

Stanovenie prevádzkyschopnosti meracích prevodníkov pre automatizáciu

Súbor medzinárodných noriem definovaný v základnej norme EN 60 770.

Definuje :

- metodiku merania,
- podmienky pri meraní
- zjednocuje parametre udávané výrobcami

Dôležité pokyny

- Výsledky sa udávajú v percentách rozpätia výstupu.
- Chyba použitých meracích prístrojov má byť menšia ako 1/4 chyby skúšaného prístroja.
- Po zapnutí napájania treba počkať na ustálenie teploty.
- Chyby určíme ako odchýlky od vzťahu vstup/výstup udávaného výrobcami.

Odporúčané podmienky :

teplota 15 - 25°C, vlhkosť 45 - 75 % , tlak 86 - 106 kPa

Faktory týkajúce sa presnosti

Počet nameraných bodov by nemal byť menší ako 6, odporúča sa 11 bodov.

Pred meraním treba prejsť celý rozsah nahor i nadol.

Potom séria meraní aspoň trikrát smerom nahor a trikrát smerom nadol

Z výsledkov merania (napr. tab.1) vytvoríme tabuľku chýb výstupu (viď tab.2), kam okrem vstupnej veličiny v percentách (stĺpec 1) zapisujeme aj chyby v percentách ideálneho výstupného rozpätia (stĺpce 2 - 7).

Vstupný rozsah: 20,0 - 120,0 [kPa]

Výstupný rozsah: 0,0 - 100,0 [mV]

Vstup [kPa]	Zmerané hodnoty v [mV]					
	1. meranie		2. meranie		3. meranie	
	nahor	nadol	nahor	nadol	nahor	nadol
20	-0,04	-0,04	-0,05	-0,05	-0,06	-0,06
30	10,06	10,14	10,04	10,15	10,05	10,16
40	20,13	20,23	20,08	20,26	20,09	20,26

50	30,11	30,24	30,09	30,25	30,10	30,26
60	39,96	40,13	39,93	40,15	39,96	40,17
70	49,82	49,98	49,84	50,01	49,87	50,01
80	59,73	59,88	59,75	59,90	59,77	59,92
90	69,68	69,83	69,70	69,84	69,72	69,88
100	79,73	79,83	79,74	79,85	79,78	79,87
110	89,84	89,94	89,85	89,95	89,86	89,96
120	100,09	100,09	100,11	100,11	100,10	100,10
Tabuľka 1. Namerané hodnoty.						

Definície

Chyba (Error)

Rozdiel medzi nameranou veličinou a zodpovedajúcou ideálnou hodnotou na výstupe.

Obvykle sa vyjadruje v percentách rozpätia ideálneho výstupu:

$$e = \frac{Y_{\text{odmerané}} - Y_{\text{ideálne}}}{Y_{\text{max}} - Y_{\text{min}}} \cdot 100\%$$

Kladná chyba znamená, že odmeraná hodnota na výstupe je väčšia ako ideálna hodnota na výstupe.

Príklad výpočtu:

Pri prvom meraní smerom nahor sme pri vstupe 50 kPa (t.j. 30%) zmerali hodnotu 30,11 mV. Ideálna hodnota pre výstupný rozsah 0 - 100 mV je teda 30 mV (t.j. 30%).

$$e = \frac{30,11 - 30}{100 - 0} \cdot 100\% = + 0,11$$

Výsledok je zapísaný v 2. stĺpci tabuľky [2](#) v riadku pre vstup 30%.

Rozsah (Range)

Interval hodnôt medzi hornou a dolnou hranicou rozsahu, napr. 4 až 20 mA.

Rozpätie (Span)

Rozdiel medzi hornou a dolnou hranicou rozsahu, 4 až 20 mA má rozpätie 16 mA.

