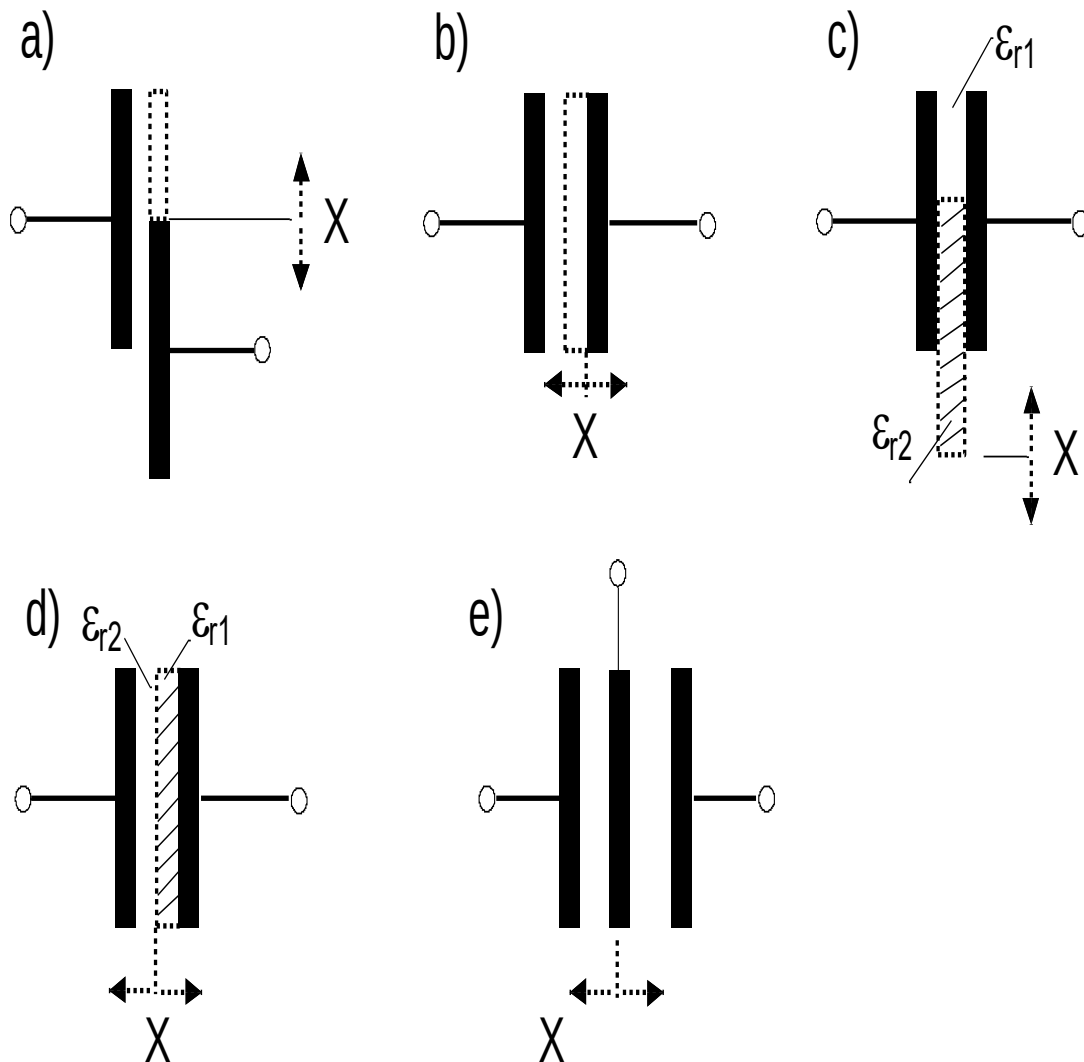


Kapacitní senzory



Změna kapacity
důsledkem změny

a) aktivní plochy elektrod

b) vzdálenosti elektrod

c) plochy dvou dielektrik s
různou permitivitou

d) tloušťky dvou dielektrik
s různou permitivitou

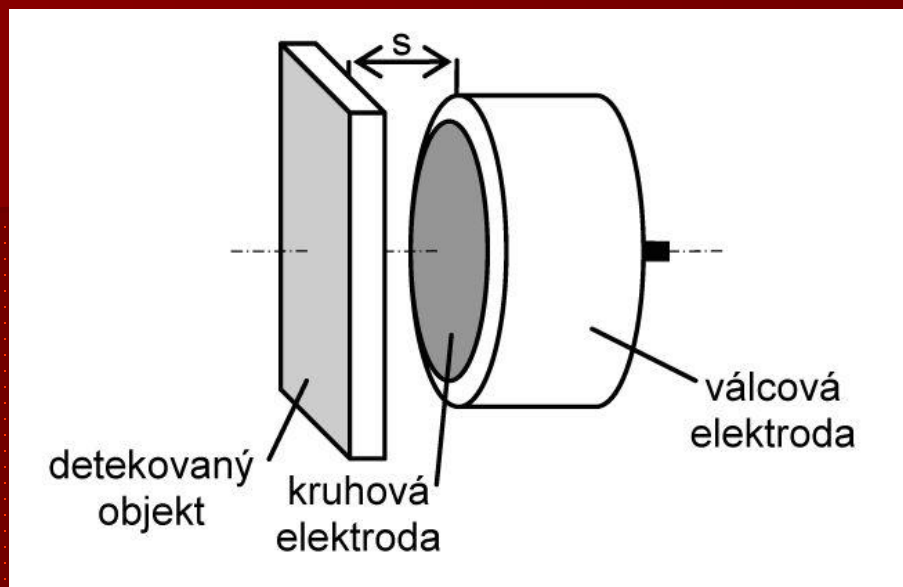
e) diferenční senzor

$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S / d$ kde ϵ_r je
relativní permitivita a
 $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$

