

Vega 76

analizator i rejestrator parametrów sieci

Tomasz Koczorowicz – TOMTRONIX

Istnieje co najmniej kilka powodów zainteresowania urządzeniami do pomiaru parametrów sieci elektrycznej. Najważniejsze z nich to kształtujący się rynek energii i związany z nim porządek prawny, zagadnienia związane z kompensacją mocy biernej oraz zjawiska powodowane nieliniowością obciążeń. W artykule opisano przyrząd firmy HT Italia wyposażony w ergonomiczne, elastyczne przekładniki prądowe, tzw. pasy Rogowskiego.

Analizator i rejestrator sieci trójfazowych Vega 76 (fot. 1) umożliwia pomiar i rejestrację parametrów, które zostały wymienione w obowiązujących przepisach i odpowiadają wymaganiom normy PN-EN 50160. Bogate możliwości funkcjonalne przyrządu pozwalają traktować to urządzenie jako analizator i rejestrator parametrów sieci, analizator i rejestrator harmonicznych, rejestrator anomalii napięciowych oraz oscyloskop.

wstępna konfiguracja przyrządu

Operator, przed przystąpieniem do użytkowania przyrządu, wybiera język komunikatów wyświetlanych na ekranie (JEZYK). Wśród wielu opcji językowych jest także wersja polska (fot. 2).

Z menu konfiguracji analizatora (KONFIG.ANALIZAT.) (fot. 3) operator ustala typ systemu elektrycznego (SYSTEM) – jednofazowy (1FAZA), trójfazowy trójprzewodowy

(3PRZEW) lub trójfazowy czteroprzewodowy z przewodem neutralnym (4PRZEW), oraz częstotliwość sieci (CZESTOT) – 50 lub 60 Hz. Następnie definiuje zakres prądowy (ZAKRES PRADU) i typ przekładników prądowych (TYP CEGOW). Miernik może współpracować zarówno ze standardowymi, sztywnymi przekładnikami, tzw. cęgami Dietza (STD), jak i przekładnikami elastycznymi, tzw. pasami Rogowskiego z własnym zasilaniem (FlexEXT) lub zasilanymi z miernika (FlexINT). Istnieje również możliwość wprowadzenia przekładni dla przekładnika napięciowego (PRZEK. V) wówczas, gdy analizowane są np. parametry systemu średnich napięć. Użytkownik może zabezpieczyć się przed niepożądaną ingerencją osób postronnych uaktywniając hasło dostępu (HASLO).

Menu konfiguracji rejestratora (KONFIG.REJESTR.) składa się z kilku sekwencyjnie przełączanych podmenu, w których definiuje się poszczególne nastawy rejestratora.

W pierwszym podmenu (fot. 4) operator ustala tryb uruchomienia i zakończenia rejestracji – ręczny (MANU) lub automatyczny (AUTO). W trybie automatycznym istnieje możliwość wprowadzenia momentu czasowego z rozdzielczością 1 sekundy. Następnie określany jest okres uśredniania (OKRES USRED). Operator definiuje czas trwania okresu uśredniania wybierając jedną z dostępnych wartości z zakresu od 5 do 3600 s. Aby zrozumieć istotę okresu uśredniania należy zapoznać się z zasadą gromadzenia danych przez miernik. Miernik próbuje z częstotliwością 6400 Hz, aby wyznaczyć przebieg sygnału i zapewnić wymaganą dokładność pomiaru. Odpowiada to 128 punktom na 20 ms. Pełny cykl pomiarowy wynosi 60 ms (dla instalacji trójfazowej) lub 20 ms (dla instalacji jednofazowej). Podczas jednego pełnego cyklu pomiarowego przyrząd rejestruje w pamięci podręcznej wszystkie wybrane parametry. W celu zmniejszenia objętości



Rys. 1 Vega 76

gromadzonej informacji zastosowano kompresję zapisu. Polega ona na uśrednianiu rejestrowanych parametrów w czasie nazywanym okresem uśredniania. Załóżmy, że operator ustala okres uśredniania na 5 s. Miernik analizuje dane zgromadzone w okresie uśredniania (250 wyników pomiarów) wyszukując i obliczając w przypadku każdego parametru wartość minimalną, maksymalną oraz średnią. Właśnie te informacje natychmiast po upływie każdego kolejnego okresu uśrednia-



