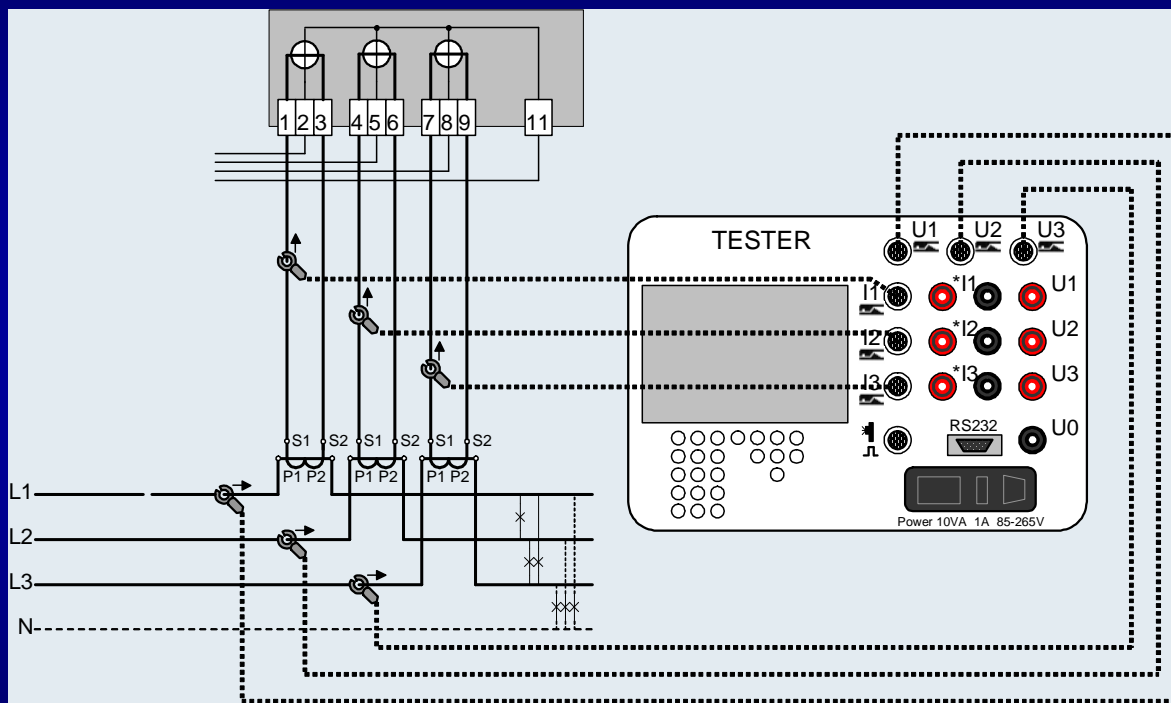


TESTOWANIE CĘGOWYCH LICZNIKÓW KONTROLNYCH

Bezinwazyjne badanie liczników energii podłączonych do sieci odbywa się z zastosowaniem cęgowych liczników kontrolnych