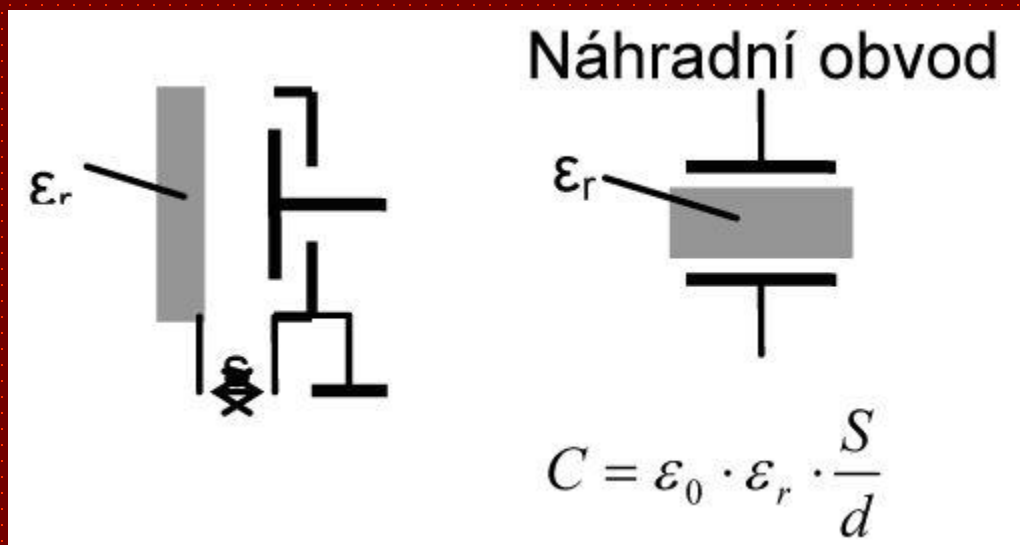
Převáděcí obvody kapacitních snímačů

- a) zpětnovazební (snímač ve zpětné vazbě nábojového zesilovače)
- b) můstkové (výhodou je možnost připojení diferenčních snímačů)
- c) rezonanční obvody
 - Snímač tvoří s indukčností rezonanční obvod oscilátoru, jehož kmitočet je funkcí změny kapacity
 - snímač tvoří s indukčností rezonanční obvod. Změna kapacity vyvolá změnu impedance a tedy napětí rezonančního obvodu.

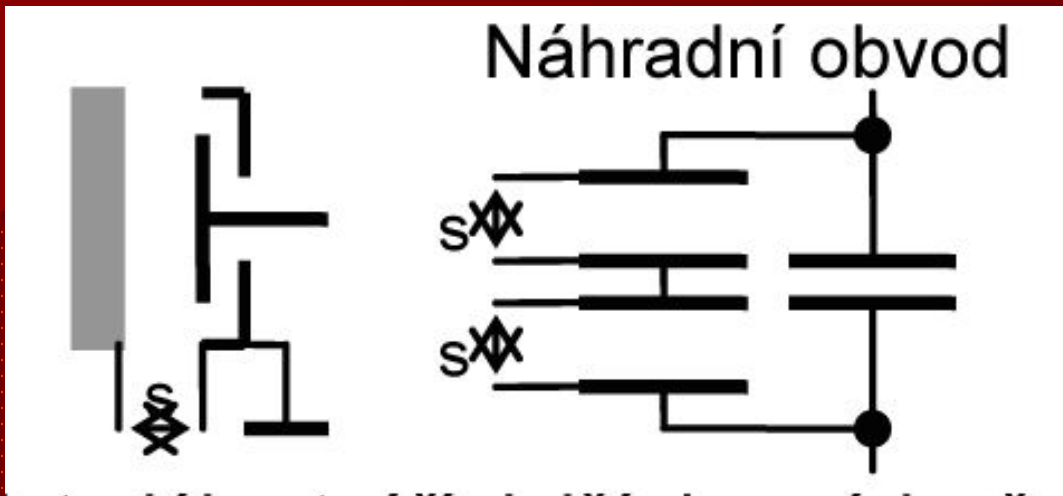
Kapacitní senzor přiblížení



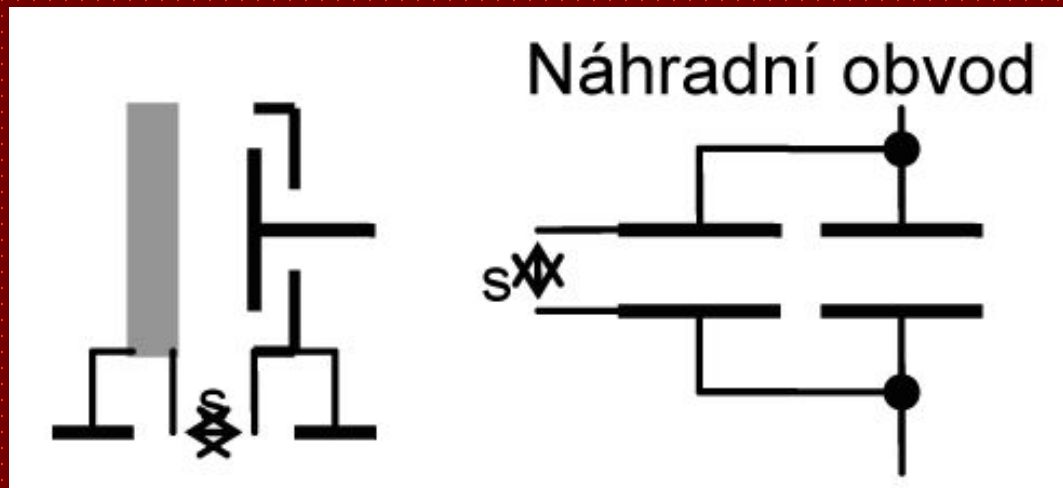
Přiblížení el. nevodivého materiálu s danou permitivitou



Přiblížení el. vodivého materiálu neuzemněného



Přiblížení el. vodivého materiálu uzemněného



Redukční faktor:

Spínací vzdálenost pro předmět z určitého materiálu je dána:

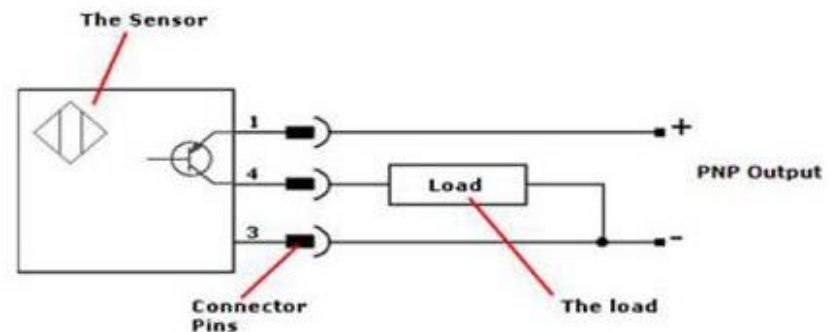
$$S = S_n \cdot R_F$$

Kde S je spínací vzdálenost, S_n jmenovitá spínací vzdálenost (údaj výrobce) a R_F redukční faktor.

