Csoportosított mérési adatok és ábrázolásuk

Szemléletessé és egyszerübbé teszi az adatok kezelését viszont információ veszteséget okozhat.

Bontsuk fel a mért értékeket tartalmazó intervallumot m darab Δx szélességű szakaszra és legyen egy-egy elemi szakaszban n_1; $n_2 \ldots n_k \ldots n_m$ számú mérési adat. Ha a k-adik számú Δx szakaszban a mért érték x_k és az intervallum n_k számú mért értéket tartalmaz.

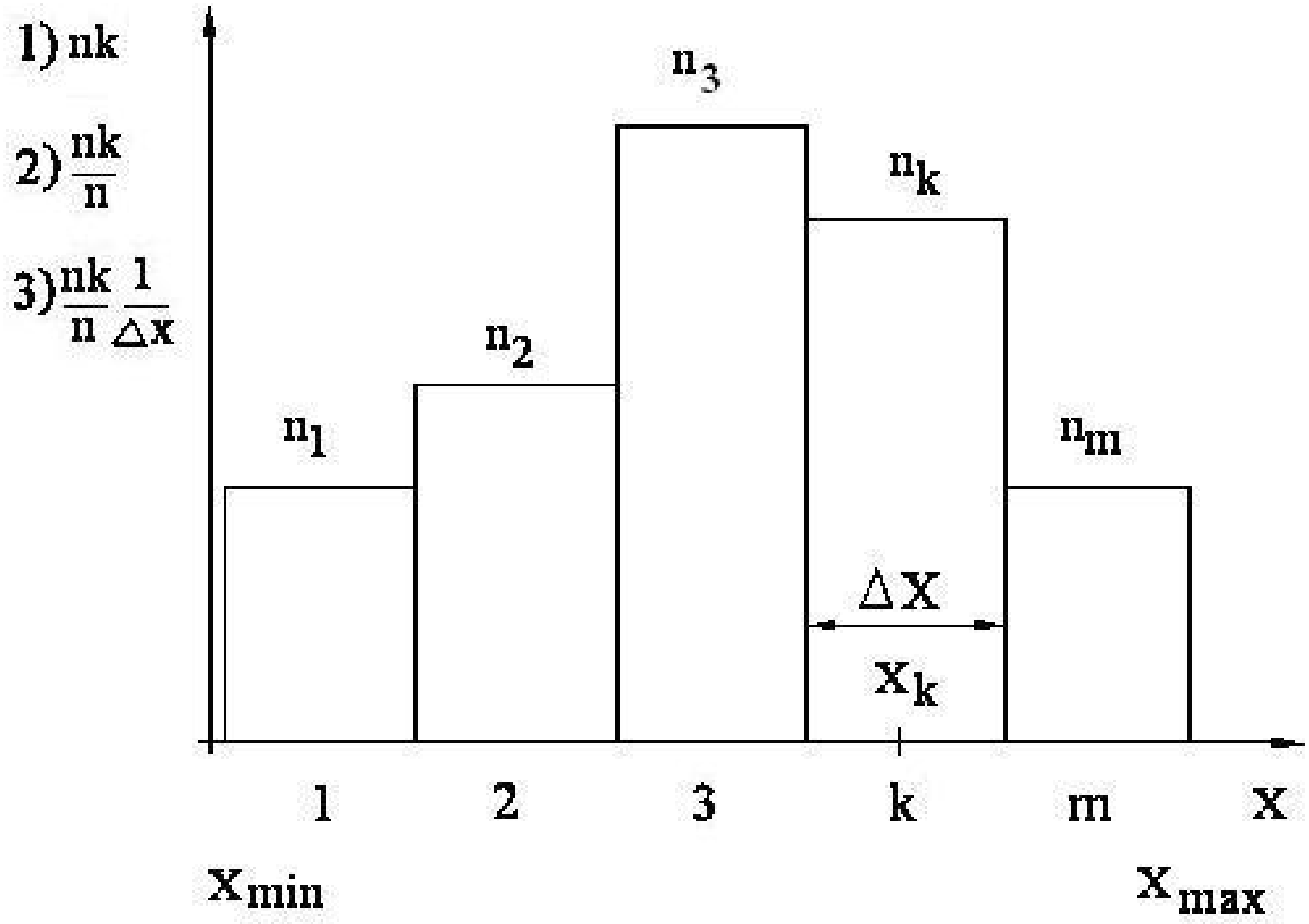
$$n = \sum_{k=1}^{m} n_k$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{m} x_k n_k ,$$