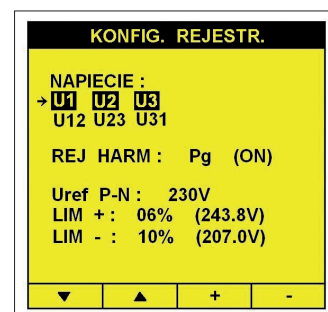
Fot. 2 Menu główne przyrządu



Fot. 3 Menu konfiguracji analizatora



Fot. 4 Menu konfiguracji rejestratora (nastawy czasu)



Fot. 5 Menu konfiguracji rejestratora (nastawy napięcia)



Fot. 6 Menu konfiguracji rejestratora (nastawy prądu)



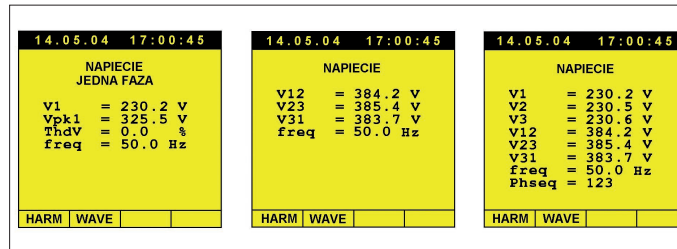
Fot. 7 Menu konfiguracji rejestratora (nastawy mocy i energii)

nia są zapisywane w pamięci głównej przyrządu. Taka metoda kompresji danych znacznie wydłuża czas, w którym można rejestrować parametry. W skrajnym przypadku możliwy jest ciągle zapis wartości mierzonej przez 1000 dni. Operator w dalszej kolejności ustala, czy podczas rejestracji mają być także zapisywane informacje o zawartości harmonicznym (REJ HARM) oraz o obecności anomalii napięciowych (REJ ANOM) w sygnale.

Po skonfigurowaniu wszystkich nastaw w pierwszym podmenu włącza się kolejne (fot. 5), w którym jest ustalany zakres rejestrowanych napięć (jednofazowe, międzyfazowe), zawartość harmonicznym napięcia (THDU, harmoniczne napięcia od 1. do 49), wartość napięcia znamionowego (Uref P-N) oraz wartości progowe napięcia (LIM+, LIM), przekroczenie których traktowane jest jako anomalia napięciowa.

W kolejnym podmenu (rys. 6) jest ustalany zakres rejestrowanych prądów (w poszczególnych fazach, w przewodzie neutralnym) oraz zakres harmonicznym prądu (THDI, harmoniczne prądu od 1 do 49). Po

wprowadzeniu nastaw prądu włącza się kolejne podmenu (fot. 7), w którym jest ustalany zakres rejestrowanych parametrów mocy (moc całkowita czynna, moc czynna w poszczególnych fazach, całkowita moc bierna o charakterze indukcyjnym i pojemnościowym, moc bierna w poszczególnych fazach o charakterze indukcyjnym i pojemnościowym, całkowita moc pozorna, moc pozorna w poszczególnych fazach, całkowity współczynnik mocy, współczynnik mocy w poszczególnych fazach, całkowity $\cos\phi$, $\cos\phi$ w poszczególnych fazach), oraz zakres rejestrowanych parametrów energii (całkowita energia czynna, energia czynna w poszczególnych fazach, całkowita energia bierna o charakterze indukcyjnym i pojemnościowym, całkowita energia pozorna, energia pozorna w poszczególnych fazach). W menu tym operator określa również, czy przyrząd ma być przygotowany na stan tzw. kogeneracji (KOGENERACJA). Termin ten oznacza, że obciążenie podczas trwania pomiaru może nie tylko pobierać z sieci energię, ale i w szczególnych przypadkach do



Fot. 8 Przykłady ekranów przy pomiarze napięcia w układzie jednofazowym, trójfazowym trójprzewodowym oraz trójfazowym czteroprzewodowym, gdzie: V_1 – napięcie fazy, V_{pk1} – wartość szczytowa napięcia V_1 , THD_V – całkowity współczynnik odkształcenia napięcia, $freq$ – częstotliwość, V_{12} – napięcie międzyfazowe, $Phseq$ – informacja o kierunku wirowania faz

sieci ją oddawać. W związku z powyższym przyrząd będzie rejestrował w czasie moc i energię zarówno pobieraną, jak i generowaną.

