

Analizatory i rejestratory parametrów sieci PQA823 i PQA824

Tomasz Koczorowicz

Firma HT Italia wprowadziła do swojej oferty nowe analizatory i rejestratory parametrów sieci elektrycznej. Przyrządy mierzą i rejestrują wszystkie parametry wymienione w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. (Dz. U. Nr 93 z 2007 poz. 623) w sprawie szczególnych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego oraz w normie PN-EN50160. W Polsce dystrybucję urządzeń prowadzi firma Tomtronix.

Dla wyjaśnienia zasady działania rejestratora konieczne jest zapoznanie się ze sposobem gromadzenia przez niego danych. Mierniki PQA823 (rys. 1) i PQA824 próbują z częstotli-

wością 12,8 kHz, wyznaczając przebieg analizowanego sygnału. Odpowiada to 256 punktom na cykl pomiarowy, który trwa 20 ms i jest równy okresowi przebiegu sygnału. Przyrządy, podczas jednego cyklu

pomiarowego, rejestrują w swojej pamięci podręcznej wszystkie parametry wybrane przez użytkownika do rejestracji. Operator ustala tzw. okres uśredniania w zakresie od 1 sekundy (minimalny) do 60 minut (maksymalny). Analizatory, spośród danych zgromadzonych w pamięci podręcznej w okresie uśredniania (np. dla okresu uśredniania 5 s jest to 250 wyników), wyszukują i obliczają dla każdego parametru wartość minimalną, maksymalną oraz średnią. Te trzy informacje, po upływie każdego kolejnego okresu uśredniania, są zapisywane w pamięci głównej przyrządu, a następnie, po zakończeniu procesu rejestracji – udostępniane operatorowi. Taka metoda kompresji danych znacznie wydłuża okres, w którym można rejestrować parametry systemu elektrycznego i jest zgodna z wymaganiami obowiązujących przepisów.

Kontrola jakości zasilania

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczególnych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, nazywane dalej rozporządzeniem, określa parametry jakościowe energii elektrycznej dla poszczególnych grup przyłączeniowych. W dalszej części artykułu zaprezentowano jak, korzystając z analizatora PQA823 (PQA824), można sprawdzić parametry związane z jakością zasilania wymienione w regulacji. Miernik, w przypadku systemów elektroenergetycznych średnich i wysokich na-



Rys. 1. Rejestrator PQA823

pięć, podłączany jest do przekładnika napięciowego. Operator wprowadza w nastawach przyrządu odpowiednią wartość przekładni napięciowej, a podczas analizy uzyskanych wyników uwzględnia deklarowany błąd przekładnika napięciowego. Przyrząd automatycznie przelicza zmierzone wartości napięcia na rzeczywiste, występujące w sieci średniego lub wysokiego napięcia.

Rozporządzenie, pkt 1.

Wartość średnia częstotliwości, mierzonej przez 10 sekund w miejscach przyłączenia, powinna być zawarta w przedziale:

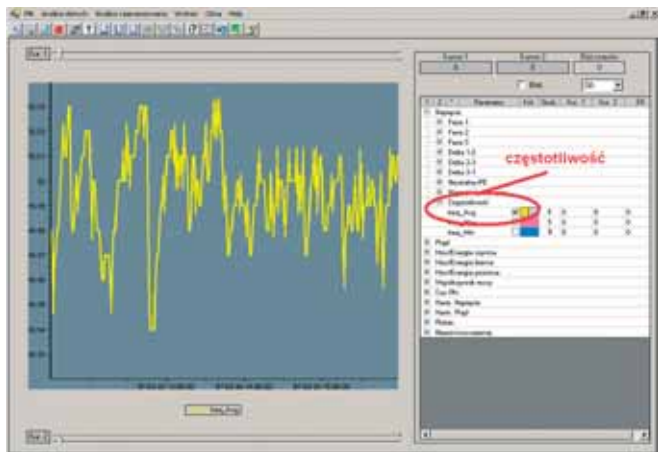
- a) 50 Hz ±1% (od 49,5 Hz do 50,5 Hz) przez 99,5% tygodnia,
- b) 50 Hz +4% / -6% (od 47 Hz do 52 Hz) przez 100% tygodnia.