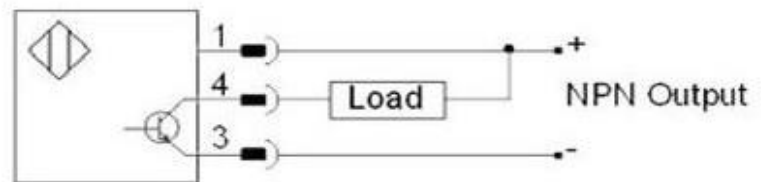
Např. pro sklo je $R_F=0,5$

NPN versus PNP připojení

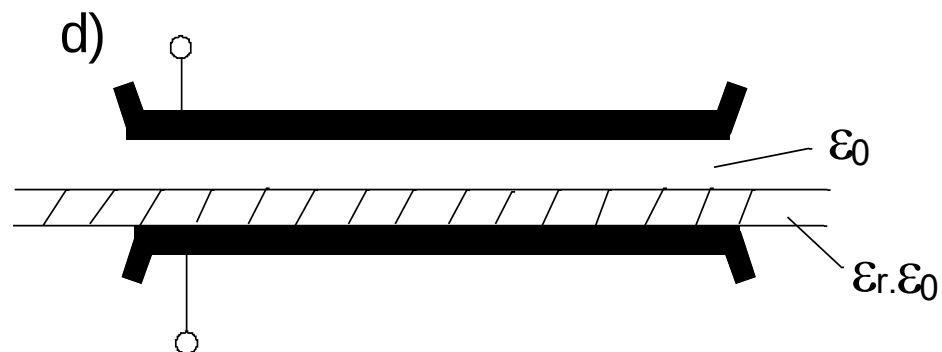
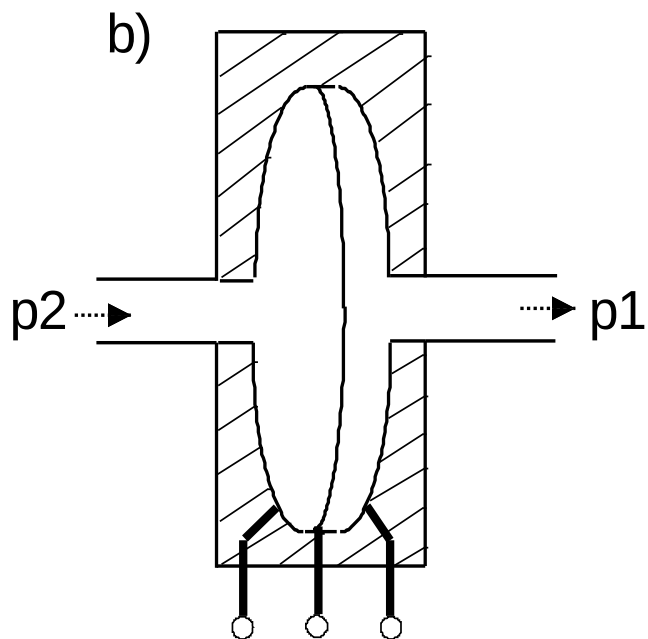
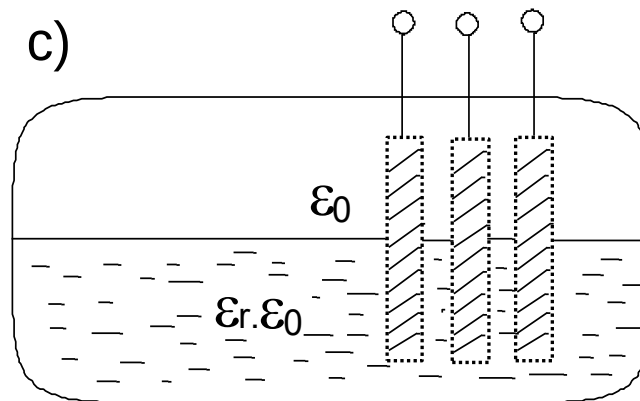
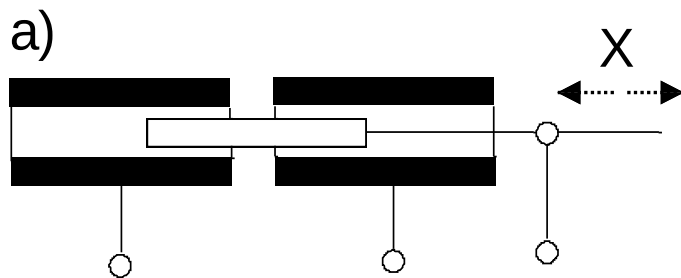
PNP 3-wire Standard Diagram



NPN 3-wire Standard Diagram



Příklady využití senzorů



Indukční senzory

- Pracují na principu změny vlastní či vzájemné indukčnosti cívky (cívek) se změnou polohy feromagnetického jádra (magnetického obvodu).