$$E = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{m} \left| x_k - \bar{x} \right| n_k ,$$

$$s = \pm\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{k=1}^{m}\left(x_k - \bar{x}\right)^2 n_k}$$

Hisztogram



$$\frac{n_k}{n}$$

relatív gyakoriság

$$f\left(x_k\right) = \frac{n_k}{n \cdot \Delta x}$$

empirikus sűrűségfüggvény

Analóg mérőműszer bizonytalanságának megadása

$$\pm h = \pm h_{po} \frac{x_{mh}}{x_m}$$

- h a mérés bizonytalansága
- h_{po} pontossági osztály
- x_{mh} méréshatár
- x_m mért érték

Digitális kijelzésű műszer hibájának meghatározása

Hameg műszer esetén megadott összetevők

$$\pm h = \underbrace{\pm h_{rdg} + \pm h_{fs} \frac{x_{fs}}{x_{rdg}}} + \pm \frac{D}{N_K} 100\%$$

TR 1667/B műszer esetén megadott összetevők

- h a mérés bizonytalansága
- h_{rdg} (reading) leolvasott értékre vonatkoztatott hiba
- h_{fs} (full scale) méréshatárra vonatkoztatott hiba
- x_{fs} méréshatár
- x_{rdg} mért érték
- D (digit) bizonytalan jegyek száma
- N_k a digitális műszeren kijelzett teljes szám értéke a tizedes pont nélkül

A mérési eredmények megadása

metrológiailag helyes formában

$$x_h = x_m + K \pm \varepsilon$$

x_h a mérés helyes értéke

x_m a mért érték

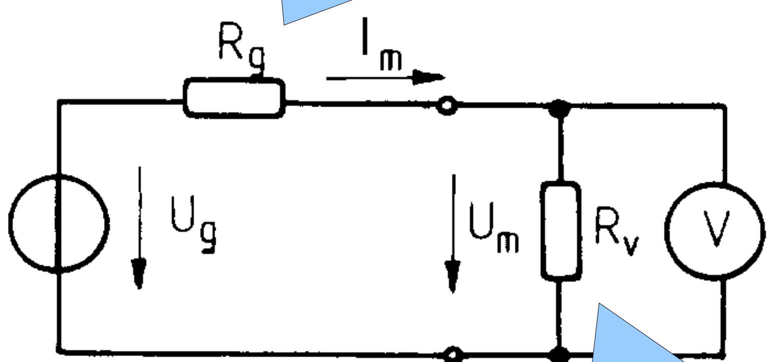
K a korrekció
(a rendszeres hibából)

$\pm\varepsilon$ a véletlen hibák intervalluma
(bizonytalansági sáv)

Thevenin helyettesítő kép elemeinek meghatározása

Mivel az áramkör két ismeretlen mennyiséget (Ug; Rg) tartalmaz, két mérést végzünk két különböző bemeneti ellnállású műszerrel, az egyiket analóg-, a másikat pedig digitális műszerrel.