Badanie trójfazowych przekładników prądu podłączonych do sieci

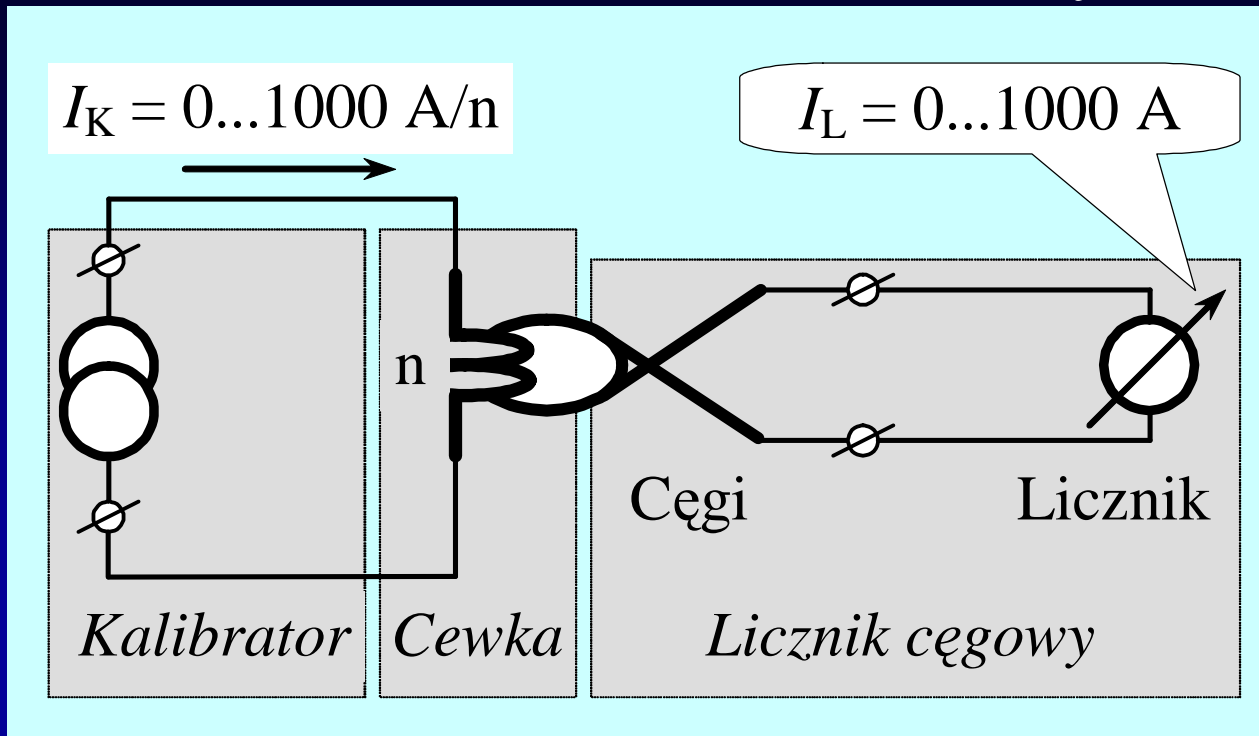


CĘGOWE LICZNIKI KONTROLNE (analizatory, testery) mają funkcje:

- ✓ sprawdzania dokładności liczników energii
- ✓ weryfikacji poprawności połączeń sieci
- ✓ pomiaru parametrów sieci
- ✓ sprawdzania dokładności przekładników prądu
- ✓ analizy jakości energii

Przedstawiono koncepcję testowania (sprawdzania dokładności) cęgowych liczników kontrolnych

UKŁAD DO SPRAWDZANIA LICZNIKÓW CĘGOWYCH (wejścia prądowego)



?

$$I_L = I_K \cdot n = I_{eff}$$

I_L – prąd licznika
 n – liczba zwoi cewki
 I_K – prąd kalibratora
 I_{eff} – efektywny prąd kalibratora

Układ składa się z kalibratora prądu, cewki i licznika cęgowego.

Cewki mają różną konstrukcję.

Idea układu z cewką bazuje na tej zależności.



Równanie nie uwzględnia niepewności spowodowanej interakcją miernik cęgowy / cewka, w skrócie niepewność interakcji

NIEPEWNOŚĆ SPRAWDZANIA LICZNIKÓW CĘGOWYCH

Absolutna niepewność sprawdzania licznika cęgowego z zastosowaniem kalibratora prądu i cewki

$$U = \sqrt{U_{INT}^2 + U_{KAL}^2}$$

U_{KAL} - niepewność efektywnego prądu kalibratora
 U_{INT} - niepewność interakcji

Tablica pokazuje, że niepewność interakcji ma składową multiplikatywną w % efektywnego prądu i składową addytywną.