Vyhodnotenie chýb

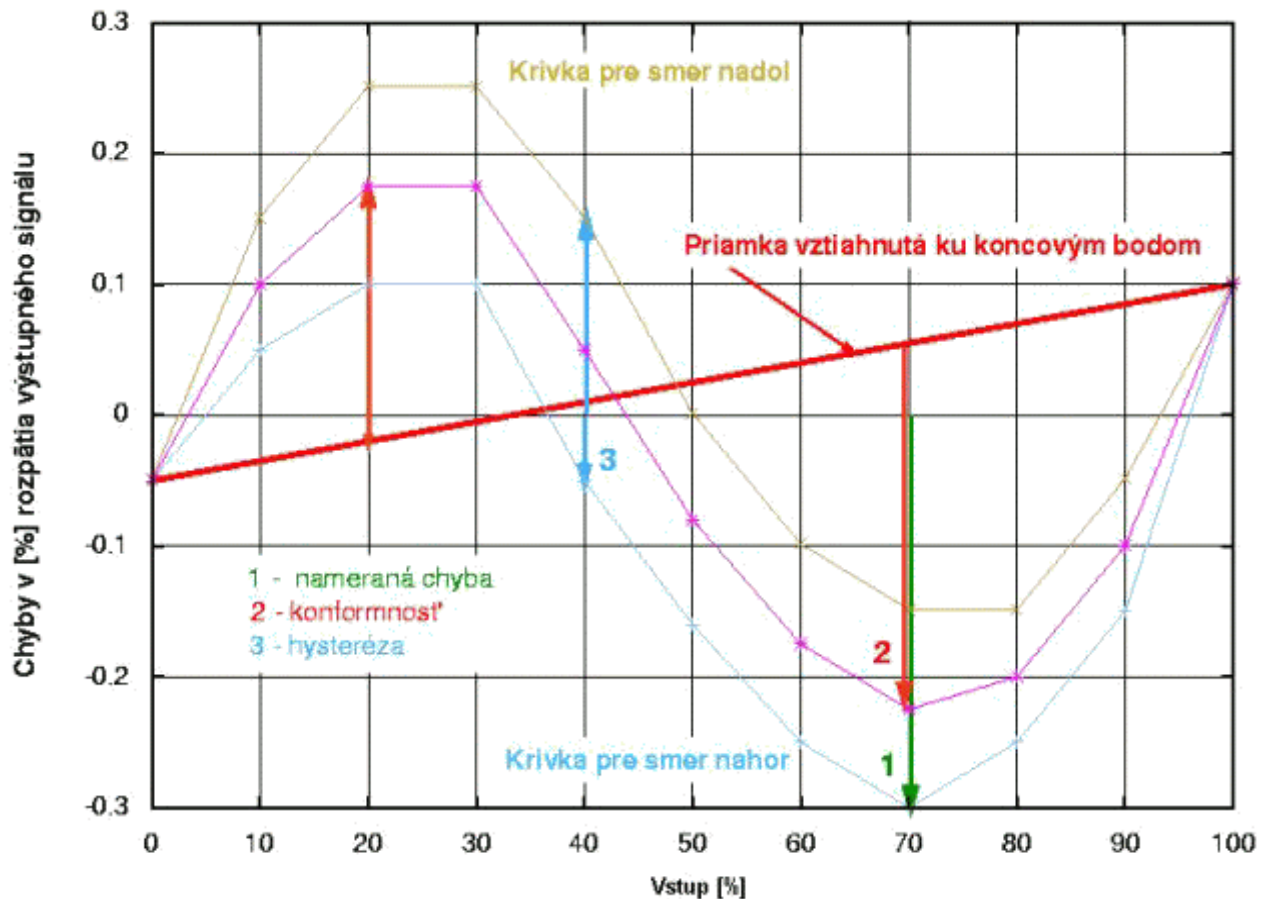
Po skončení merania vypočítame chybu v každom bode (viď tab. 2) a priemerníme:

priemernú chybu (stĺpec 8) z meraní **nahor** (stĺpce 2,4,6),
 priemernú chybu (stĺpec 9) z meraní **nadol** (stĺpce 3,5,7),
 priemernú chybu (stĺpec 10) zo **všetkých** meraní (stĺpce 2-7),