Operator wybiera do rejestracji parametry – napięcie i częstotliwość. Ustala okres uśredniania – 10 sekund oraz czas rejestracji – jeden tydzień. Po zakończeniu rejestracji zapoznaje się z wynikami pomiaru wartości średniej częstotliwości zobrazowanymi w formie wykresu (rys. 2) lub tabeli (rys. 3).

Rozporządzenie, pkt 2.

Dla podmiotów zaliczanych do grup przyłączeniowych I i II: W każdym tygodniu 95% ze zbioru 10-minutowych średnich wartości skutecznych napięcia zasilającego powinno mieścić się w przedziale odchyień:

- a) ±10% napięcia znamionowego dla sieci o napięciu znamionowym 110 kV i 220 kV,
- b) +5% / -10% napięcia znamionowego dla sieci o napięciu znamionowym 400 kV.



Rys. 2. Wykres zmiany częstotliwości w czasie

Time	freq, Hzp
1 30-03-07 11:30:00	49,99
2 30-03-07 11:30:10	49,99
3 30-03-07 11:30:20	49,99
4 30-03-07 11:30:30	49,97
5 30-03-07 11:30:40	49,97
6 30-03-07 11:30:50	49,99
7 30-03-07 11:31:00	49,99
8 30-03-07 11:31:10	49,99
9 30-03-07 11:31:20	50
10 30-03-07 11:31:30	50,01
11 30-03-07 11:31:40	50,02
12 30-03-07 11:31:50	50,01
13 30-03-07 11:32:00	50,01
14 30-03-07 11:32:10	50,02
15 30-03-07 11:32:20	50,03
16 30-03-07 11:32:30	50,03
17 30-03-07 11:32:40	49,99
18 30-03-07 11:32:50	49,99
19 30-03-07 11:33:00	49,99
20 30-03-07 11:33:10	49,99
21 30-03-07 11:33:20	50
22 30-03-07 11:33:30	49,99
23 30-03-07 11:33:40	50
24 30-03-07 11:33:50	50
25 30-03-07 11:34:00	50,01
26 30-03-07 11:34:10	50,01
27 30-03-07 11:34:20	50,01
28 30-03-07 11:34:30	50,02

Rys. 3. Tabela z wynikami pomiaru częstotliwości

A
M
A
L
K
R
E

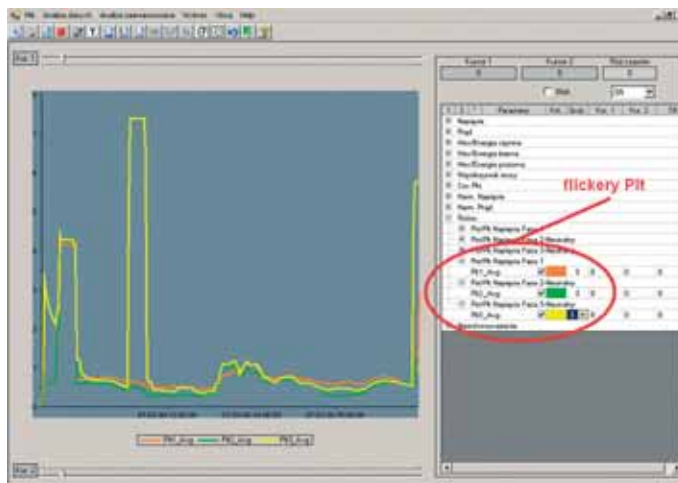
Time	V1_Avg	V2_Avg	V3_Avg	
1	30-05-07 11:30:00	234,9	218,8	189,3
2	30-05-07 11:40:00	236,1	218,1	189
3	30-05-07 11:50:00	234,7	218	189,9
4	30-05-07 12:00:00	234	218,5	189,9
5	30-05-07 12:10:00	234	218,5	189,9
6	30-05-07 12:20:00	233,2	214,6	182,3
7	30-05-07 12:30:00	233,1	214,4	181,7
8	30-05-07 12:40:00	233,8	215	182,5
9	30-05-07 12:50:00	233,4	214,6	182,6
10	30-05-07 13:00:00	233,6	214,8	182,5
11	30-05-07 13:10:00	234,1	218,1	184
12	30-05-07 13:20:00	233,7	214,9	183,6
13	30-05-07 13:30:00	229,6	207,3	187,5
14	30-05-07 13:40:00	228,3	204,5	184,9
15	30-05-07 13:50:00	231,3	201,2	181,2
16	30-05-07 14:00:00	221,3	201,3	181,8
17	30-05-07 14:10:00	221,5	201,4	180,7
18	30-05-07 14:20:00	221,7	201,8	180,8
19	30-05-07 14:30:00	222,3	202,4	182,5
20	30-05-07 14:40:00	222,4	202,3	183,3
21	30-05-07 14:50:00	221,4	201,4	182,3
22	30-05-07 15:00:00	222,3	202,1	182,4
23	30-05-07 15:10:00	222,3	202,4	183,6
24	30-05-07 15:20:00	222,7	202,7	184,1
25	30-05-07 15:30:00	222,8	202,6	184,2
26	30-05-07 15:40:00	230,3	200,5	182,3
27	30-05-07 15:50:00	230	199,9	181,3
28	30-05-07 16:00:00	219,9	199,8	181,8