Range	1 year Absolute Uncertainty, total $\pm 5^\circ\text{C}$ \pm (% of effective current + A)			
	Toroidal-Wound Current Clamps		Other Current Clamps	
DC, 0-11A	0.26%	0.05A	0.50%	0.50A
45-65 Hz, 2.2-11A	0.26%	0.11A	0.50%	0.50A
65-440 Hz, < 2.2A	0.27%	0.11A	0.51%	0.51A

Przykład

przy nastawie prądu kalibratora 4A / 60Hz oraz stosowaniu cewki 5500A/Coil o liczbie zwoi $n=50$:

- niepewność sprawdzenia licznika jest równa

$$U_{5500A} = \sqrt{0,275\%^2 + 0,110\%^2} = 0,296\% \text{ przy stosowaniu kalibratora 5500A i} \quad (3)$$

$$U_{C101F} = \sqrt{0,275\%^2 + 0,113\%^2} = 0,297\% \text{ przy stosowaniu kalibratora C101F.} \quad (4)$$

Z analizy równań wynika, że o niepewności sprawdzania licznika cęgowego decyduje niepewność interakcji

DEFINICJA NIEPEWNOŚCI INTERAKCJI

W literaturze nie znaleziono definicji niepewności interakcji, dlatego

Przyjęto następującą postać analityczną niepewności interakcji:

$$U_{INT} = I_n - I_1 \quad @ \quad I_{eff} = \text{const}$$

gdzie:	I_n – wynik pomiaru prądu I_{eff} z zastosowaniem cewki o liczbie zwoi n i w położeniu cęgów względem cewki jak na rys.3a,
	I_1 - wynik pomiaru prądu I_{eff} z zastosowaniem pojedynczego przewodu z prądem zamiast cewki i położonego w środku szczęk cęgów (położenie 1) jak na rys.3b,
	I_{eff} – prąd efektywny w cewce lub pojedynczym przewodzie.



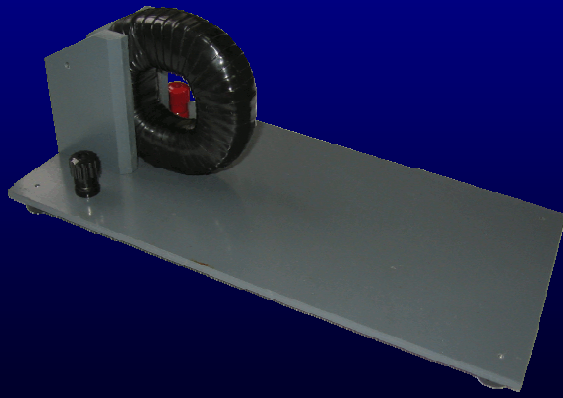
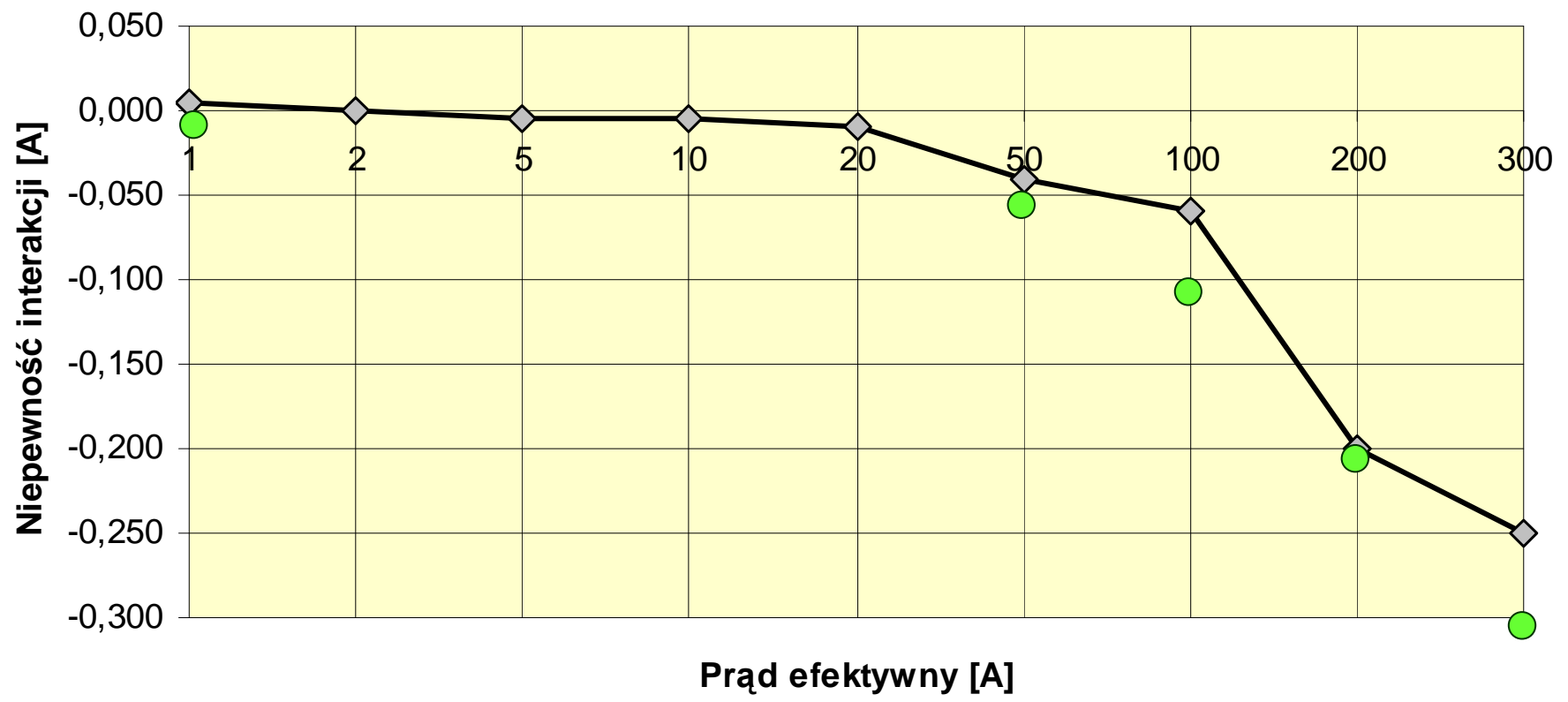
3a