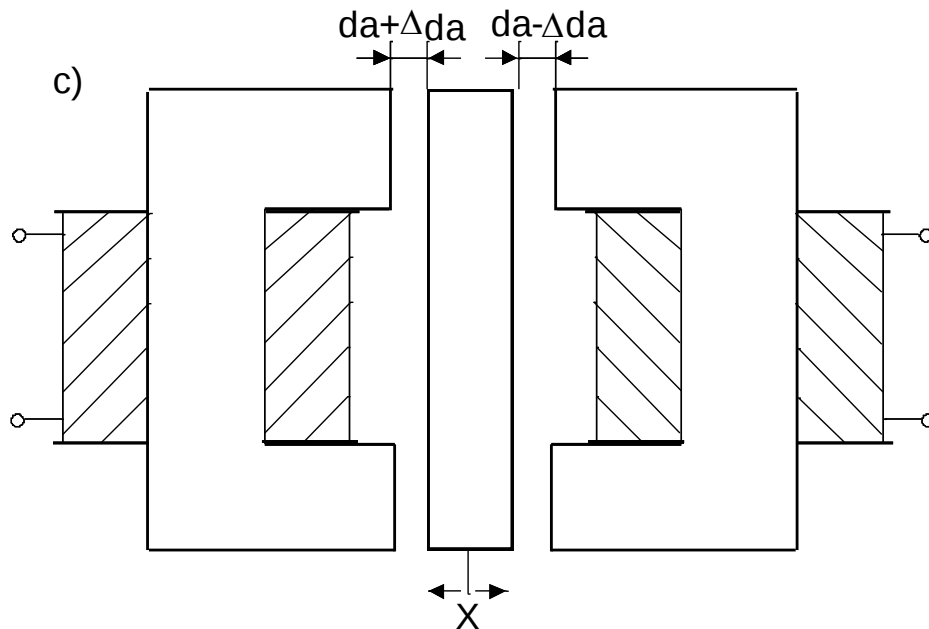
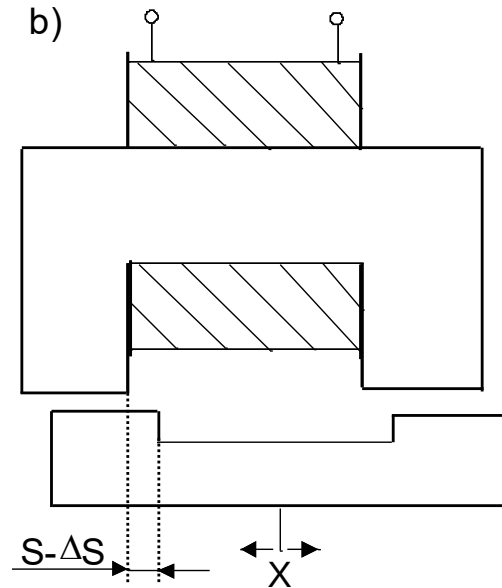
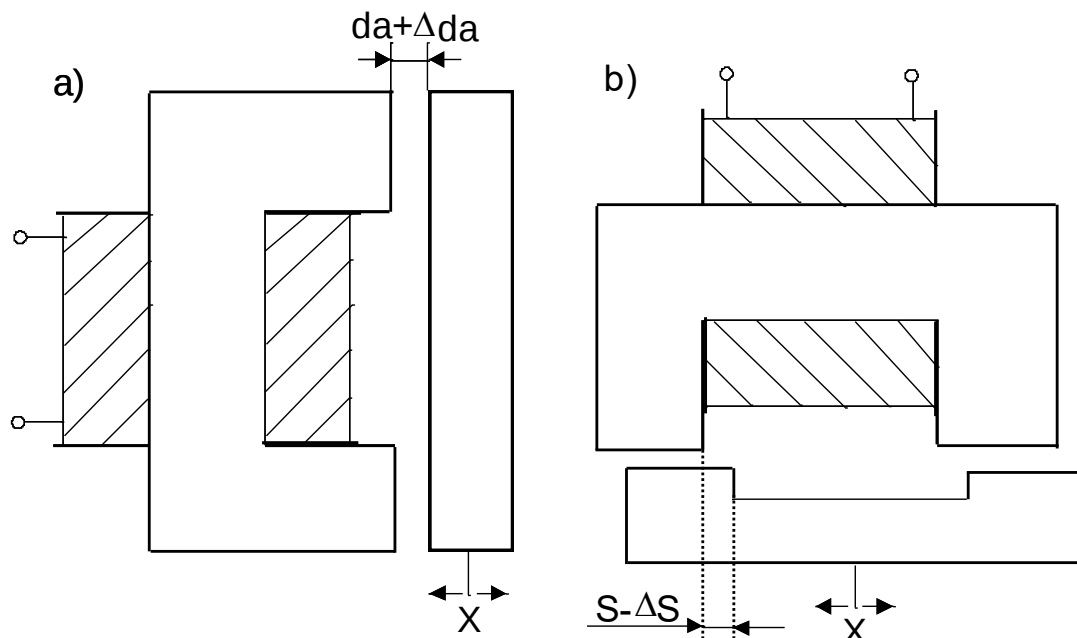
$$L = N^2 / R_m \quad - R_m - \text{magnetický odpor (reluktance)}$$

V případě zařazené vzduchové mezery lze reluktanci železa zanedbat

$$R_m = d / (\mu_0 \cdot S) \quad - d - \text{tloušťka vzduchové mezery, } \mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$L = (\mu_0 \cdot S \cdot N^2) / d$$

Změny indukčnosti lze dosáhnout změnou tloušťky vzduchové mezery d nebo změnou její aktivní plochy S . Většinou se používá diferenční uspořádání (označuje se LVTD - linear variable differential transformer)