Rys. 4.
Tabela
z wynikami
pomiaru napięcia

Dla podmiotów zaliczanych do grup przyłączeniowych III – V: W każdym tygodniu 95% ze zbioru 10-minutowych średnich wartości skutecznych napięcia zasilającego powinno mieścić się w przedziale odchyleń $\pm 10\%$ napięcia znamionowego.

Operator wybiera do rejestracji parametr – napięcie. W zależności od rodzaju sieci:

jednofazowa, trójfazowa trójprzewodowa lub trójfazowa czteroprzewodowa, są to różne napięcia. Ustala okres uśredniania – 10 minut oraz czas rejestracji – jeden tydzień. Po zakończeniu rejestracji zapoznaje się z wynikami pomiaru wartości średniej skutecznej napięcia zasilającego zobrazowanymi w formie wykresu lub tabeli (rys. 4).



Rys. 5.
Wykres
zmiany
współczynnika
migotania
w czasie

Time	Pst1_Avg	Pst2_Avg	Pst3_Avg	Pst1_Avg	Pst2_Avg	Pst3_Avg
1	30-05-07 11:32:00	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
2	30-05-07 11:33:00	0,492	0,619	1,601	0,3905123	0,4113474
3	30-05-07 11:42:00	0,571	0,508	4,846	0,4604338	0,4849344
4	30-05-07 11:52:00	0,53	0,553	3,111	0,484225	0,5054931
5	30-05-07 12:02:00	0,63	0,647	0,759	0,5202957	0,5379429
6	30-05-07 12:12:00	0,702	0,722	0,771	0,5593708	0,5772841
7	30-05-07 12:22:00	0,608	0,614	0,979	0,566839	0,5828798
8	30-05-07 12:32:00	0,811	0,63	1,189	0,5772389	0,5891867
9	30-05-07 12:42:00	0,837	0,707	3,749	0,5892767	0,6046931
10	30-05-07 12:52:00	0,599	0,628	0,863	0,5893526	0,6037892
11	30-05-07 13:02:00	0,662	0,668	0,762	0,5979193	0,614538
12	30-05-07 13:12:00	1,625	3,996	4,021	1,68895	1,708398
13	30-05-07 13:22:00	2,227	3,319	2,862	1,71967	2,048981
14	30-05-07 13:32:00	0,264	0,387	0,397	0,449054	0,263397
15	30-05-07 13:42:00	0,699	0,634	0,714	0,480296	0,283479
16	30-05-07 13:52:00	0,654	0,58	0,9	0,44881	0,283921
17	30-05-07 14:02:00	0,759	0,621	2,299	0,448813	0,283473
18	30-05-07 14:12:00	0,557	0,508	1,336	0,448933	0,283096
19	30-05-07 14:22:00	0,487	0,236	0,32	0,448837	0,282762
20	30-05-07 14:32:00	0,55	0,379	0,869	0,448257	0,282461
21	30-05-07 14:42:00	0,758	0,609	1,189	0,448414	0,282204
22	30-05-07 14:52:00	0,753	0,528	0,753	0,448767	0,282509
23	30-05-07 15:02:00	0,636	0,57	0,688	0,448712	0,28191
24	30-05-07 15:12:00	0,688	0,641	0,809	0,4370911	0,274208
25	30-05-07 15:22:00	0,623	0,544	0,969	0,435277	0,262664
26	30-05-07 15:32:00	0,716	0,694	0,761	0,4347007	0,2630959
27	30-05-07 15:42:00	0,704	0,602	0,767	0,4395608	0,2690919
28	30-05-07 15:52:00	0,705	0,547	0,606	0,4389544	0,2672006