3b

Rys. 3. Położenie cęgów 1000 A względem cewki ZW100/10A (3a) i przewodu z prądem (3b)

BADANIE NIEPEWNOŚCI INTERAKCJI



Wykres niepewności interakcji w funkcji efektywnego prądu.

Niepewność interakcji krajowej cewki ZW100/10A o $n=100$ może być określona zależnością *0,1% wartości efektywnego prądu plus 5mA* (zielone punkty).

BADANIE NIEPEWNOŚCI INTERAKCJI



3a

Obrót cęgów o 90° zwiększa niepewność interakcji o 0,06%



3b

Zmiana położenia przewodu z „1” na „3” lub „5” zwiększa niepewność interakcji o 0,06%.

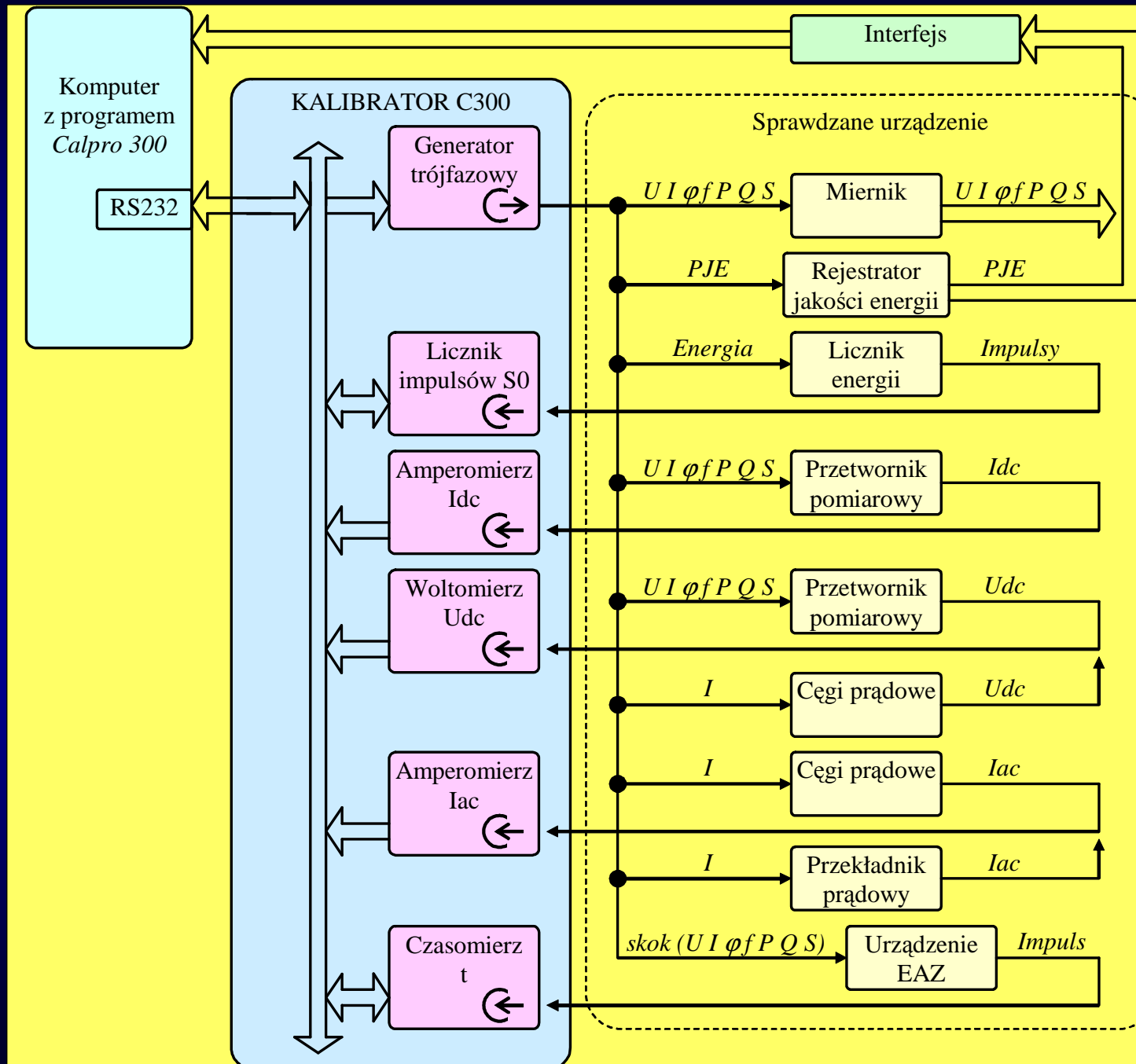
Zmiana położenia przewodu z „1” na „2” lub „4” zmniejsza niepewność interakcji o 0,06%



Jak sprawdzać najbardziej dokładne cęgowe liczniki kontrolne klasy 0,2 dla zakresu 100A?

Krajowym przykładem takiego licznika jest Calport100 produkowany w Zielonej Górze.

AUTOMATYCZNE SPRAWDZANIE LICZNIKÓW CĘGOWYCH