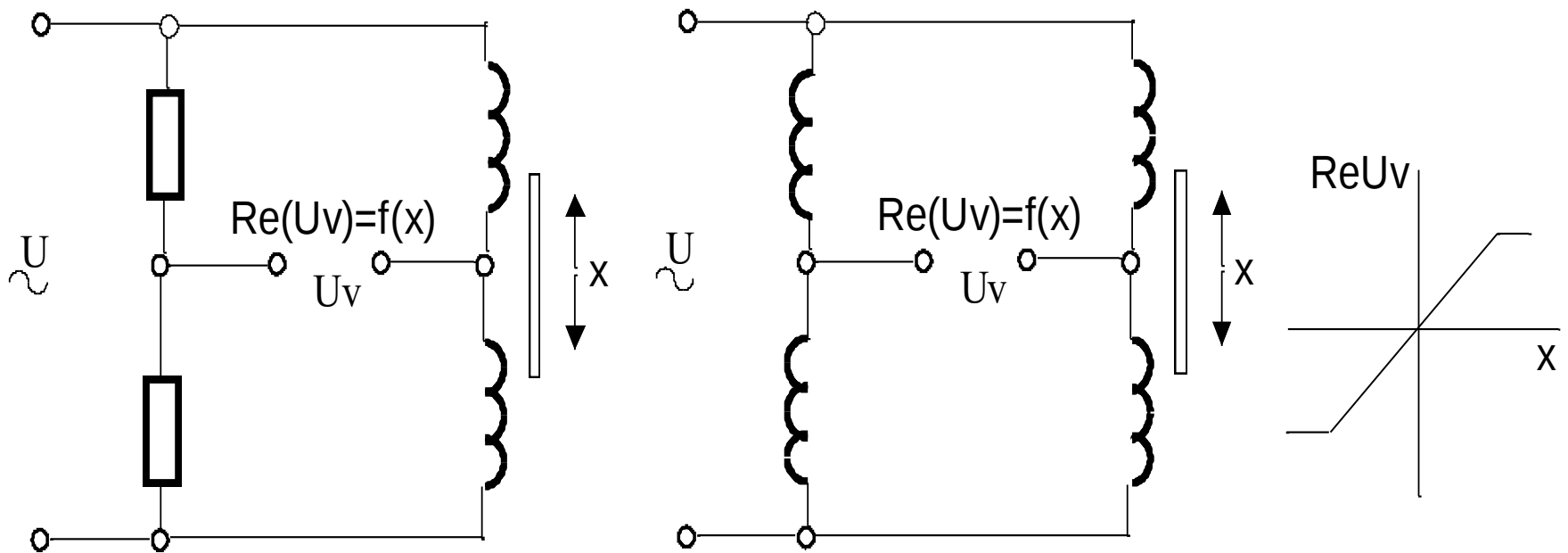
a) Změna tloušťky
vzduchové
mezery

b) Změna aktivní
plochy

c) Diferenční
uspořádání



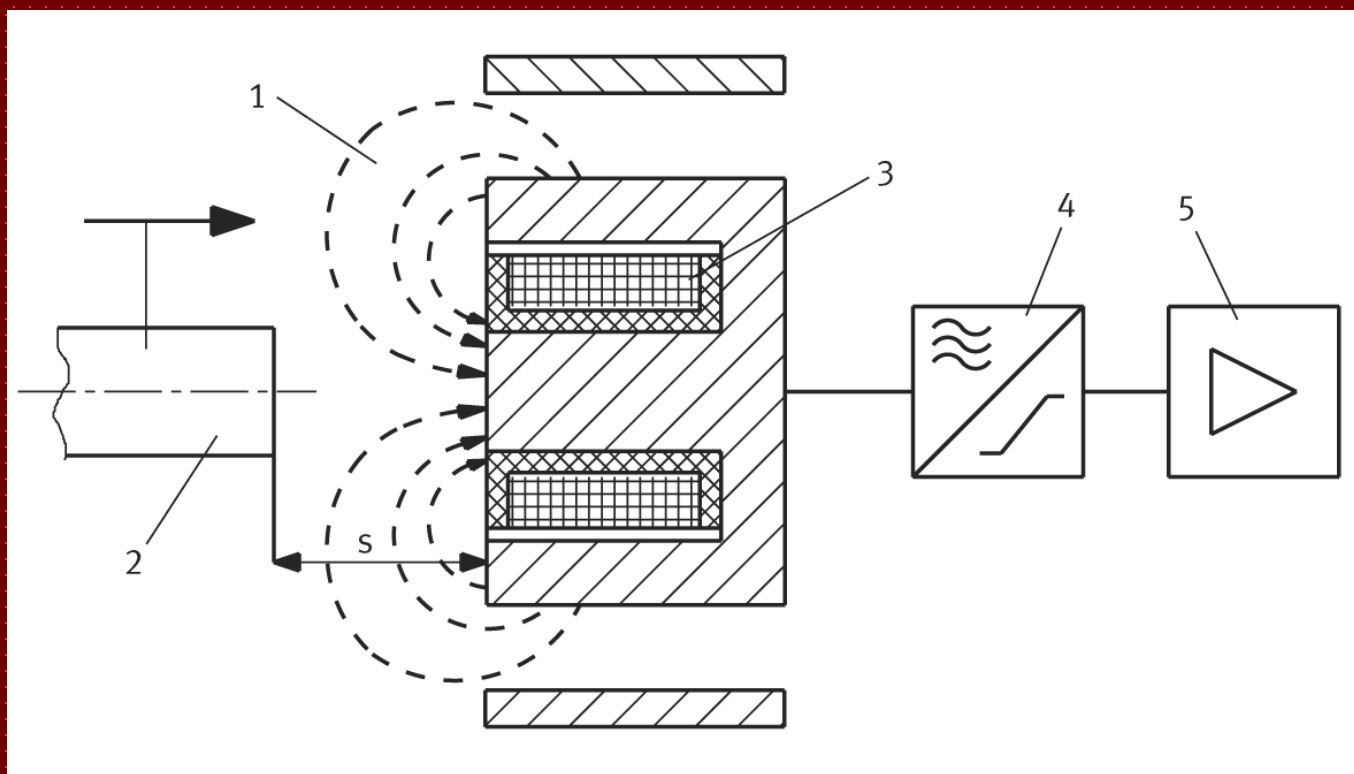
Převáděcí obvody indukčnostních senzorů



$\text{Re}(U_v)$ je na x lineární.

