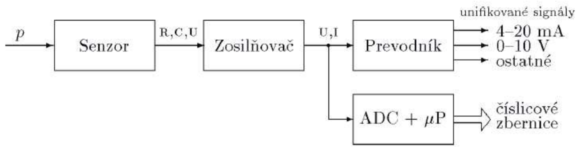
Spracovanie signálu zo snímačov.

RICHARD BALOGH

Katedra automatizácie a regulácie FEI STU,
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava,
e-mail: balogh@elf.stuba.sk

Všeobecná schéma snímača.



Senzory

Aktívne – pôsobením meranej fyzikálnej veličiny generujú elektrický signál, ktorý stačí len zosilniť, pričom nepotrebuje zvláštny zdroj energie. Využívajú javy: elektromagnetická indukcia, Hallov jav, termoelektrický jav (Peltierov), piezoelektrický jav, fotoelektrický jav.

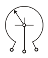
Pasívne – musíme vybudiť externým zdrojom, až potom sa mení nejaký parameter, ktorý vieme upraviť a zosilniť ($\Delta x \rightarrow \Delta R, \Delta L, \Delta C, \ldots$).

V angloamerickej literatúre sa označujú presne naopak – pasívny senzor je preto pasívny, lebo nepotrebuje aktívne budenie.

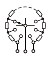
Spojité odporové snímače

- **Odporové (potenciometrické) snímače so spojitým výstupným signálom patria do skupiny pasívnych meracích prvkov a sú vhodné na priame meranie, napr. polohy prvku mechanickej zostavy alebo na meranie neelektrických veličín, ktoré sa dajú transformovať na zmenu polohy, čiže na posunutie**

Konštrukčné riešenia odporových snímačov polohy s kruhovou dráhou


potenciometer s jedným odporovým vodičom


odporový vodič navinutý na nosnej podložke


stupňovitá odporová dráha


odporová dráha tvorená elektrolytom

Príklady

automotive

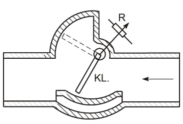


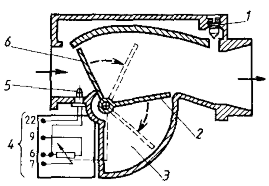
Pedal Sensor

E-GasThrottling Device


Gear Selection Sensor

Príklad potenciometrického snímača polohy v automobile





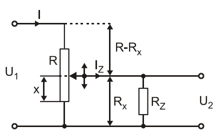
X

Klapkový snímač množstva nasávaného vzduchu

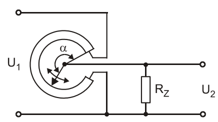
Q = f(Δp, polohy klapky)

Poloha plynového pedálu

Schémy zapojenia potenciometrických snímačov polohy



posunu



pootočenia

Pre nezaťažený potenciometer platí $U_2 = k \cdot x$, resp. $U_2 = k \cdot \alpha$

pričom konštanta úmernosti k je určená pomerom $k = \frac{U_{2max}}{x_{max}} = \frac{U_{2max}}{\alpha_{max}}$

Podmienky:
– stabilné a konštatné napájanie
– prúd nesmie senzor ohrievať
– následný obvod impedančne prispôsobený

X

Zaťažovacia konštanta

Zaťažovacia konštanta D [W.K^{-1}] predstavuje príkon P, potrebný k ohriatiu senzora o teplotu $\Delta\vartheta = 1$K nad teplotu okolitého prostredia.

Max. hodnota meracieho prúdu

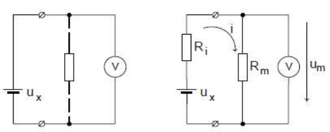
$$I_{dov} = \sqrt{\frac{\Delta\vartheta_{max} D}{R}} \quad [W.K^{-1}]$$

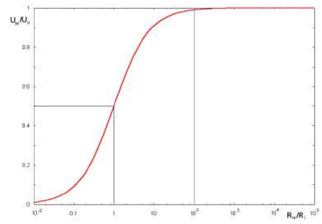
Aktívne snímače – napätie

Príklad: termočlánok, pH sondy, ORP sondy, fotočlánky.

Napätia bývajú rádu μV, resp. mV.

