

Korekcja dryftów liniowych w cyfrowych przyrządach pomiarowych Cz_II

Plan:

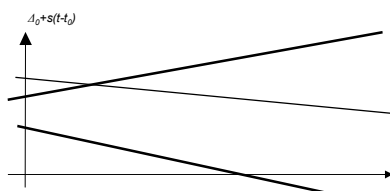
- 1. Korekcja dryftów liniowych -
oddziaływań liniowo zmiennych
addytywnych**
- 2. Zaawansowana korekcja dryftów.**
- 3. Skuteczność korekcji dryftów**

Korekcja dryftów liniowych - oddziaływań liniowo zmiennych addytywnych

Dryft addytywny liniowo zmieniający się w czasie:

$$N_x(t) = K_{Wnom} (U_x + \Delta_0 + s \cdot (t - t_0)),$$

$$K_{Wnom} = 1$$



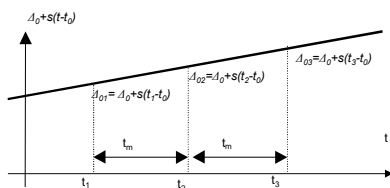
3 nieznanne wielkości:

- 1)- U_x – cel pomiaru
- 2)- Δ_0 – wartość dryftu w początkowy moment czasowy t_0
- 3)- s – stromość – szybkość zmiany dryftu

Korekcja dryftów liniowych - oddziaływań liniowo zmiennych addytywnych

Korekcja błędu addytywnego zapewniającego korekcję błędu addytywnego liniowo zmieniającego się w czasie:

$$N_x(t) = K_{Wnom} (U_x + \Delta_0 + s \cdot (t - t_0))$$



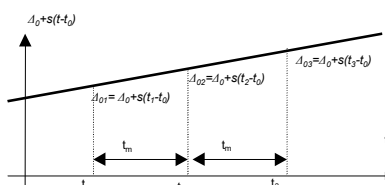
Realizuje się 3 pomiary:

- 1)- pomiar U_{ref} – wynik N_1 (moment czasowy t_1)
- 2)- pomiar U_x - wynik N_x (moment czasowy t_2)
- 3)- pomiar U_{ref} – wynik N_3 (moment czasowy t_3)

7. Korekcja dryftów liniowych - oddziaływań liniowo zmiennych addytywnych

Korekcja błędu addytywnego zapewniającego korekcję błędu addytywnego liniowo zmieniającego się w czasie:

- 1) $N_1 = K_{wnom} \cdot (U_{ref} + \Delta_0 + s(t_1 - t_0))$
 - 2) $N_x = K_{wnom} \cdot (U_x + \Delta_0 + s(t_2 - t_0))$
 - 3) $N_3 = K_{wnom} \cdot (U_{ref} + \Delta_0 + s(t_3 - t_0))$
- $t_3 - t_2 = t_2 - t_1 = t_m$



Wtedy przy $K_{nom}=1$ skorygowany wynik

$$U_{x,kor} = N_x + \frac{N_1 + N_3}{2} - U_{ref}$$

9. Skuteczność korekcji dryftów liniowych

$$U_{x,kor} = N_x + \frac{N_1 + N_3}{2} - U_{ref}$$

Współczynniki wpływu: $|C_{N_x}|=1$ $|C_{N_1}|=|C_{N_3}|=\frac{1}{2}$ $|C_{U_{ref}}|=1$

Złożona niepewność standardowa skorygowanego wyniku

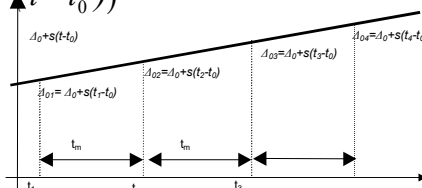
$$u_c(U_{x,kor}) = \sqrt{u^2(N_x) + \frac{1}{4}u^2(N_1) + \frac{1}{4}u^2(N_3) + u^2(U_{ref})} = \sqrt{1.5 \cdot \left(\frac{CNZ^2}{12} + u^2(N_{iz}) \right) + u^2(U_{ref})}$$

8. Zaawansowana korekcja dryftów liniowych - oddziaływań liniowo zmiennych addytywnych

Zaawansowana korekcja błędu addytywnego z wykorzystaniem przetwarzania komutacyjnego z inwersją.