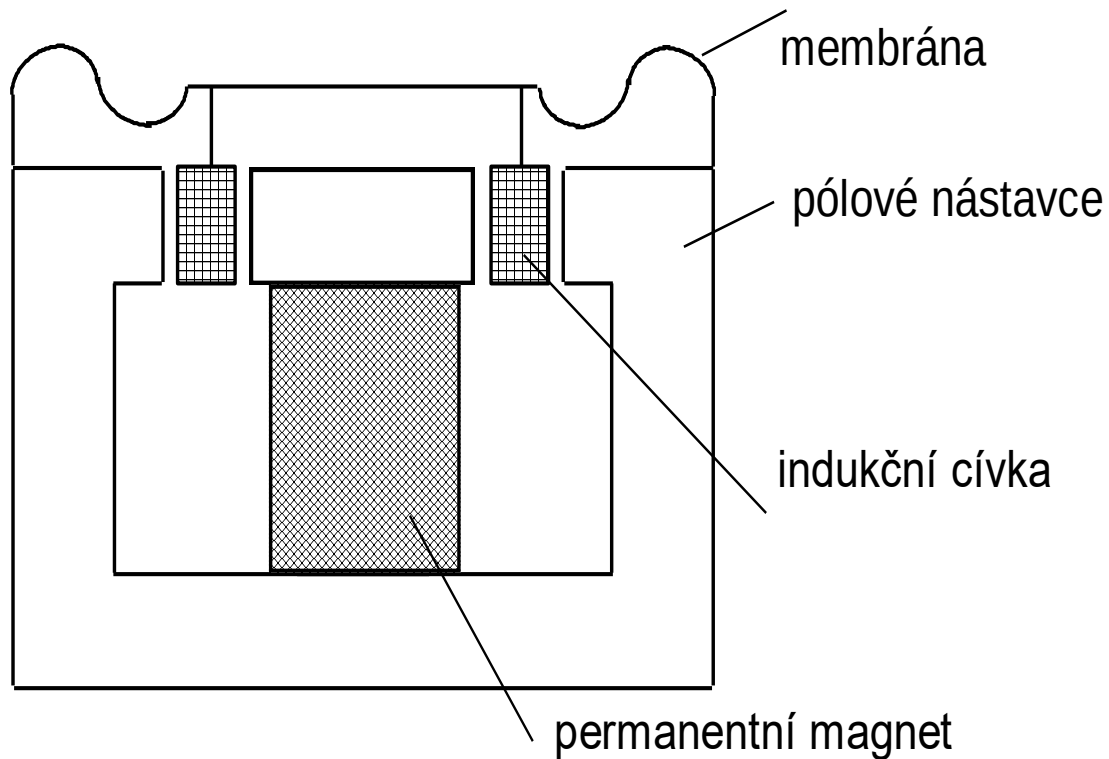
U_v je nutno měřit vektorvoltmetrem

- **Korekční (redukční) činitel u snímaču polohy**
- maximální detekovatelná vzdálenost závisí stejně jako u kapacitního snímače na materiálu detekovaného objektu.
- **$S = S_n * \text{Korekční činitel}$** kde S_n je jmenovitá vzdálenost pro normalizovanou clonku (ocel)
- např. pro Cu je korekční činitel 0,25 až 0,45 (obvykle 0,3)



Indukční senzory

elektrodynamický senzor kmitání

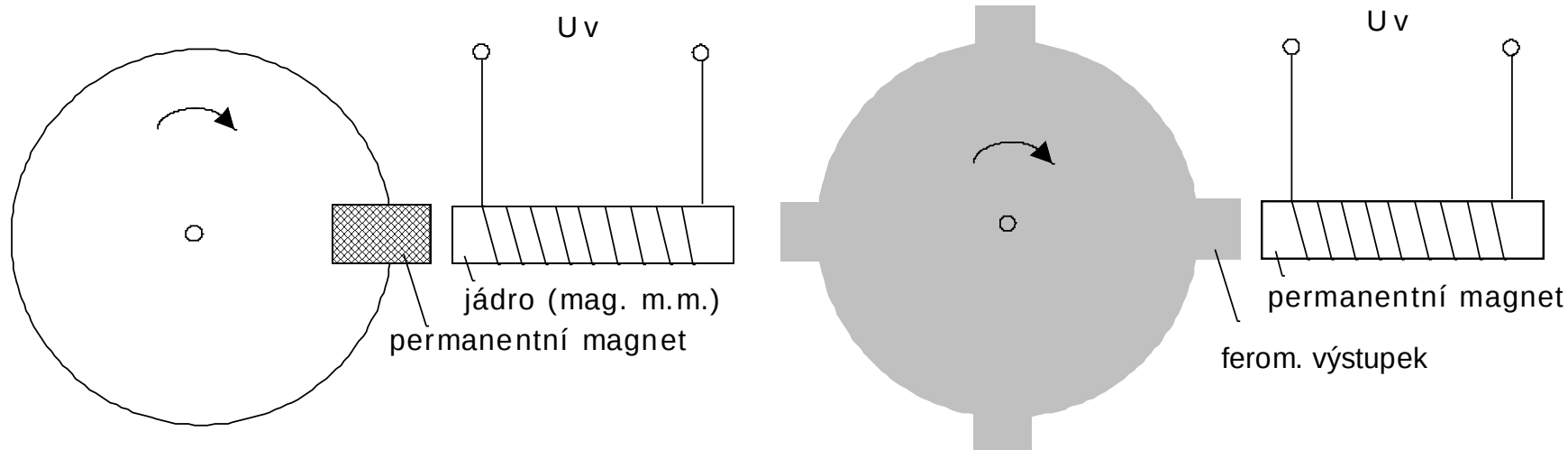


$$u(t) = c \cdot B \cdot dx/dt$$

c je konstanta snímací cívky
 B magnetická indukce ve
vzduchové mezeře

- Výstupní napětí je úměrné rychlosti pohybu cívky
- Integrál výstupního napětí je úměrný poloze cívky
- Derivace výstupního napětí odpovídá okamžitému zrychlení cívky

Indukční senzor otáček



Při změně magnetického pole se v cínce indukuje napěťový impuls.

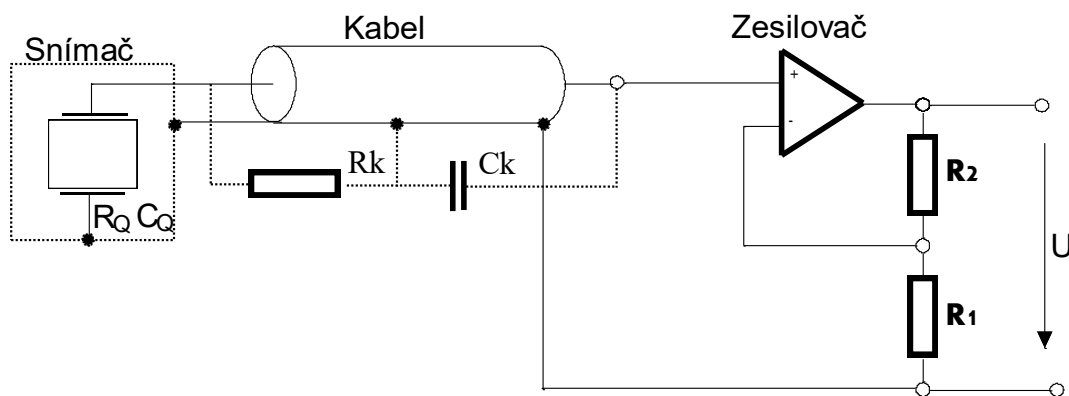
Počet impulsů na jednu otáčku

Piezoelektrické senzory

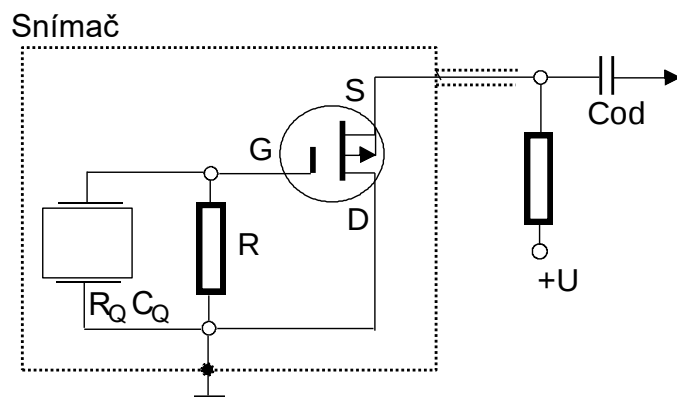
- Piezoelektrický jev spočívá v elektrické polarizaci některých dielektrik při jejich mechanickém namáhání , která vede ke vzniku náboje
- hodí se pro měření tlaku, síly nebo kmitání
- nelze využít pro měření statických veličin
- výhodou je jednoduchá konstrukce, malé rozměry a vysoká spolehlivost

