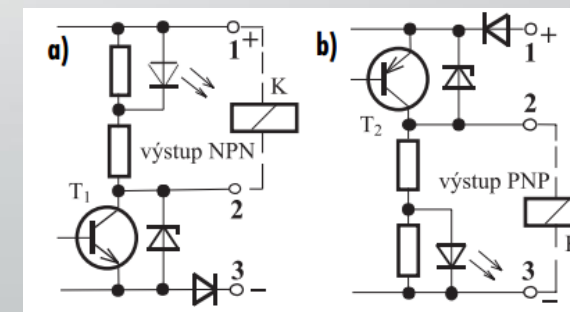
Indukčnostní snímače

Parametry snímačů s potlačeným magnetickým polem

- Nominální spínací vzdálenost SN je hlavním technickým parametrem definujícím přímou vzdálenost předmětu od aktivní plochy snímače, při níž snímač změní stav výstupu.
- Hystereze H je rozdíl mezi polohou spínacího bodu při přibližování a oddalování standardizovaného měřícího předmětu od aktivní plochy snímače.

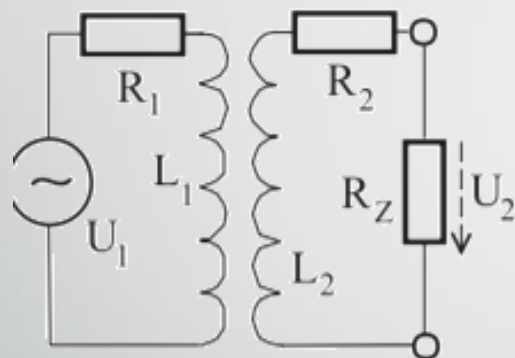


Obr. 13 Provedení ind. snímače polohy s potlačeným magnetickým polem.



Obr. 14 Zapojení relé na výstup ind. snímače: a) společný + b) společný -

Indukčnostní snímače bez feromagnetika



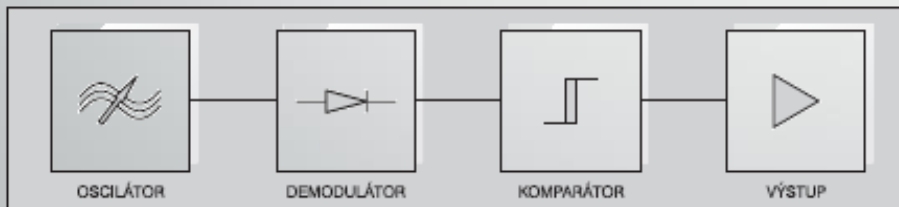
Obr. 15 Náhradní schéma obvodu dvou cívek



Obr. 16 Princip indukčnostního snímače bez feromagnetika

- Snímač je tvořen alespoň dvěma, při diferenčním uspořádání třemi cívkami, umožňujícími vzájemný pohyb. Jeho indukčnost je založena na transformátorovém principu, tj. indukovaném napětí magnetickou vazbou dvou obvodů. Protože neobsahuje žádnou feromagnetickou část, odpadají parazitní vlivy spojené s feromagnetikem.

Indukční snímače



Obr. 17 Blokové schéma indukčního snímače

- Indukční snímač obecně slouží pro vyhodnocování přítomnosti kovového materiálu.
- Pracující na principu změny činitele jakosti jádra Q při přiblížení kovového materiálu. Tato změna se projeví útlumem kmitů oscilátoru a oscilátor přestane kmitat.



ROBOTI- Senzory a snímače

Rozdělení snímačů, odporové snímače

Zdroj informací a obrázků: VYLEGALA, Pavel. *ROBOTI: Snímače a senzory*. 2013. CZ.1.07/1.1.24/01.0066