Problém: zaťažiteľnosť. R$_{vst} > 10^9\Omega$



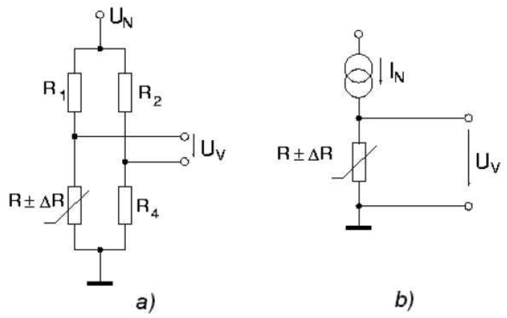


Prístroj	R$_{vst}$	I$_{vst}$
Deprézsky voltmeter	$2.10^3\Omega$	50μA
Avomet	$5.10^3\Omega$	20μA
Elektronický voltmeter	$10^5\Omega$	
Elektrónkový voltmeter	$10^7\Omega$	
Digitálny multimeter	$10^7\Omega$	
pH meter	$10^{12}\Omega$	
Prístrojový OZ	$10^9\Omega$	10 nA
FET OZ	$10^{12}\Omega$	40 pA

Požiadavky na zosilňovač

- diferenciálny zosilňovač
- symetria
- vysoký R_{vst}
- linearita
- vysoké CMRR
- nezávislé nastavenie K, q

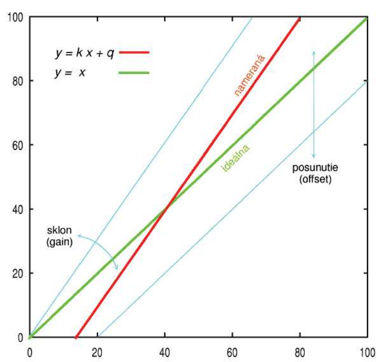
Vyhodnotenie odporových snímačov



Wheatstonov mostík (a) a priamy prevod na napätie (b).

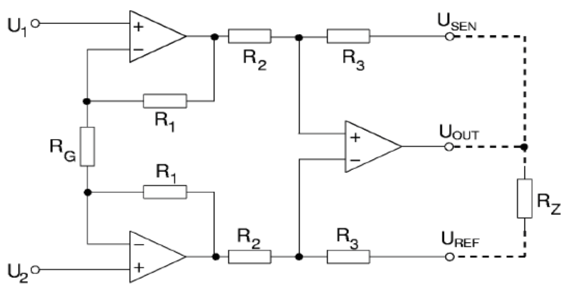
$$U_v = U_N\left(\frac{R \pm \Delta R}{2R \pm \Delta R} - \frac{1}{2}\right) \qquad U_v = I_N(R \pm \Delta R)$$

Nastavovanie K a q



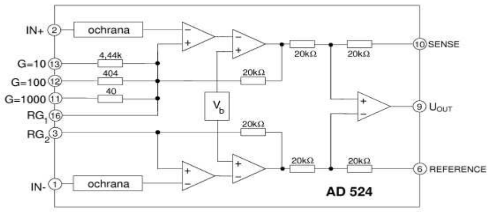
Klasický prístrojový zosilňovač

$$U_v = K(u_1 - u_2) = Ku_1 - Ku_2$$



Integrovaný obvod AD 524

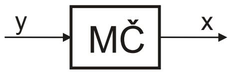
Analog Devices, TESLA (MAC524), a pod.



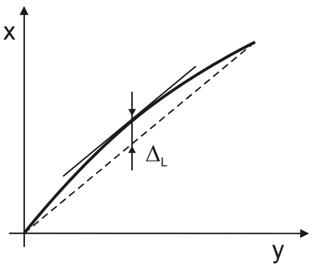
Nelinearita	0,003%	Zosilnenie	1, 10, 100, 1000, A
CMRR	120 dB	Offset	50μV
Drift	0,5μV/°C	Šum	0,3μV p-p
I vst	50 nA	R vst	$10^9\Omega$