Obvody pro zpracování signálu ze senzoru

Elektrometrický zesilovač – velký vstupní odpor (výstupní napětí závisí na délce kabelu)



Impedanční konvertor

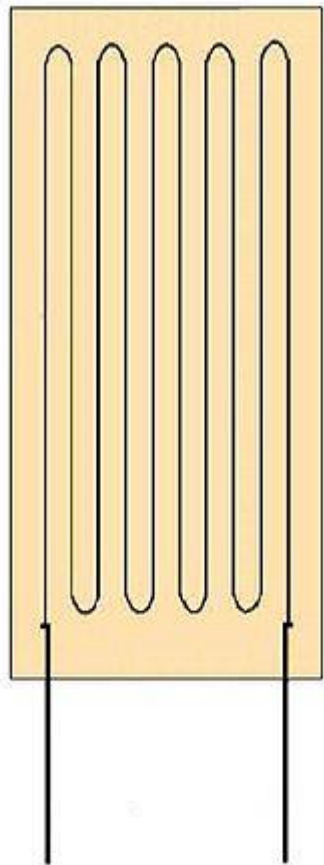


ODPOROVÉ TENZOMETRY

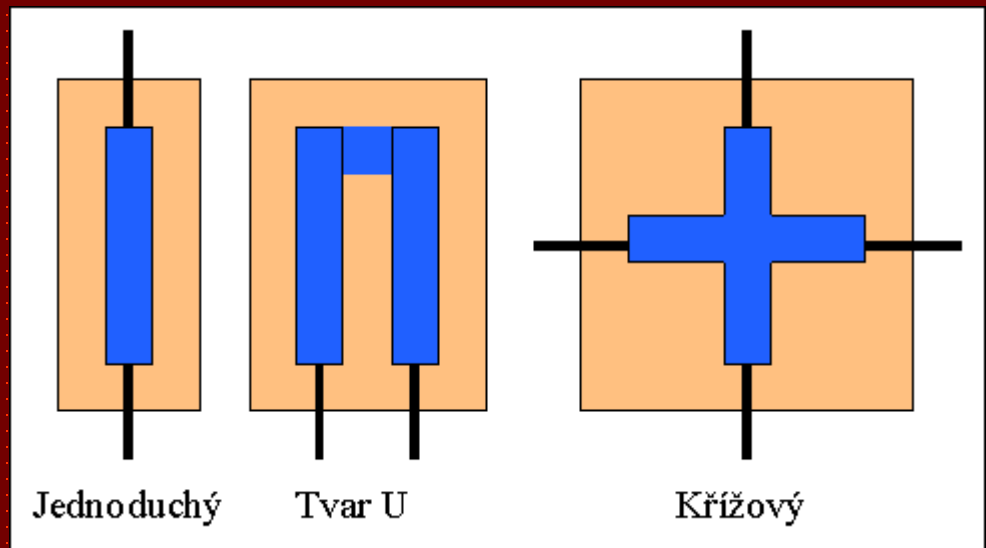
- Odporové tenzometry využívají změny odporu vodiče při jeho deformaci
- U **kovového tenzometru** je odporový vodič tloušťky kolem $5\mu\text{m}$ (např. konstantan) uspořádán do tvaru meandru a fixovaný na speciální podložce (např. polyamid) o tloušťce asi $20\mu\text{m}$. Typický odpor tenzometru bez deformace je $120\ \Omega$, $350\ \Omega$ nebo $1000\ \Omega$.
- **Polovodičové tenzometry** se vyrábí z křemíku nejčastěji tvoří Si substrát přímo membránu senzoru tlaku.
- Základním parametrem tenzometru je součinitel deformační citlivosti $K = (\Delta R/R)/(\Delta l/l)$ kde $(\Delta R/R)$ je relativní změna odporu snímače a $(\Delta l/l)$ je relativní změna délky.
- Obvyklá hodnota K je u kovových od 1,6 do 3,5 u polovodičových od 75 do 180 (jsou citlivější).

ODPOROVÉ TENZOMETRY

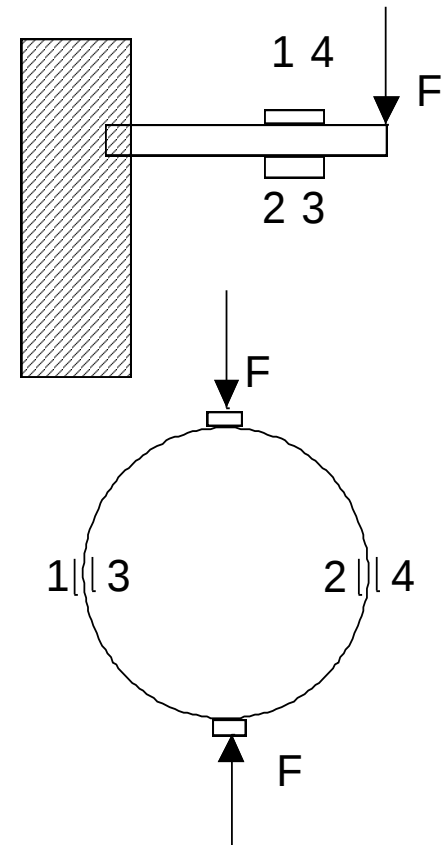
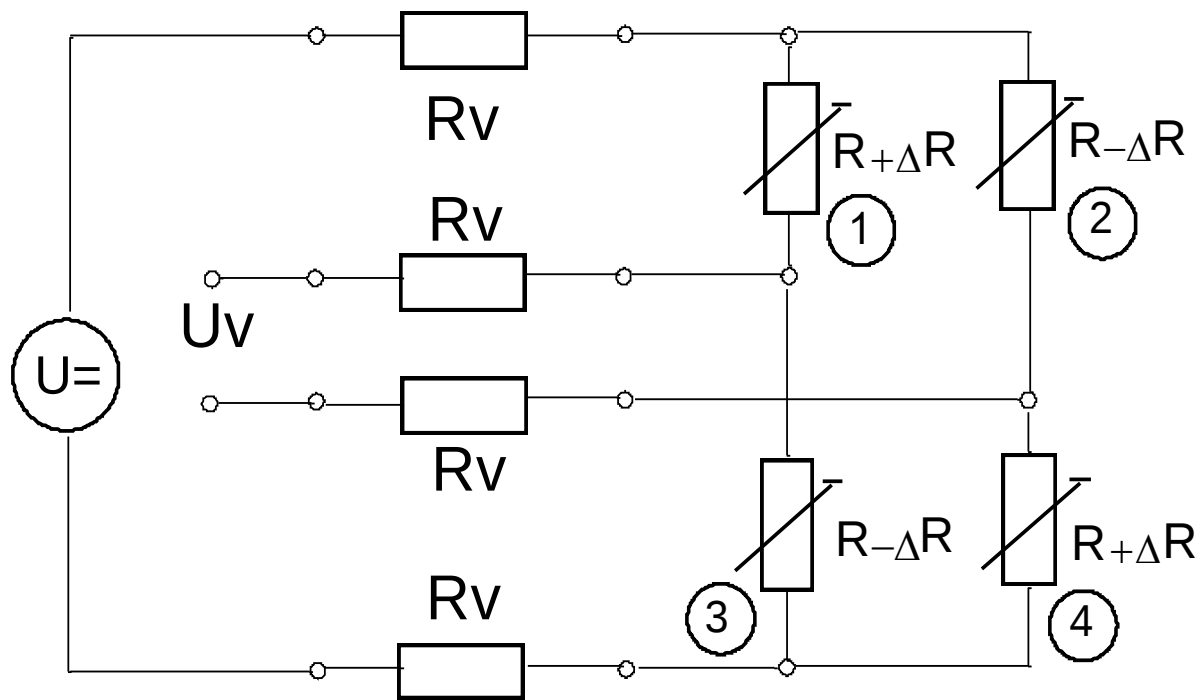
Kovový tenzometr