Rys. 6.
Tabela
z wynikami
pomiaru
współczynnika
migotania

Rozporządzenie, pkt 3.

Przez 95% czasu każdego tygodnia wskaźnik długookresowego migotania światła P_{lt} spowodowanego wahaniami napięcia zasilającego nie powinien być większy od 0,8 (dla podmiotów zaliczanych do grup przyłączeniowych I i II) lub 1,0 (dla podmiotów zaliczanych do grup przyłączeniowych III – V).

Operator wybiera do rejestracji parametr – napięcie oraz wskaźnik migotania światła (tzw. flicker). Ustala okres uśredniania – 10 minut oraz czas rejestracji – jeden tydzień. Po zakończeniu rejestracji zapoznaje się z wynikami pomiaru wskaźników krótkookresowego P_{st} oraz długookresowego P_{lt} migotania światła dla każdej fazy w formie wykresu (rys. 5) lub tabeli (rys. 6). Miernik oblicza wskaźnik długookresowego migotania światła na podstawie sekwencji 12 kolejnych wartości wskaźników krótkookresowego migotania światła P_{sti} mierzonych przez 10 minut (rys. 6) występujących w okresie dwóch godzin, według wzoru:

$$P_{lt} = 3 \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}}$$

gdzie:

P_{sti} = wskaźnik krótkookresowego migotania światła,

P_{lt} = wskaźnik długookresowego migotania światła.

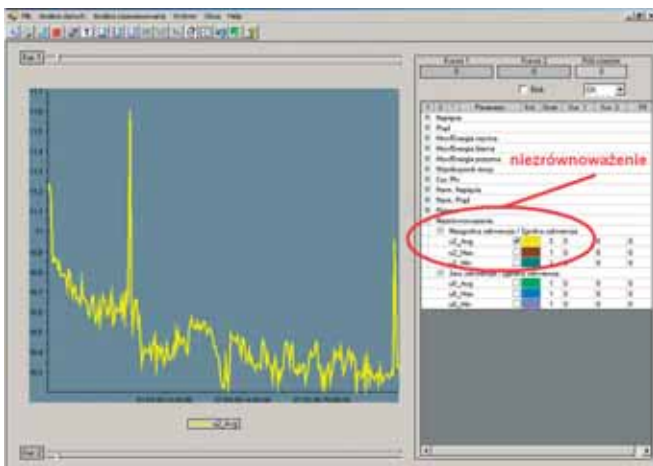
Obliczenia wykonywane są zgodnie z zaleceniami normy PN-EN50160 oraz rozporządzenia.

Rozporządzenie, pkt 4.

W ciągu każdego tygodnia 95% ze zbioru 10-minutowych średnich wartości skutecznych

- składowej symetrycznej kolejności przeciwnej napięcia zasilającego, powinno mieścić się w przedziale od 0% do 1% (grupy przyłączeniowe I i II) lub do 2% (grupy przyłączeniowe III – V) wartości składowej kolejności zgodnej,
- dla każdej harmonicznej napięcia zasilającego powinno być mniejsze lub równe wartościom określonym w tabeli.

