

# ANALIZATORY I REJESTRATORY PARAMETRÓW SIECI PQA823 I PQA824

Tomasz Koczorowicz

Włoska 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 szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego oraz w normie PN-EN 50160.

Aby zrozumieć zasadę działania rejestratora, należy poznać zasadę gromadzenia przez niego danych. Mierniki PQA823 (rys. 1) i PQA824 próbują z częstotliwością 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

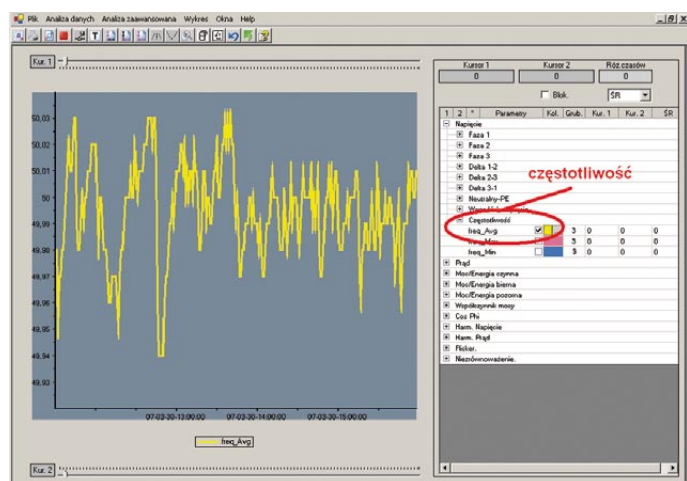
lizatora PQA823 (PQA824) można sprawdzić parametry związane z jakością zasilania wymienione we wspomnianym rozporządzeniu. Miernik w przypadku systemów elektroenergetycznych średnich i wysokich napięć podłączany jest do przekładnika napięciowego. Operator wprowadza w nastawach przyrządu odpowiednią wartość 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  $\pm$  1% (od 49,5Hz do 50,5 Hz) przez 99,5% tygodnia,**
- b) 50 Hz +4% / -6% (od 47Hz do 52 Hz) przez 100% tygodnia.**

Operator wybiera do rejestracji parametry – napięcie i częstotliwość. Ustala okres uśredniania – 10 sekund oraz czas



Rys. 2. Wykres zmiany częstotliwości w czasie



Rys. 1. Rejestrator PQA823

ustala tzw. okres uśredniania w zakresie od 1 s (minimalny) do 60 min (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. Właśnie te trzy informacje, po upływie każdego kolejnego okresu uśredniania, zapisują w pamięci głównej przyrządu, a następnie, po zakończeniu procesu rejestracji – udostępniają operatorowi. Taka metoda kompresji danych znacznie wydłuża okres czasu, w którym można rejestrować parametry systemu elektrycznego i jest zgodna z wymaganiami obowiązujących przepisów.

## Sprawdzenie jakości zasilania zgodnie z obowiązującym prawem

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego nazywane dalej rozporządzeniem, określa parametry jakościowe energii elektrycznej dla poszczególnych grup przyłączeniowych. W dalszej części artykułu pokazano, jak korzystając z ana-

The screenshot shows a table titled 'Tabela z wybranymi parametrami' (Table with selected parameters). The table has two columns: 'Time' and 'Ineq\_Avg'. The data shows frequency measurements at 10-second intervals from 11:30:00 to 11:34:30. A red circle highlights the 'okres uśredniania - 10 sekund' (averaging period - 10 seconds) in the table.

Time	Ineq_Avg
1 30-03-07 11:30:00	49,98
2 30-03-07 11:30:10	49,98
3 30-03-07 11:30:20	49,95
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	49,98
7 30-03-07 11:31:00	49,98
8 30-03-07 11:31:10	49,98
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	49,98
19 30-03-07 11:33:00	49,98
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



niu 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 min (rys. 6) występujących w okresie 2 godzin, według wzoru:

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

gdzie:

$P_{sti}$  = wskaźnik krótkookresowego migotania światła,  
 $P_{lt}$  = wskaźnik długookresowego migotania światła.

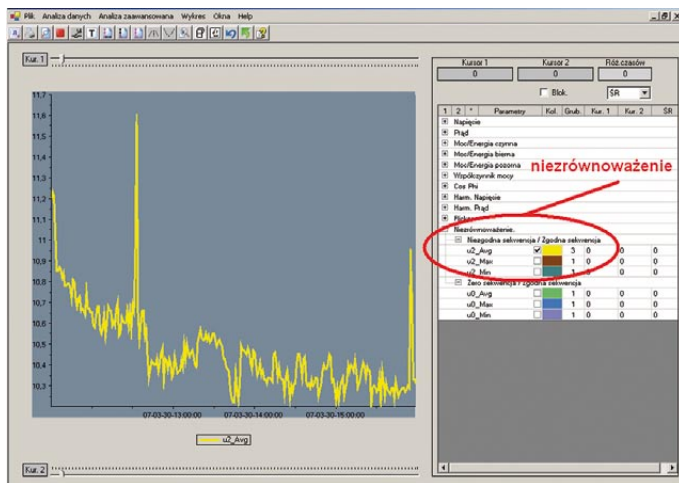
Obliczenia wykonywane są zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 50160 oraz rozporządzenia.