Ochrana vstupov (max. 3 mA pre ±36 V). Puzdro DIL 16

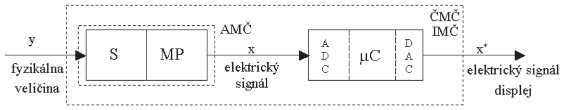
Chyba linearity

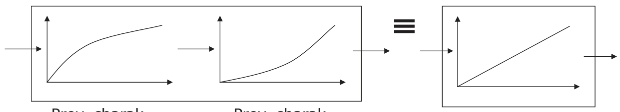


MČ – merací člen



Linearizácia prevodovej charakteristiky snímača



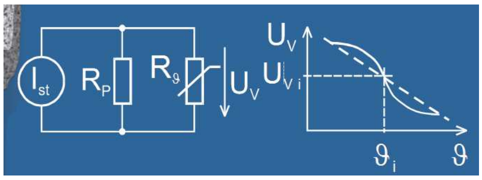


Prev. charak. senzora

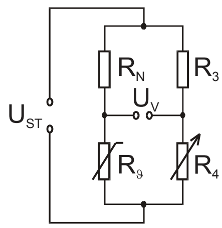
Prev. charak. linearizačného člena

Výsledná lineárna prev. charak. IMČ

Linearizácia paralelným zapojením



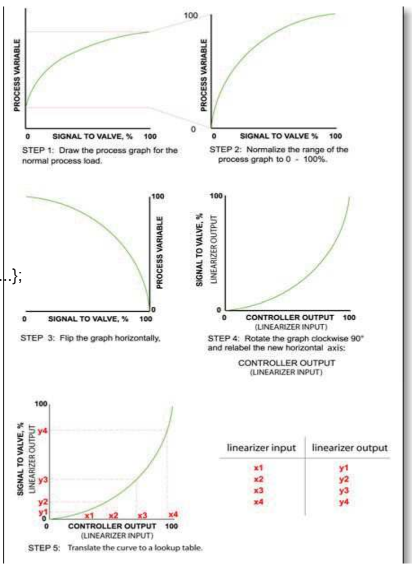
Linearizácia sériovo-paralelným zapojením



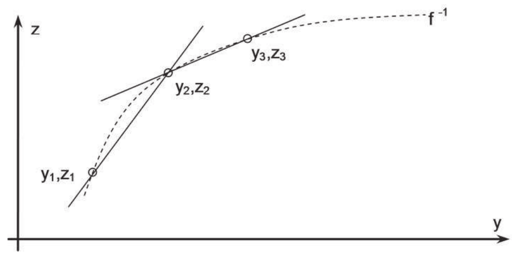
Linearizácia tabuľkou

```
#include <avr/pgmspace.h>

const PROGMEM int table[] = {11,12,15,...};
```



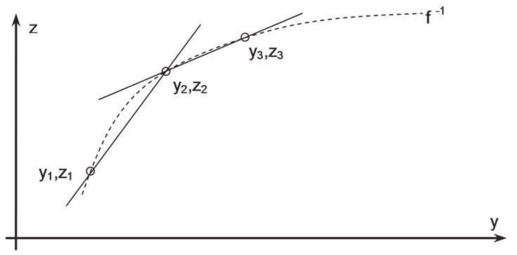
Linearizácia po častiach lin.




```
if (adcValue > y1) && (adcValue <= y2)
   z = k2 & adcValue + q2;

return(y)
```

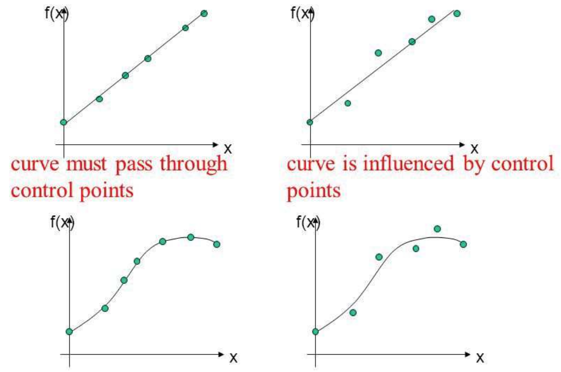
Linearizácia
po častiach lin.

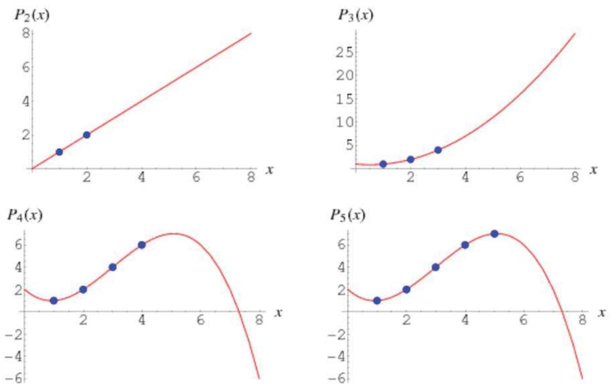



```
if (adcValue > y1) && (adcValue <= y2)
   z = k2 & adcValue + q2;

return(y)
```

Interpolation vs approximation





The Lagrange interpolating polynomial is the polynomial $P(x)$ of degree $\leq (n-1)$ that passes through the n points $(x_1, y_1 = f(x_1))$, $(x_2, y_2 = f(x_2))$, ..., $(x_n, y_n = f(x_n))$, and is given by

$$P(x) = \sum_{j=1}^{n} P_j(x),$$