Operator wybiera do rejestracji parametr – niezrównoważenie. Ustala okres uśredniania – 10 minut oraz czas rejestracji – jeden tydzień. Po zakończeniu rejestracji zapoznaje się z wynikami pomiaru jednego ze wskaźników asymetrii NEG%, czyli ilorazu średnich (w okresach 10-minutowych) wartości skutecznych składowej sy-



Rys. 7. Wykres zmiany wskaźnika asymetrii NEG% w czasie

Rys. 8. Tabela z wynikami pomiaru harmonicznych

metrycznej kolejności przeciwnej napięcia zasilającego do wartości składowej kolejności zgodnej w formie wykresu (rys. 7) lub tabeli. Przyrząd mierzy i oblicza ten parametr zgodnie z zaleceniami normy PN-EN50160 oraz rozporządzenia, według wzoru:

$$NEG\% = \frac{E_r}{E_d} \times 100$$

gdzie:

E_r = składowa symetryczna kolejności przeciwnej napięcia,

E_d = składowa symetryczna kolejności zgodnej napięcia.

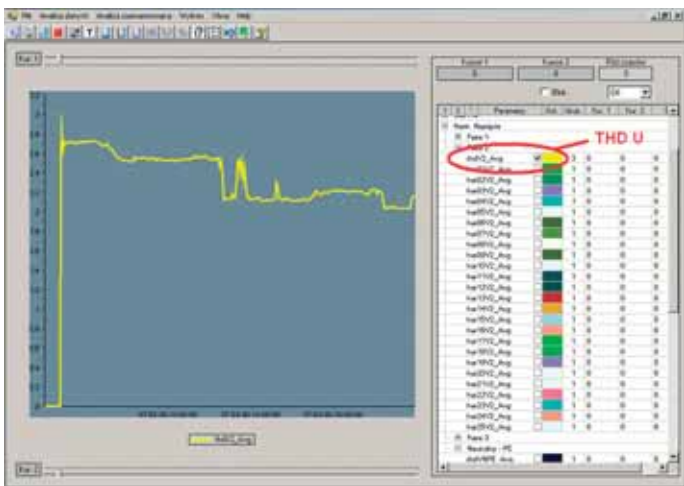
Operator wybiera do rejestracji parametr – napięcie oraz wszystkie harmoniczne napięcia. Ustala okres uśredniania – 10 minut oraz czas rejestracji – jeden tydzień. Po zakończeniu rejestracji zapoznaje się z wynikami pomiaru zawartości poszczególnych harmonicznych w sygnale w formie wykresu lub tabeli (rys. 8).

Rozporządzenie, pkt 5.

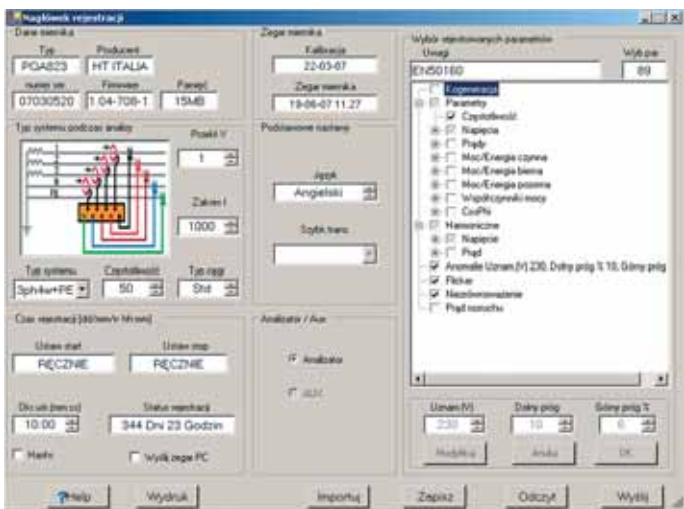
Współczynnik odkształcenia harmonicznymi napięcia zasilającego THD, uwzględniający wyższe harmoniczne do rzędu 40, powinien być mniejszy lub równy 3% (grupy przyłączeniowe I i II) lub 8% (grupy przyłączeniowe III – V).

Operator wybiera do rejestracji parametr – napięcie oraz harmoniczne napięcia THDU. Ustala okres uśredniania – 10 minut oraz czas rejestracji – jeden tydzień. Po zakończeniu rejestracji zapoznaje się z wynikami pomiaru współczynnika odkształcenia harmonicznymi napięcia zasilającego THDU w formie wykresu (rys. 9) lub tabeli. Przyrząd podczas obliczania współczynnika uwzględnia wyższe harmoniczne do 40 włącznie, zgodnie z zaleceniami normy PN-EN50160 oraz rozporządzenia, według wzoru:

A
M
A
L
K
R
E



Rys. 9. Wykres zmiany współczynnika odkształcenia harmonicznymi THDU w czasie



Rys. 10. Ekran konfiguracji rejestratora zgodnie z normą PN-EN50160

$$THDU = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} (u_h)^2}$$

gdzie:

u_h = wartość względna napięcia w procentach składowej podstawowej,
 h = rząd wyższej harmonicznnej napięcia.