**Rozporządzenie:**

**pkt. 4. W ciągu każdego tygodnia 95% ze zbioru 10-minutowych średnich wartości skutecznych**

- a) 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,
- b) dla każdej harmonicznej napięcia zasilającego powinno być mniejsze lub równe wartościom określonym w tabeli.

Operator wybiera do rejestracji parametr – nierównoważenie. Ustala okres uśredniania – 10 min 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 symetrycznej kolejności przeciwnej napięcia zasilającego do wartości składowej kolejności zgodnej w formie wykresu



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

(rys. 7) lub tabeli. Przyrząd mierzy i oblicza ten parametr zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 50160 oraz rozporządzenia, wg wzoru:

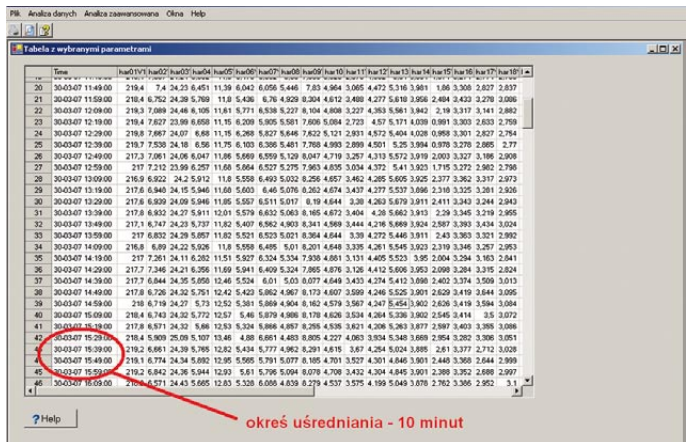
$$NEG\% = \frac{E_r}{E_d} \times 100$$

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 zakończe-

Tabela z wybranymi parametrami PQA823 i PQA824		
Parametr	Zakres pomiarowy	Dokładność
Napięcie	1000 V	±(0,5% + 2 cyfry)
Anomalie napięciowe	1000 V	±(1,0% + 2 cyfry)
Przebiegi (tylko PQA824)	6000 V	±(10,0% + 100V)
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 kWh	±(1,0% + 6 cyfr)
Energia pozorna	9,999 kWh	±(1,0% + 6 cyfr)
Cos φ	od 0,20 do 0,50	1,00°
	od 0,50 do 0,80	0,70°
	od 0,80 do 1,00	0,60°
Harmoniczne	DC, AC do 49	±(5,0% + 5 cyfr)
Częstotliwość	42,5 ÷ 69,0 Hz	±(0,2% + 1 cyfra)
Wskaźniki migotania Pst, Plt	0,0 ÷ 10,0	zgodnie z PN-EN50160

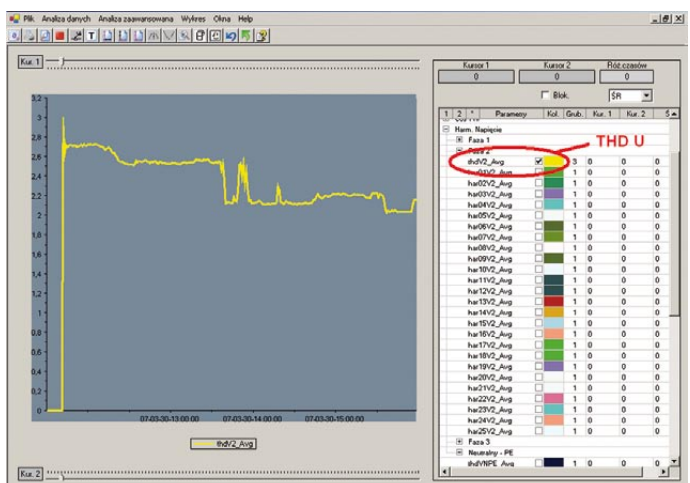


Rys. 8. Tabela z wynikami pomiaru harmonicznych

niu 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).**



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

Operator wybiera do rejestracji parametr – napięcie oraz harmoniczne napięcia THD. Ustala okres uśredniania – 10 min 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-EN 50160 oraz rozporządzenia wg wzoru:

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

gdzie:

$u_h$  = wartość względna napięcia w procentach składowej podstawowej,

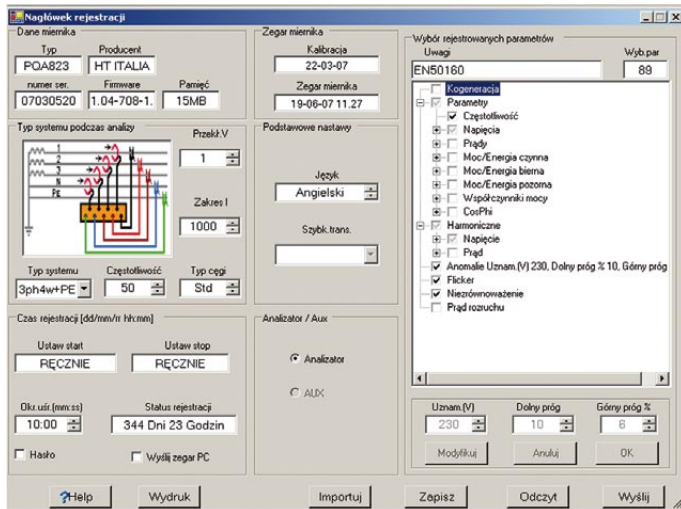
h = rząd wyższej harmonicznej napięcia.

**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  $tg\phi$  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  $\cos\phi$ .

W analizatorach i rejestratorach PQA823 i PQA824 przewidziano możliwość automatycznej konfiguracji przyrządu pod kątem rejestrowania wszystkich tych parametrów związa-



Rys. 10. Ekran konfiguracji rejestratora zgodnie z normą PN-EN 50160

nych z jakością zasilania, które zostały wymienione w normie PN-EN 50160. Operator wybiera z menu konfigurację „EN50160” (rys. 10) – przyrząd jest przygotowany do rejestracji.

**Charakterystyka PQA823 i PQA824**

Możliwości funkcjonalne PQA823 i PQA824 znacznie wykraczają poza opisane powyżej funkcje pomiarowe. Pracę przyrządów nadzoruje system operacyjny Windows CE. Przyrządy wyposażono w kolorowy, podświetlany, dotykowy wyświetlacz graficzny TFT VGA (320x240 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),

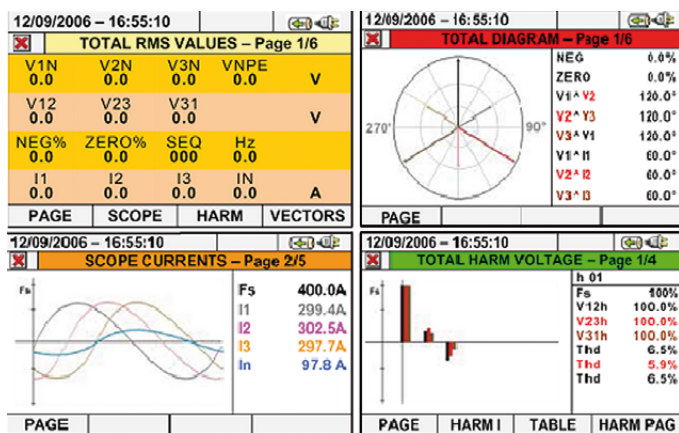


Rys. 11. Gniazda wyjściowe analizatora



Rys. 12. Elastyczny przekładnik prądowy 3000 A

analizatory i rejestratory harmonicznych (do 49.), rejestratory anomalii napięciowych, rejestratory prądów rozruchowych, rejestrator przepięć (tylko PQA824) oraz oscyloskopy przemysłowe. Przyrządy mogą jednocześnie rejestrować do 251 parametrów systemu elektroenergetycznego. Pamięć wewnętrzna o pojemności 15 MB umożliwia zapis wszystkich 251 parametrów z okresem uśredniania 10 min przez okres około 2 miesiące. Mierniki są przystosowane do analizy instalacji jednofazowych, trójfazowych trójprzewodowych oraz czteroprzewodowych. Zostały wyposażone w 4 wejścia prądowe, dzięki czemu mierzą rzeczywistą wartość prądu w przewodzie neutralnym oraz w 5 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). Komplet 4 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 wskaźnikami słupkowym harmonicznym (histo-



Rys. 13. Przykładowe ekrany miernika

gram) (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 przyrządu ma swoją pomoc kontekstową, która spełnia rolę instrukcji obsługi. Operator może zabezpieczyć 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 – trybie wolnym, z próbkowaniem 256 razy na okres, oraz szybkim, z próbkowaniem 4000 razy na okres (co 5  $\mu$ s).

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. Każdy użytkownik doceni możliwość programowania nastaw przyrządu z poziomu PC oraz aktualizacji oprogramowania przez internet. Mierniki współpracują z komputerem przez złącze USB. Wyniki pomiarów można także przenieść na komputer za pomocą „pen drive”.

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**  
TOMTRONIX