Generátor belső ellenállása



A műszer bementi ellenállása

$$\left|K\right| = I_m \cdot R_g = \frac{U_m}{R_v} \cdot R_g$$

Az analóg műszer adatai:
$U_{m(A)}$ = 8 V
$U_{mh(A)}$ = 10 V
$R_{v(A)}$ = 200 k Ω
$h_{po(A)}$ = 1,5

A digitális műszer adatai:
$U_{m(D)}$ = 12 V
$U_{mh(D)}$ = 20.00 V
$R_{v(D)}$ = 10 M Ω
Pontosság
h_{rdg}=±0,5% ; D=1

Rg és Rv osztót alkotnak

$$U_{m(A)} = U_g \frac{R_{v(A)}}{R_g + R_{v(A)}} \quad \Rightarrow \quad 8V = U_g \frac{200\,k\Omega}{R_g + 200\,k\Omega}$$

$$U_{m(D)} = U_g \frac{R_{v(D)}}{R_g + R_{v(D)}} \quad \Rightarrow \quad 12V = U_g \frac{10\,M\Omega}{R_g + 10\,M\Omega}$$

$$\frac{8V \cdot R_g}{200\,k\Omega} + 8V = \frac{12V \cdot R_g}{10\,M\Omega} + 12V$$

$$\frac{50 \cdot 8V \cdot R_g - 12V \cdot R_g}{10\,M\Omega} = 4V \quad \Rightarrow \quad 388V \cdot R_g = 4V \cdot 10\,M\Omega$$

$$\mathbf{R_g = 103{,}093\,k\Omega}$$

Rg kiszámítása
2 egyenlet, 2 ismeretlen

A korrekció kiszámítása

$$\left|K\right| = I_m \cdot R_g = \frac{U_m}{R_v} \cdot R_g$$

$$\left|K_A\right| = \frac{U_{m(A)}}{R_{v(A)}} \cdot R_g = \frac{8V}{200k\Omega} \cdot 103{,}093k\Omega = 4{,}12372V$$

$$\left|K_D\right| = \frac{U_{m(D)}}{R_{v(D)}} \cdot R_g = \frac{12V}{10M\Omega} \cdot 103{,}093k\Omega = 123{,}712mV$$

$$\pm h = \pm h_{po} \frac{x_{mh}}{x_m}$$

Az analóg műszer adatai:

$U_{m(A)} = 8$ V

$U_{mh(A)} = 10$ V

$R_{v(A)} = 200$ k Ω

$h_{po(A)} = 1{,}5$

Analóg műszeres mérés bizonytalanságának meghatározása

$$\pm h_{U_A} = \pm h_p \cdot \frac{U_{mh}}{U_A} = \pm 1{,}5\% \cdot \frac{10V}{8V} = \pm 1{,}875\%$$

Az eredmény metrológiailag helyes formában való megadása

$$|K_A| = 4{,}12372V$$

$$x_h = x_m + K \pm \varepsilon$$

$$U = U_A + K_A \pm h_{U_A} = 8V + 4{,}12372V \pm 1{,}875\%$$

$$U = 12{,}12372V \pm 1{,}875\%$$

$$\pm h = \pm h_{rdg} + \pm h_{fs}\frac{x_{fs}}{x_{rdg}} + \pm\frac{D}{N_K}100\%$$

A digitális műszer adatai:
$U_{m(D)} = 12$ V
$U_{mh(D)} = 20.00$ V
$R_{v(D)} = 10$ M Ω
Pontosság
$h_{rdg}=\pm 0,5\%$; D=1

$$\pm h = \pm h_{rdg} + \pm\frac{D}{N_K}100\% =$$

$$= \pm 0,5\% + \pm\frac{1}{1200}100\% =$$

$$= \pm 0,58333\%$$

$$\left|K_D\right| = 123,712 mV$$

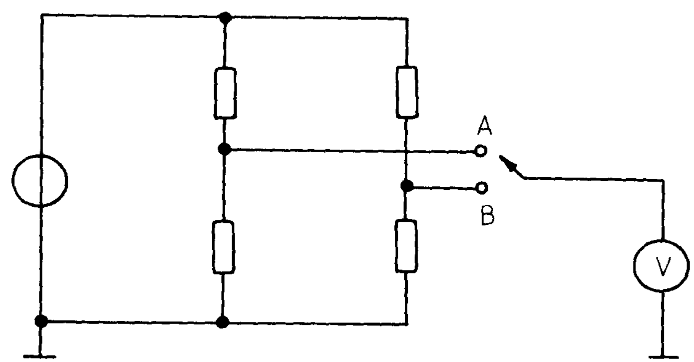
Digitális műszeres mérés bizonytalanságának meghatározása