Zapewnia korekcję błędu addytywnego liniowo zmieniającego się w czasie bez napięcia referencyjnego:

$$N_x(t) = K_{Wnom} (U_x + \Delta_0 + s \cdot (t - t_0))$$



Realizuje się 4 pomiary:

- 1)- pomiar U_x – wynik N_{x1} (moment czasowy t_1)
- 2)- pomiar $-U_x$ - wynik N_{x2} (moment czasowy t_2)
- 3)- pomiar $-U_x$ – wynik N_{x3} (moment czasowy t_3)
- 4)- pomiar U_x – wynik N_{x4} (moment czasowy t_4)

8. Zaawansowana korekcja dryftów liniowych - oddziaływań liniowo zmiennych addytywnych

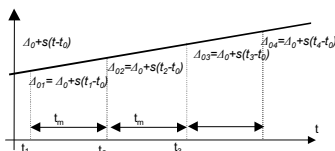
$$1) N_{x1} = K_{wnom} \cdot (U_x + \Delta_0 + s(t_1 - t_0))$$

$$2) N_{x2} = K_{wnom} \cdot (-U_x + \Delta_0 + s(t_2 - t_0))$$

$$3) N_{x3} = K_{wnom} \cdot (-U_x + \Delta_0 + s(t_3 - t_0))$$

$$4) N_{x4} = K_{wnom} \cdot (U_x + \Delta_0 + s(t_4 - t_0))$$

$$t_4 - t_3 = t_3 - t_2 = t_2 - t_1 = t_m$$

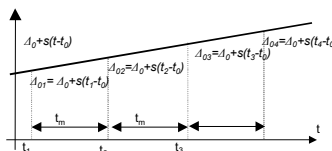


$$U_{x,kor} = \frac{(N_{x1} - N_{x2}) - (N_{x3} - N_{x4})}{4}$$

8. Zaawansowana korekcja dryftów liniowych - oddziaływań liniowo zmiennych addytywnych

Przykład

- 1) Pomiar U_x wynik $N_{x1} = 12.763 \text{ V}$
- 2) Pomiar $-U_x$ wynik $N_{x2} = -12.724 \text{ V}$
- 3) Pomiar $-U_x$ wynik $N_{x3} = -12.711 \text{ V}$
- 4) Pomiar U_x wynik $N_{x4} = 12.802 \text{ V}$



Skorygowany wynik:

$$U_{x, kor} = \frac{(12.763 + 12.724) - (-12.711 - 12.802)}{4} = 12.750 \text{ V}$$

Maksymalny błąd nie skorygowany:

$$\Delta_{\max} = \max(U_{x, kor} - |N_{xi}|) = 12.750 - 12.802 = -0.052 \text{ V} = -52 \text{ mV}$$

9. Skuteczność korekcji dryftów liniowych

$$U_{x, kor} = \frac{(N_{x1} - N_{x2}) - (N_{x3} - N_{x4})}{4}$$

Współczynniki wpływu: $|C_{N_{x1}}| = |C_{N_{x2}}| = |C_{N_{x3}}| = |C_{N_{x4}}| = \frac{1}{4}$

Złożona niepewność standardowa skorygowanego wyniku

$$u_c(U_{x, kor}) = \frac{1}{4} \sqrt{u^2(N_{x1}) + u^2(N_{x2}) + u^2(N_{x3}) + u^2(N_{x4})} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{CNZ^2}{12} + u^2(N_{sz})}$$

Dla przykładu: $WCZ = 0.001 \text{ V} = 1 \text{ mV}$, standardowe odchylenie szumu $\sigma_{sz} = 0.3 \text{ mV}$

Niepewność standardowa skorygowanego wyniku:

$$u_c(U_{x, kor}) = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1^2}{12} + 0.3^2} \text{ mV} \approx 0.21 \text{ mV}$$

Łączna korekcja oddziaływania addytywnego i multiplikatywnego
+ korekcja dryftu liniowego
Pomiar napięcia wejściowego z odwróceniem
oraz napięcia referencyjnego też z odwróceniem:

4 pomiary w jednakowym odstępie czasowym T:

+U_x – wynik N_{x+} = U_x + Δ₀ + s · t₀

-U_x – wynik N_{x-} = -U_x + Δ₀ + s · (t₀ + T)

-U_{ref} – wynik N_{ref-} = -U_{ref} + Δ₀ + s · (t₀ + 2T)

+U_{ref} – wynik N_{ref+} = U_{ref} + Δ₀ + s · (t₀ + 3T)

$$U_{x,kor} = U_{ref} \frac{3N_{x+} - 5N_{x-} + N_{ref+} + N_{ref-}}{N_{x+} + N_{x-} + 3N_{ref+} - 5N_{ref-}}$$

Łączna korekcja oddziaływania addytywnego i multiplikatywnego
+ korekcja dryftu liniowego
Pomiar napięcia wejściowego z odwróceniem
oraz napięcia referencyjnego też z odwróceniem:

4 pomiary w jednakowym odstępie czasowym T:

+U_x – wynik N_{x+} = U_x + Δ₀ + s · t₀

-U_x – wynik N_{x-} = -U_x + Δ₀ + s · (t₀ + T)

-U_{ref} – wynik N_{ref-} = -U_{ref} + Δ₀ + s · (t₀ + 2T)

