



# analizatory i rejestratory parametrów sieci

PQA823 i PQA824

Tomasz Koczorowicz – TOMTRONIX

**Włoska firma HT Italia wprowadziła do oferty nowe analizatory i rejestratory parametrów sieci elektrycznej. Przyrządy mierzą i rejestrują wszystkie parametry wymienione w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 4 maja 2007 r. [DzU nr 93 z 2007 r. poz. 623] w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego oraz w normie PN-EN 50160.**

Aby zrozumieć, jak działa rejestrator, należy poznać sposób 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 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. Właśnie 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 czas, 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 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, nazywane dalej rozporządzeniem [1], określa parametry techniczne energii elektrycznej dla poszczególnych grup przyłączeniowych. W dalszej części artykułu pokazano, jak korzystając z analizatora PQA823 (PQA824) można sprawdzić parametry związane z jakością zasilania wymienione we wspomnianym rozporządzeniu. Miernik w przypadku systemów elektroenergetycznych średnich i wysokich napięć jest podłączany do



Fot. 1 Rejestrator PQA823

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

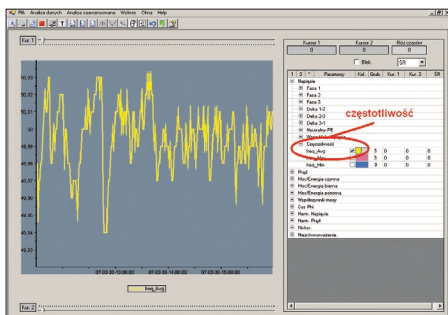
### Rozporządzenie [1], pkt 1.:

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

- 50 Hz  $\pm 1\%$  (od 49,5 do 50,5 Hz) przez 99,5% tygodnia,
- 50 Hz  $+4/-6\%$  (od 47 do 52 Hz) przez 100% tygodnia.

Operator wybiera do rejestracji parametry – napięcie i często-

reklama



Fot. 2 Wykres zmiany częstotliwości w czasie

Fot. 3 Tabela z wynikami pomiaru częstotliwości

Fot. 4 Tabela z wynikami pomiaru napięcia

tlivość. Ustala okres uśrednienia – 10 sekund oraz czas rejestracji – jeden tydzień. Po zakończeniu rejestracji zapoznaje się z wynikami pomiaru wartości średniej częstotliwości zobrazowanymi w formie wykresu (fot. 2) lub tabeli (fot. 3).

**Rozporządzenie [1] (dla podmiotów zaliczanych do grup przyłączeniowych I-II), pkt 2.:**

W każdym tygodniu 95% ze zbioru 10-minutowych średnich wartości skutecznych napięcia zasilającego powinno mieścić się w przedziale odchyła:

- $\pm 10\%$  napięcia znamionowego dla sieci o napięciu znamionowym 110 i 220 kV,
- $\pm 5/-10\%$  napięcia znamionowego dla sieci o napięciu znamionowym 400 kV.

**Rozporządzenie [1] (dla podmiotów zaliczanych do grup przyłączeniowych III-V), pkt 2.:**

W każdym tygodniu 95% ze zbioru 10-minutowych średnich wartości skutecznych napięcia zasilającego powinno mieścić się w przedziale odchyła  $\pm 10\%$  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 uśrednienia – 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 (fot. 4).

**Rozporządzenie [1], pkt 3.:**

Przez 95% czasu każdego tygodnia wskaźnik długookresowego migotania światła  $P_{lt}$  spowodowanego wahaniami napięcia zasilającego nie powinien być większy niż 0,8 (dla podmiotów zaliczanych do grup przyłączeniowych 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 uśrednienia – 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 (fot. 5) lub tabeli (fot. 6). Miernik oblicza wskaźnik długo-okresowego migotania światła na

podstawie sekwencji 12 kolejnych wartości wskaźników krótkookresowego migotania światła  $P_{st}$  mierzonych przez 10 minut (fot. 6) występujących w czasie 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 [1], 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 – nierównoważenie. Ustala okres uśrednienia – 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 symetrycznej 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-EN 50160 oraz rozporządzenia, według wzoru:

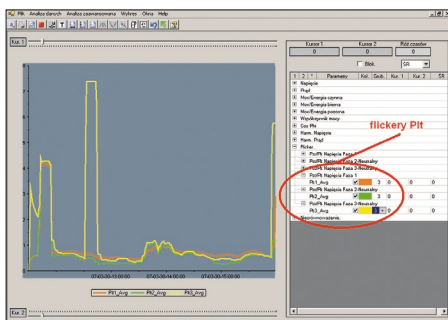
$$NEG\% = \frac{E_r}{E_d} \cdot 100$$

gdzie:

$E_r$  – składowa symetryczna kolejności przeciwnej napięcia,

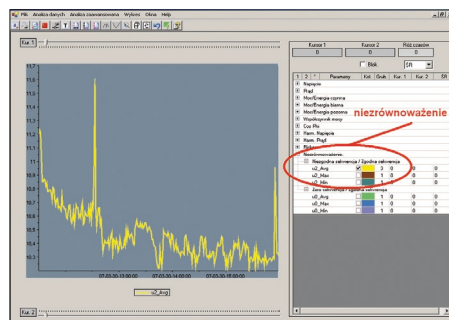
$E_d$  – składowa symetryczna kolejności zgodnej napięcia.

Operator wybiera do rejestracji parametr – napięcie oraz wszystkie harmoniczne napięcia. Ustala okres uśrednienia – 10 minut oraz czas rejestracji – jeden tydzień. Po zakończeniu rejestracji zapoznaje się



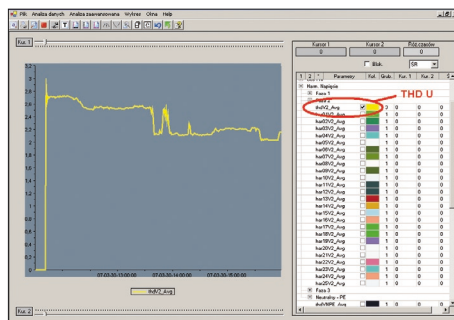
Fot. 5 Wykres zmiany współczynnika migotania w czasie

Fot. 6 Tabela z wynikami pomiaru współczynnika migotania

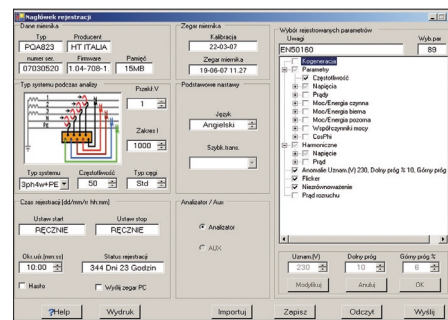


Fot. 7 Wykres zmiany wskaźnika asymetrii NEG% w czasie

Fot. 8 Tabela z wynikami pomiaru harmonicznych



Fot. 9 Wykres zmiany współczynnika odkształcenia harmonicznego THDU w czasie



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

z wynikami pomiaru zawartości poszczególnych harmonicznych w sygnale w formie wykresu lub tabeli (fot. 8).

**Rozporządzenie [1], pkt 5.:** Współczynnik odkształcenia harmonicznymi napięcia zasilającego THDU, uwzględniający wyższe harmoniczne do rzędu 40., powinien być mniejszy lub równy 3% (grupy przyłączeniowe 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 (fot. 9) lub ta-

beli. Przyrząd podczas obliczania współczynnika uwzględnia wyższe harmoniczne do 40. wyłącznie, zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 50160 oraz rozporządzenia [1], według 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 [1], 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  $\cos\varphi$  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  $\cos\varphi$ .

W analizatorach i rejestratorach PQA823 i PQA824 przewidziano możliwość automatycznej konfiguracji przyrządu pod kątem rejestracji wszystkich tych parametrów związanych z jakością zasilania, które zostały wymienione w normie PN-EN 50160. Operator wybiera z menu konfigurację „EN 50160” (fot. 10) – przyrząd jest przygotowany do rejestracji.