Rozporządzenie, pkt 6.

Warunkiem utrzymania parametrów napięcia zasilającego w granicach określonych

w pkt 1-5 jest pobieranie przez odbiorcę mocy nie większej od mocy umownej, przy współczynniku $\text{tg}\varphi$ nie większym niż 0,4.

Operator, aby sprawdzić czy warunek ten był spełniony, podczas rejestracji dowolnego parametru spośród wymienionych w rozporządzeniu powinien jednocześnie rejestrować moc czynną i $\cos\varphi$.

Norma PN-EN50160

W analizatorach i rejestratorach PQA823 i PQA824 przewidziano możliwość

automatycznej konfiguracji przyrządu pod kątem rejestrowania wszystkich tych parametrów związanych z jakością zasilania, które zostały wymienione w normie PN-EN50160. Operator wybiera z menu konfigurację „EN50160” (rys. 10) – przyrząd jest przygotowany do rejestracji.

Charakterystyka urządzeń

Możliwości funkcjonalne PQA823 i PQA824 znacznie wykraczają poza opisane wcześniej funkcje pomiarowe. Pracę przyrządów nadzoruje system operacyjny Windows CE. Urządzenia wyposażono w kolorowy, podświetlany, dotykowy wyświetlacz graficzny TFT VGA (320 x 240 pikseli, 65536 kolorów) oraz dużą (15 MB), wewnętrzną pamięć z możliwością rozbudowy o pamięć zewnętrzną typu *pen drive* oraz *compact flash* (rys. 11). Urządzenia należy traktować jako analizatory i rejestratory parametrów sieci (m. in. migotanie i asymetria napięcia), analizatory i rejestratory harmonicznnych (do 49-tej), rejestratory anomalii napięciowych, rejestratory prądów rozruchowych, rejestrator przepięć (tylko PQA824) oraz oscyloskopy przemysłowe. Przyrządy mogą jednocześnie rejestrować do 251 parametrów systemu elektroenergetycznego. Pamięć wewnętrzna umożliwia zapis wszystkich 251 parametrów z okresem uśredniania 10 minut przez okres około dwóch miesięcy. Mierniki są przystosowane do analizy instalacji jednofazowych, trójfazowych trójprzewodowych oraz czteroprzewodowych. Zostały wyposażone w cztery wejścia prądowe, dzięki czemu mierzą rzeczywistą wartość prądu w przewodzie neutralnym, oraz w pięć wejść napięciowych. Mogą współpracować zarówno ze standardowymi, sztywnymi przekładnikami, tzw. cęgami Dietza, jak i przekładnikami elastycznymi, tzw. pasami Rogowskiego, z własnym zasilaniem (FlexEXT) lub zasilanymi z miernika (FlexINT). Kom-

TOMTRONIX
 APARATURA POMIAROWA
 TEL.FAX.(42) 6747455
 TEL.(42) 6760633
 tomtronix@tomtronix.com.pl
 www.tomtronix.com.pl

PQA823 PQA824
 KOMPLET FUNKCJI POMIAROWYCH DO SPRAWDZENIA
 JAKOŚCI ZASILANIA ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYM PRAWEM



Rys. 11. Gniazda wyjściowe analizatora



Rys. 12. Elastyczny przekładnik prądowy 3000 A



Rys. 13. Przykładowe ekrany miernika

plet czterech pasów Rogowskiego FlexINT (rys. 12) z zakresem prądowym 3000 A wchodzi w skład wyposażenia standardowego przyrządów.