+U_{ref} – wynik N_{ref+} = U_{ref} + Δ₀ + s · (t₀ + 3T)

$$U_{x,kor} = U_{ref} \frac{3N_{x+} - 5N_{x-} + N_{ref+} + N_{ref-}}{N_{x+} + N_{x-} + 3N_{ref+} - 5N_{ref-}}$$

**Łączna korekcja oddziaływania addytywnego i multiplikatywnego
+ korekcja dryftu liniowego**

**Pomiar napięcia wejściowego z odwróceniem
oraz napięcia referencyjnego też z odwróceniem:**

Przykład: $U_{ref}=8.880\text{ V}$

Pomiar $+U_x$ – wynik $N_{x+}=7.377\text{ V}$

Pomiar $-U_x$ – wynik $N_{x-}=-7.389\text{ V}$

Pomiar $-U_{ref}$ – wynik $N_{ref-}=-8.885\text{ V}$

Pomiar $+U_{ref}$ – wynik $N_{ref+}=-8.905\text{ V}$

Skorygowany wynik:

$$U_{x,kor} = 8.880\text{ V} \frac{3 \cdot 7.377\text{ V} - 5 \cdot (-7.389\text{ V}) + 8.905\text{ V} - 8.885\text{ V}}{7.377\text{ V} - 7.389\text{ V} + 3 \cdot 8.905\text{ V} - 5(8.885\text{ V})} = 7.378\text{ V}$$

Maksymalny nie skorygowany błąd:

$$\Delta_{max} = \max(U_{x,kor} - |N_{xi}|) = 7.378\text{ V} - 7.389\text{ V} = -0.011\text{ V} = -11\text{ mV}$$

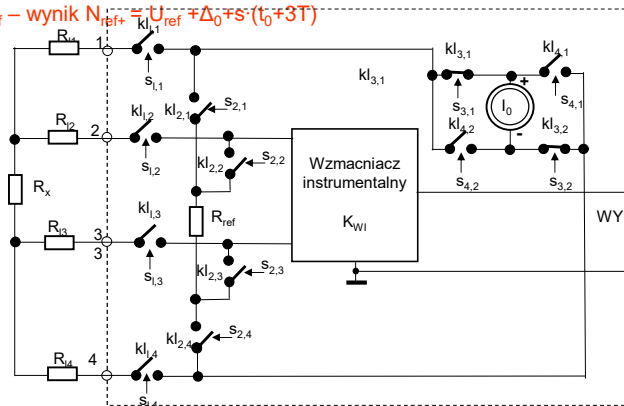
**Korekcja oddziaływania addytywnego i multiplikatywnego
+ korekcja dryftu liniowego**

Miernik rezystancji: 1 rezystor referencyjny i odwrócenie prądu

4 pomiary w jednakowym odstępie czasowym T:

$$\pm U_x = \pm I_0 \cdot R_x \quad \pm U_{ref} = \pm I_0 \cdot R_{ref}$$

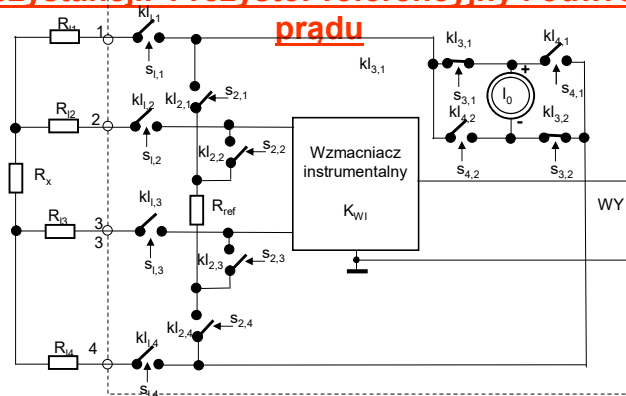
- 1) $+U_x$ – wynik $N_{x+} = U_x + \Delta_0 + s \cdot t_0$;
- 2) $-U_x$ – wynik $N_{x-} = -U_x + \Delta_0 + s \cdot (t_0 + T)$;
- 3) $-U_{ref}$ – wynik $N_{ref-} = -U_{ref} + \Delta_0 + s \cdot (t_0 + 2T)$;
- 4) $+U_{ref}$ – wynik $N_{ref+} = U_{ref} + \Delta_0 + s \cdot (t_0 + 3T)$;



Kalibracja toru pomiarowego

Korekcja oddziaływania addytywnego i multiplikatywnego+ korekcja dryftu liniowego

Miernik rezystancji: 1 rezystor referencyjny i odwrócenie prądu



$$R_{x,kor} = R_{ref} \frac{3N_{x+} - 5N_{x-} + N_{ref+} + N_{ref-}}{N_{x+} + N_{x-} + 3N_{ref+} - 5N_{ref-}}$$