### Charakterystyka PQA823 i PQA824

Możliwości funkcjonalne PQA823 i PQA824 znacznie wykraczają poza opisane funkcje pomiarowe. Pracę przyrządów nadzoru-

je 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, np. pendrive czy compact flash (fot. 11). Urządzenia należy traktować jako analizatory i rejestratory parametrów sieci (m.in. migotanie i asymetria napięcia), 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 minut przez okres około 2 miesięcy.

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)
$\cos\varphi$	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-EN 50160

Tab. 1 Wybrane parametry PQA823 i PQA824



Fot. 11 Gniazda wyjściowe analizatora



Fot. 12 Elastyczny przekładnik prądowy 3000 A

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 (fot. 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 wskaźni-

kiem słupkowym harmonicznym (histogram) (fot. 13). Ma również w dowolnym momencie dostęp do informacji o zawartości, rozmiarze zapisanych danych oraz stopniu zapelnienia pamięci. Przyrządy, uwzględniając bieżący stan nastaw (liczbę rejestrowanych parametrów oraz okres uśredniania), przeliczają ilość wolnego miejsca w pamięci na czas rejestrowania, który pozostaje do zapelnienia pamięci. Każdy ekran przyrządu posiada swoją pomoc kontekstową, która pełni funkcję 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 prze-

bieg w dwóch trybach – trybie wolnym, z próbkowaniem 256 razy na okres, oraz szybkim, z próbkowaniem 4000 razy na okres (co 5  $\mu$ s).

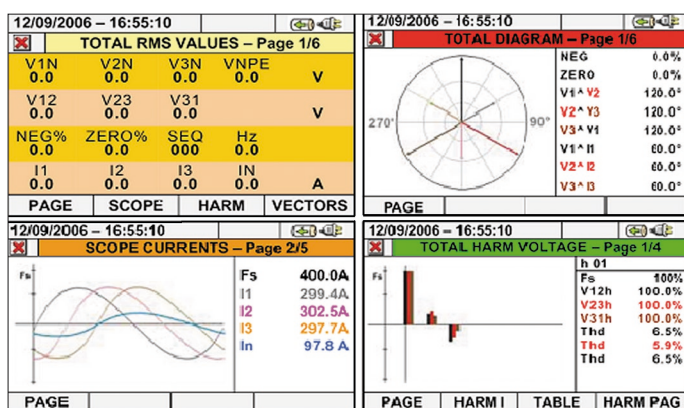
W skład wyposażenia mierników wchodzi specjalistyczne oprogramowanie TopView w języku polskim do współpracy z komputerem. Wyniki pomiarów mogą być przeglądane w postaci tabel lub wykresów, filtrowane oraz drukowane. Każdy użytkownik doceni możliwość programowania nastaw przyrządu z poziomu PC oraz aktualizacji oprogramowania przez Internet. Mierniki współpracują z komputerem przez złącze USB. Wyniki pomiarów można także przenosić na komputer za pomocą pendrive'a.

Każdy przyrząd standardowo zaopatrzone jest w indywidualne świadec-

two sprawdzenia wykonane przez laboratorium producenta, pracujące w systemie ISO9001, co jest istotne z punktu widzenia wszystkich tych użytkowników, którzy funkcjonują na podstawie systemu 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.

## literatura

1. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 4 maja 2007 r. w sprawie rzeczywistych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego [DzU nr 93 z 2007 r., poz. 623]



Fot. 13 Przykładowe ekrany miernika

reklama

**TOMTRONIX**  
APARATURA POMIAROWA

www.tomtronix.com.pl  
tomtronix@tomtronix.com.pl  
tel. fax. (42) 6747455  
tel. (42) 6760633

**PQA 823**  
**PQA 824**

**KOMPLET FUNKCJI POMIAROWYCH DO  
SPRAWDZENIA JAKOŚCI ZASILANIA  
ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYM PRAWEM**