Operator, podczas trwania procesu rejestracji, może niezależnie obserwować on-line na monitorze przyrządu dowolne parametry systemu elektroenergetycznego, mając do dyspozycji kilka ekranów miernika: ekran oscyloskopu (przebiegi napięć i prądów), ekran z wykresem wskazowym lub ekran ze wskaźnikiem słupkowym har-

monicznych (histogram) (rys. 13). Ma również w dowolnym momencie dostęp do informacji o zawartości pamięci, rozmiarze zapisanych danych oraz stopniu wypełnienia pamięci. Przyrządy, uwzględniając bieżący stan nastaw (liczbę rejestrowanych parametrów oraz okres uśredniania), przeliczają ilość wolnego miejsca w pamięci na czas rejestrowania, który pozostaje do wypełnienia pamięci. Każdy ekran posiada swoją pomoc kontekstową, która spełnia rolę instrukcji obsługi. Operator może za-

bezpieczyć się przed niepowołaną ingerencją osób postronnych w konfigurację miernika uaktywniając hasło dostępu. Przyrządy wyposażono w akumulator litowo-jonowy oraz w możliwość zasilania zewnętrznego. Przy zaniku zasilania przyrząd automatycznie przełącza się na zasilanie akumulatorowe. Analizator PQA824 jest najbardziej rozbudowanym funkcjonalnie przyrządem serii. Od PQA823 różni się możliwością rejestracji przepięć w dwóch trybach: wolnym, z próbkowaniem 256 razy na okres, oraz szybkim, z próbkowaniem 4000 razy na okres (co 5µs).

Oprogramowanie

W skład wyposażenia mierników wchodzi specjalistyczne oprogramowanie TopView w języku polskim do współpracy z komputerem. Wyniki pomiarów mogą być przeglądane w postaci tabel lub wykresów, filtrowane oraz drukowane. Nastawy przyrządów mogą być programowane z poziomu PC, a aktualizacji oprogramowania można dokonywać przez internet. Mierniki współpracują z komputerem przez złącze USB. Wyniki pomiarów można także przenosić na komputer za pomocą pamięci *pen drive*.

Świadczenia

Każdy przyrząd standardowo zaopatrzone jest w indywidualne świadectwo sprawdzenia wykonane przez laboratorium producenta pracujące w systemie ISO9001, co jest istotne z punktu widzenia wszystkich tych użytkowników, którzy funkcjonują w oparciu o system kontroli jakości ISO. Świadectwo zawiera wyniki pomiarów parametrów mierzonych przez przyrząd. Urządzenia spełniają wymagania dyrektyw nowego podejścia 73/23/EEC, 93/68/EEC Unii Europejskiej i zostały oznaczone symbolem zgodności CE.

Tomasz Koczorowicz
Autor jest pracownikiem
firmy Tomtronix

Tabela 1. Wybrane parametry PQA823 i PQA824

Parametr	Zakres pomiarowy	Dokładność
Napięcie	1000 V	± (0,5% + 2 cyfry)
Anomalie napięciowe	1000 V	± (1,0% + 2 cyfry)
Przepięcia (tylko PQA824)	6000 V	± (10,0% + 100 V)
Prąd	3000 A	± (0,5% + 0,06% zakresu)
Prąd rozruchowy	3000 A	± (1,0% + 0,4% zakresu)
Moc czynna	9,999 kW	± (1,0% + 6 cyfr)
Moc bierna	9,999 kvar	± (1,0% + 6 cyfr)
Moc pozorna	9,999 kVA	± (1,0% + 6 cyfr)
Energia czynna	9,999 kWh	± (1,0% + 6 cyfr)
Energia bierna	9,999 kvarh	± (1,0% + 6 cyfr)
Energia pozorna	9,999 kVAh	± (1,0% + 6 cyfr)
Cos φ	od 0,20 do 0,50	1,0°
	od 0,50 do 0,80	0,7°
	od 0,80 do 1,00	0,6°
Harmoniczne	DC, AC do 49	± (5,0% + 5 cyfr)
Częstotliwość	42,5 ÷ 69,0 Hz	± (0,2% + 1 cyfra)
Wskaźniki migotania P _{st} , P _{It}	0,0 ÷ 10,0	zgodnie z PN-EN50160

KONTAKT

Tomtronix
Aleja Piłsudskiego 135
92-318 Łódź
tel. (42) 676 06 33
fax (42) 674 74 55
www.tomtronix.com.pl
tomtronix@tomtronix.com.pl