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vstup [%]	Chyby v % výstupného rozpätia								
	1. meranie		2. meranie		3. meranie		Priemery		Priemerná chyba
	nahor	nadol	nahor	nadol	nahor	nadol	nahor	nadol	
0	---	-0,04	---	-0,05	---	-0,06	---	-0,05	-0,05
10	+0,06	+0,14	+0,04	+0,15	+0,05	+0,16	+0,05	+0,15	+0,10
20	+0,13	+0,23	+0,08	+0,26	+0,09	+0,26	+0,10	+0,25	+0,175
30	+0,11	+0,24	+0,09	+0,25	+0,10	+0,26	+0,10	+0,25	+0,175
40	-0,04	+0,13	-0,07	+0,15	-0,04	+0,17	-0,05	+0,15	+0,05
50	-0,18	-0,02	-0,16	+0,01	-0,13	+0,01	-0,16	+0,00	-0,08
60	-0,27	-0,12	-0,25	-0,10	-0,23	-0,08	-0,25	-0,10	-0,175
70	-0,32	-0,17	-0,30	-0,16	-0,28	-0,12	-0,30	-0,15	-0,225
80	-0,27	-0,17	-0,26	-0,15	-0,22	-0,13	-0,25	-0,15	-0,20
90	-0,16	-0,06	-0,15	-0,05	-0,14	-0,04	-0,15	-0,05	-0,10
100	+0,09	---	+0,11	---	+0,10	---	+0,10	---	+0,10

Tabuľka 2. Namerané chyby.

Graf (chybová krivka) zo stĺpcov 8 - 10v závislosti na vstupnom signále v percentách (obr. 1).



Obr. 1. Krivky odchýliek.

- **Nepresnosť** (inaccuracy)

Najväčšia kladná a záporná odchýlka, uvedená v percentách výstupného rozpätia.

V našom príklade je to hodnota $-0,32\%$ zo stĺpca 2 a hodnota $+0,26\%$ zo stĺpcov 5 alebo 7. Preto **nepresnosť je $-0,32\%$ a $+0,26\%$** .

- **Meraná chyba** (measured error)

Najväčšia priemerná odchýlka (abs. hodn.)

V našom príklade je to hodnota $0,25$ zo stĺpca 9 a hodnota $0,30\%$ zo stĺpca 8. Preto **chyba merania je $0,30\%$ pri vstupnom signále 70%** .

- **Nelinearita** založená na koncových bodoch (non-linearity; terminal based)

Maximálna odchýlka medzi priemernou krivkou a zvolenou priamkou.

Všeobecný názov je *nezhoda, nekonformnosť* (non-conformity).

- **Hystereza** (hysteresis)

Najväčší rozdiel medzi chybami výstupu nahor a nadol.

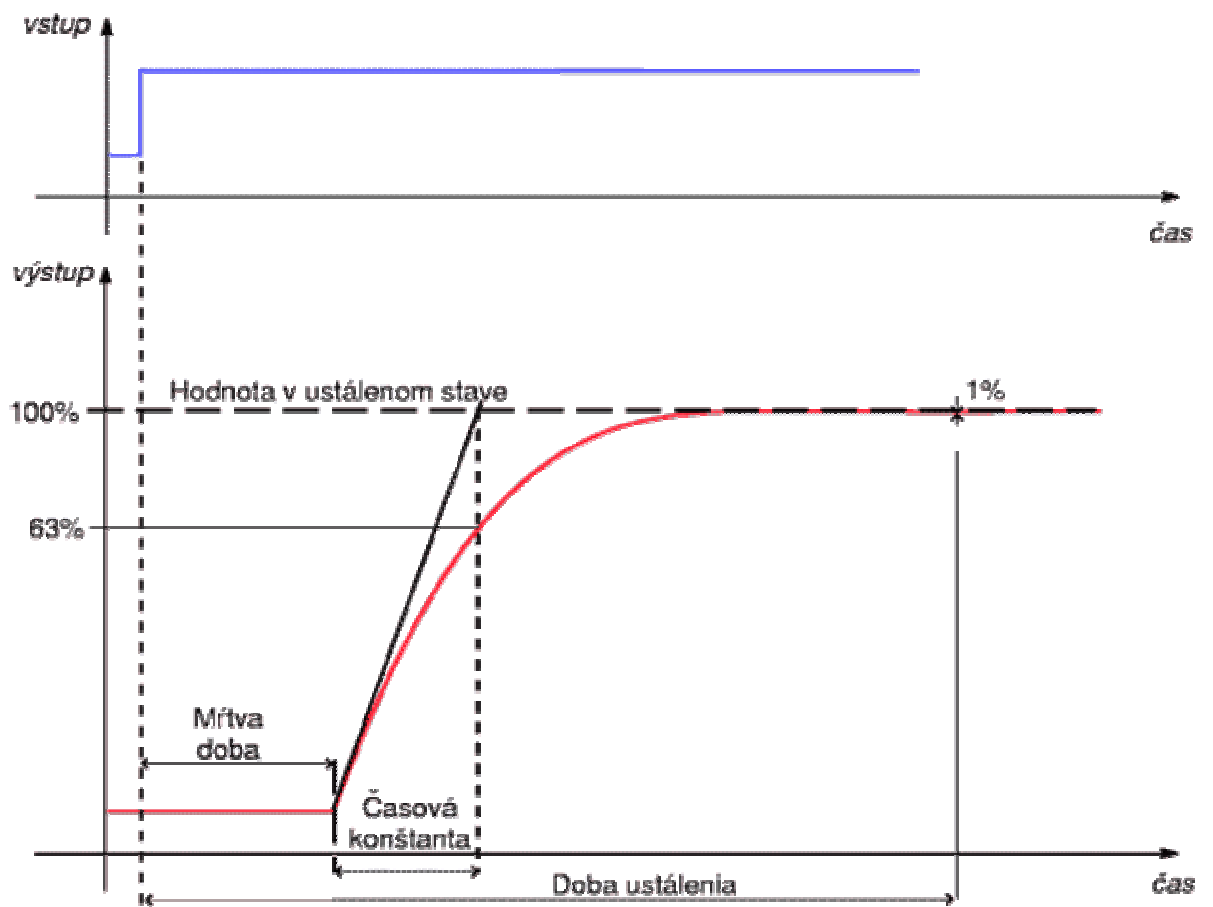
- **Neopakovateľnosť** (non-repeatability)