Polovodičový tenzometr



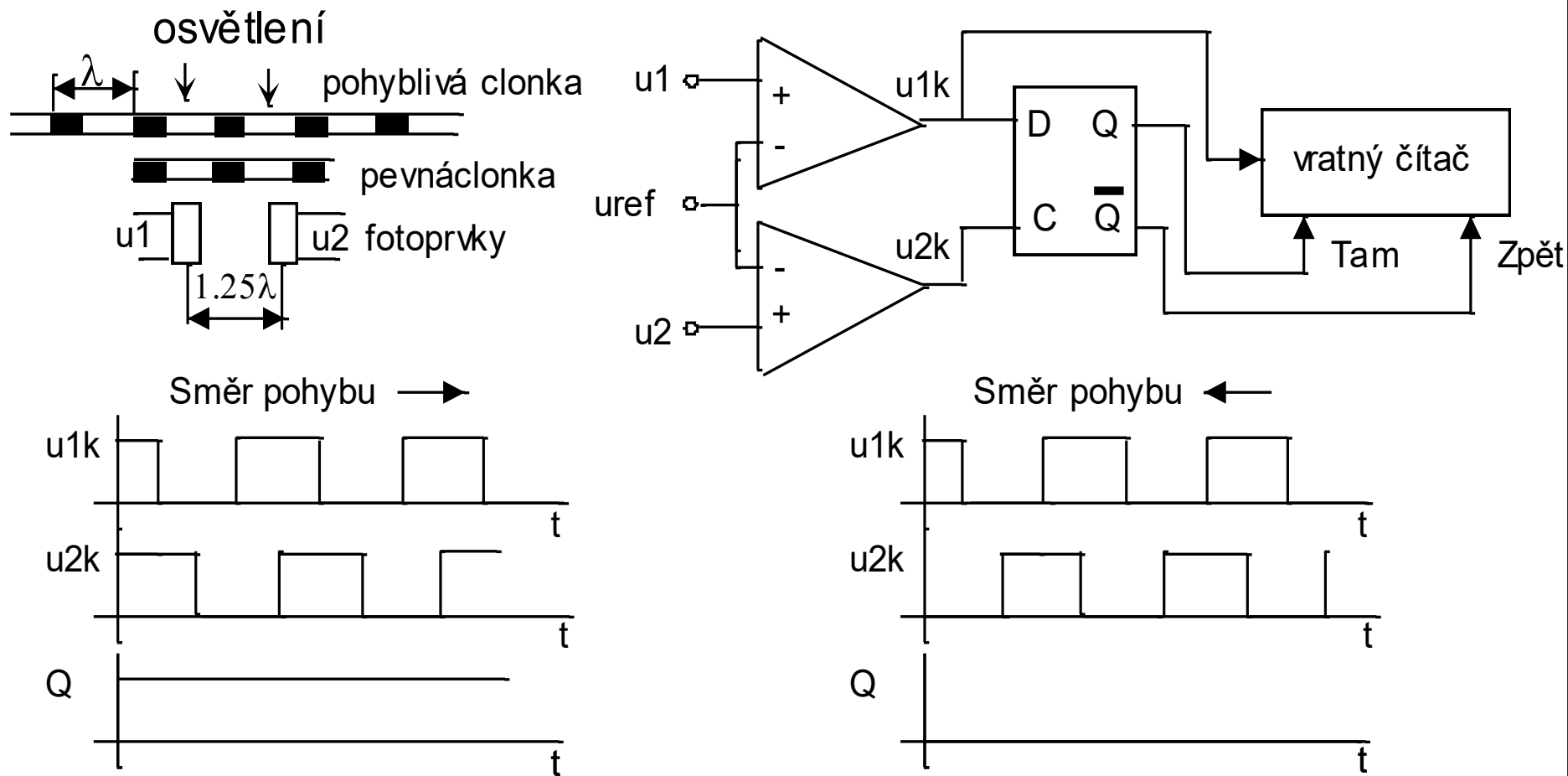
Plný tenzometrický můstek a příklad umístění senzorů



Optoelektronické senzory

- inkrementální senzory
- kódové senzory polohy, (kotouč s řadou stop v nichž se střídají průsvitné a neprůsvitné proužky. Na jedné straně je osvětlení na druhé fotocitlivé prvky)
- senzory s nábojově vázanou strukturou (CCD) , (základním elementem je kapacitor v němž se hromadí náboj generovaný při dopadu fotonů)
- optoelektronické deformační senzory tlaku s optickým vláknem. (mechanická deformace optického vlákna způsobuje změnu podmínek šíření světelného svazku)

Princip inkrementálního čidla



Dosažitelná přesnost je $7\mu\text{m}$ při použití interpolátoru (zpracovávají se vyšší harmonické) až $0,05\mu\text{m}$