$$x_h = x_m + K \pm \varepsilon$$

$$U = U_D + K_D \pm h_{U_D} = 12V + 123,712mV \pm 0,58333\%$$

$$U = 12,123712V \pm 0,58333\%$$

Hídkapcsolás kimeneti feszültségének meghatározása különbségi méréssel



A mérés során U_A=5,8 V, U_B=5,7 V-ra adódott.
Az analóg műszer pontossági osztálya 2,5,
a méréshatár 10V.
A kimeneti feszültség értéke:

$$U_{ki} = U_A - U_B = 0{,}1V$$

A felhasznált képletek

$$\mathbf{h} = \frac{\mathbf{H}}{\mathbf{x}_{\mathbf{h}}} \approx \frac{\mathbf{H}}{\mathbf{x}_{\mathbf{m}}}$$

Az abszolút- (H) és a relatívformában (h) megadott hibák közti átszámítás

Hibák összegződése kivonás (z=x-y) esetén

$$H_Z = H_X + H_Y$$

$$h_Z = \frac{H_X + H_Y}{x - y}$$

$$\pm h_{U_A} = \pm h_p \cdot \frac{U_{mh}}{U_A} = \pm 2{,}5\% \cdot \frac{10V}{5{,}8V} = \pm 4{,}310345\%$$

$$\pm H_{U_A} = \pm \frac{h_{U_A}}{100\%} \cdot U_A = \pm \frac{4{,}310345\%}{100\%} \cdot 5{,}8V = \pm 0{,}25V$$

$$\pm h_{U_B} = \pm h_p \cdot \frac{U_{mh}}{U_B} = \pm 2{,}5\% \cdot \frac{10V}{5{,}7V} = \pm 4{,}385965\%$$

$$\pm H_{U_B} = \pm \frac{h_{U_B}}{100\%} \cdot U_B = \pm \frac{4{,}385965\%}{100\%} \cdot 5{,}7V = \pm 0{,}25V$$

$$\pm H_{U_{ki}} = \pm \left| H_{U_A} + H_{U_B} \right| = \pm \left| 0{,}25V + 0{,}25V \right| = \pm 0{,}5V$$

$$\pm h_{U_{ki}} = \pm \frac{H_{U_{ki}}}{U_{ki}} \cdot 100\% = \pm \frac{0{,}5V}{0{,}1V} \cdot 100\% = \boxed{\pm 500\%}$$

Hibák összegződése szorzás, osztás (z=x*y; z=x/y)

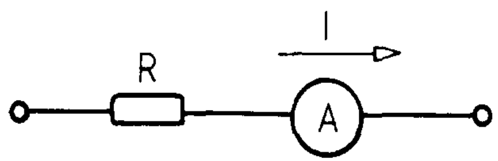
$$h_Z = \left[\left| h_X \right| + \left| h_Y \right| \right]$$

legpesszimistább eset

$$s_Z = \sqrt{\left(y s_X \right)^2 + \left(x s_Y \right)^2}$$

legvalószínűbb eset

Számítással történő teljesítmény meghatározás hibája



h_R

Az ellenállás értéke R = 100Ω ±5%
Az áram értéke I = 0,5 A±0,01 A

H_I

P=I²R=0,5²A*100Ω =25 W

$$\pm h_R = \pm 5\%$$

$$\pm h_I = \pm \frac{0{,}01A}{0{,}5A}100\% = \pm 2\%$$

a legpesszimistább becslés szerint

$$\pm h_P = \pm \left|2h_I + h_R\right| =$$

$$= \pm \left[\left|2 \cdot 2\%\right| + \left|5\%\right|\right] = \pm 9\%$$

szórásként számolva

$$\pm h_P = \pm \sqrt{(2h_I)^2 + (h_R)^2} =$$

$$= \pm \sqrt{(2 \cdot 2)^2 + (5)^2} = \pm 6{,}4\%$$