Automatyczne sprawdzanie liczników cęgowych w układzie kalibrator/tester, komputer i badany licznik.

Na wejście licznika jest podawany wzorcowy wektor trójfazowy.

Impulsy z licznika są podawane na licznik impulsów kalibratora.

C300 pełni rolę automatycznej stacji wzorcowniczej

AUTOMATYCZNE SPRAWDZANIE LICZNIKÓW CĘGOWYCH

Kalibrator jest stosunkowo nieduży.

Kalibrator ma trzy wyjścia prądowe do 100A, na które są zapinane cęgi sprawdzanego licznika bez konieczności stosowania cewek i uwzględniania niepewności interakcji.



AUTOMATYCZNE SPRAWDZANIE LICZNIKÓW CĘGOWYCH

Plik Widok Opcje Pomoc
 Zakres Wł. Zakres Wł. Zakres Wł. Kształt
 U 0.5000 V 60V U 0.5000 V 60V U 0.5000 V 60V U I
 I 0.005000 A 0.5A I 0.005000 A 0.5A I 0.005000 A 0.5A I
 φ 0.00 φ 0.00 φ 0.00
 U12 120.00 U13 -120.00 f 50.000 Hz Synch
 L123 3 FAZY, 4 PRZEWODY
 Standby Operate
 P-Q+ II P-Q+ I
 III P-Q- IV P-Q-