Max. rozdiel výstupných hodnôt pri rovnakej vstupnej veličine, merané rovnakým smerom.

Určujeme ju priamo z chybovej tabuľky

Dynamické vlastosti

- harmonický vstupný signál (sínusovka) - **frekvenčná charakteristika**
- skokové zmeny **prechodová charakteristika**



Obr. 3. Vyhodnotenie skokovej odozvy.

Príklad:

Aká chyba merania je od zmeny R prírodných vodičov pri meraní teploty Pt 100 – kou v rozsahu 0 – 100°C, pripojenie je 2W Cu vodičmi.

Vodiče majú $l = 25$ m, $\phi_d = 0,4$ mm, zmena teploty $\Delta\vartheta = \pm 20$ °C (vzhľadom na 20 °C)

$$\begin{array}{ll} \rho_{Cu} = 0,0175 \text{ [}\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m]} & \alpha_{Cu} = 0,0068 \text{ [1/}^\circ\text{C]} \\ \text{Al} - 0,02828 & \text{Al} - 0,0049 \\ \text{Pt} - 0,109 & \text{Pt} - 0,0039 \end{array}$$

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad R_{\vartheta} = R_{20} (1 + \alpha \cdot \Delta\vartheta)$$

Riešenie : (ρ_{Cu} je pre 20 °C)

$$R \text{ drôtov pri } 20^\circ\text{C} : R_{20} = 0,0175 \cdot 25 \text{ m} \cdot 2 / 0,125663 \text{ mm}^2 = \underline{6,963 \Omega}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Vybrané hodnoty Pt100 :} & 0^\circ\text{C} \rightarrow 100 \Omega \\ & 50^\circ\text{C} \rightarrow 119,397 \Omega \\ & 100^\circ\text{C} \rightarrow 138,505 \Omega \end{array}$$

Chyba od vodičov je pri 20°C konštantná

$$\delta = \frac{(R_{Pt} + R_{Cu}) - R_{Pt}}{138,505 - 100} \cdot 100 = \frac{6,963}{38,505} \cdot 100 = 18,08\%$$

a dá sa od výsledku odčítať. (priamo R_{20})

Pri zmene teploty vodičov :

$$\Delta\vartheta = \pm 20^\circ\text{C} \rightarrow \Delta\vartheta = \underline{40^\circ\text{C}}$$

$$\Delta R_{\vartheta} = R_{20} \cdot \alpha \cdot \Delta\vartheta$$

$$\Delta R_{\vartheta} = 6,963 \cdot 6,8 \cdot 10^{-3} \cdot 40 = \underline{1,893936 \Omega} \quad \text{Medzi min a max odporom vodičov pri } \Delta\vartheta$$

Význam má stanovenie max. chyby merania, resp. nepresnosti. Tá vyplýva aj z grafu a dá sa vyjadriť.

$$\delta = \frac{\frac{1}{2} 1,893936}{38,505} \cdot 100 = 2,459\%$$