UI Phi P Q S
 Symetryczny
 Asymetryczny
 Kształt
 Jakość energii
 Testowanie urządzeń
 Licznik energii
 Typ
 Procedura
 Auto Test
 Wynik
 Admin
 Tabela
 Wykres
 Przekładnik
 Przekładnik prądowy
 Cęga
 Przetwornik
 Klient

Test dokładności		Zliczanie impulsów			Test liczydła													Zaawansowane		
Nr	Data	Czas	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	U12 [V]	U23 [V]	U31 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	F [Hz]	Phi1	Phi2	Phi3	Limit [%]	ε [%]	εs [%]	OK	
1	2010-06-18	14:28:27	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	100.000	0.000000	0.000000	50.300	0.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.200	0.013	0.003	✓
2	2010-06-18	14:29:41	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	100.000	0.000000	0.000000	50.300	60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	0.114	0.000	✓
3	2010-06-18	14:30:54	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	100.000	0.000000	0.000000	50.300	-60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	-0.121	0.031	✓
4	2010-06-18	14:32:08	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	80.000	0.000000	0.000000	50.300	0.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.200	0.013	0.003	✓
5	2010-06-18	14:34:32	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	80.000	0.000000	0.000000	50.300	60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	0.047	0.028	✓
6	2010-06-18	14:35:48	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	80.000	0.000000	0.000000	50.300	-60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	-0.050	0.028	✓
7	2010-06-18	14:37:03	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	50.000	0.000000	0.000000	50.300	0.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.200	0.015	0.000	✓
8	2010-06-18	14:38:17	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	50.000	0.000000	0.000000	50.300	60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	0.015	0.000	✓
9	2010-06-18	14:39:32	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	50.000	0.000000	0.000000	50.300	-60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	-0.003	0.031	✓
10	2010-06-18	14:40:49	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	30.000	0.000000	0.000000	50.300	0.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.200	-0.003	0.027	✓
11	2010-06-18	14:42:05	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	30.000	0.000000	0.000000	50.300	60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	-0.125	0.046	✓
12	2010-06-18	14:43:28	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	30.000	0.000000	0.000000	50.300	-60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	0.138	0.027	✓
13	2010-06-18	14:44:50	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	20.0000	0.000000	0.000000	50.300	0.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.200	0.014	0.000	✓
14	2010-06-18	14:46:11	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	20.0000	0.000000	0.000000	50.300	60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	-0.079	0.000	✓
15	2010-06-18	14:47:35	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	20.0000	0.000000	0.000000	50.300	-60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	0.076	0.027	✓
16	2010-06-18	14:49:02	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	10.0000	0.000000	0.000000	50.300	0.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.200	0.014	0.000	✓
17	2010-06-18	14:50:26	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	10.0000	0.000000	0.000000	50.300	60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	-0.094	0.027	✓
18	2010-06-18	14:52:01	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	10.0000	0.000000	0.000000	50.300	-60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	0.153	0.000	✓
19	2010-06-18	14:53:34	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	5.00000	0.000000	0.000000	50.300	0.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.200	0.029	0.027	✓
20	2010-06-18	14:55:09	200.000	200.000	200.000	346.410	346.410	346.410	5.00000	0.000000	0.000000	50.300	60.00 °	0.00 °	0.00 °	L123	0.400	0.049	0.000	✓

Fragment tablicy testu dokładności cęgowego licznika kontrolnego dla zakresu 100A.
 Kolumny z parametrami punktu pomiarowego, limitem błędu, średnią i odchyleniem standardowym.
 Czas pomiaru w jednym punkcie wynosi 90s.
 Automatyczny test 100-tu punktów trwa około 3h.

TESTOWANIE CĘGOWYCH LICZNIKÓW KONTROLNYCH

- 1. Liczniki cęgowe klasy 0,2% dla zakresu 100A powinny być wzorcowane bez stosowania cewek, aby uniknąć niepewności interakcji o wartości około 0,3%.*
- 2. Przewód prowadzący prąd powinien być umieszczony w środkowej części pola wyznaczonego szczękami cęgów – zaniechanie stosowania tej zasady skutkuje dodatkowo niepewnością 0,06% od wzorcowania i 0,06% od pomiaru.*

Andrzej Olencki

Dziękuję za uwagę.
Proszę o pytania i komentarze