Operator podczas pomiarów i rejestracji ma w każdym momencie dostęp do informacji o zawartości pamięci, rozmiarze zapisanych danych oraz stopniu zapewnienia pamięci (PAMIEC ANALIZATORA w menu głównym przyrządu). Przyrząd, uwzględniając bieżący stan nastaw (liczbę rejestrowanych parametrów oraz okres uśredniania), przelicza ilość wolnego miejsca w pamięci na czas rejestrowania, który pozostaje do zapewnienia pamięci.

Wybór pozycji RESET w menu głównym powoduje powrót przyrządu do ustawień domyślnych. Istnieje możliwość regulacji kontrastu wyświetlacza (KONTRAST) oraz wprowadzenia bieżącego czasu i daty (DATA&ZAS).

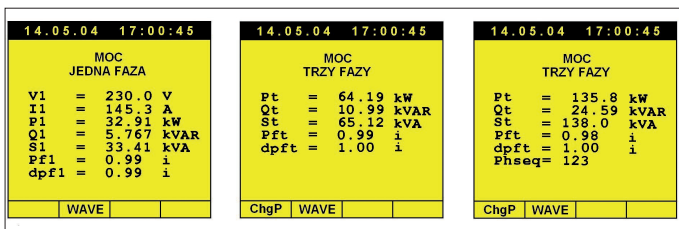
analizator parametrów sieci

Wyboru parametrów dokonuje się przełącznikiem obrotowym. Użytkownik ma do dyspozycji następujące funkcje pomiarowe.

■ pomiar napięć

Zakres mierzonych i rejestrowanych parametrów zależy od tego, czy jest kontrolowana instalacja jednofazowa (fot. 8). W instalacji jednofazowej przyrząd jednocześnie, w czasie rzeczywistym, mierzy i wyświetla wartość skuteczną napięcia zmiennego dla przebiegów odkształconych (tzw. *true rms*), wartość szczytową napięcia, całkowity współczynnik odkształcenia napięcia THDV oraz częstotliwość. W instalacji trójfazowej mierzone i wyświetlane są wartości skuteczne napięć *true rms* we wszystkich fazach, wartości sku-

reklama

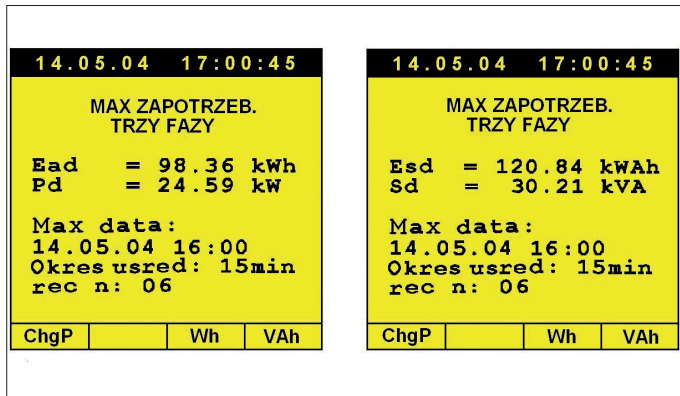


Fot. 9 Przykłady ekranów przy pomiarze mocy w układzie jednofazowym, trójfazowym trójprzewodowym oraz trójfazowym czteroprzewodowym, gdzie: P_1 – moc czynna fazy, Q_1 – moc bierna fazy, S_1 – moc pozorna fazy, p_{f1} – współczynnik mocy fazy, d_{pft} – wartość $\cos\phi$ fazy, P_t – całkowita moc czynna, Q_t – całkowita moc bierna, S_t – całkowita moc pozorna, p_{ft} – całkowita wartość współczynnika mocy, d_{pft} – całkowita wartość $\cos\phi$

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

VEGA 76

OPROGRAMOWANIE ORAZ KOMUNIKATY
 NA WYŚWIETLACZU W J.POLSKIM!



Fot. 10 Przykłady ekranów z informacją o szczytowym zapotrzebowaniu na energię, gdzie: E_{ad} – całkowita energia czynna podczas rejestracji, E_{sd} – całkowita energia pozorna podczas rejestracji, P_d – maksymalna wartość średnia całkowitej mocy czynnej w okresie uśredniania, S_d – maksymalna wartość średnia całkowitej mocy pozornej w okresie uśredniania

teczne napięcie międzyfazowych *true rms* oraz częstotliwość sieci. Dodatkowo na ekranie pojawia się informacja o kierunku wirowania faz.

■ pomiar prądów

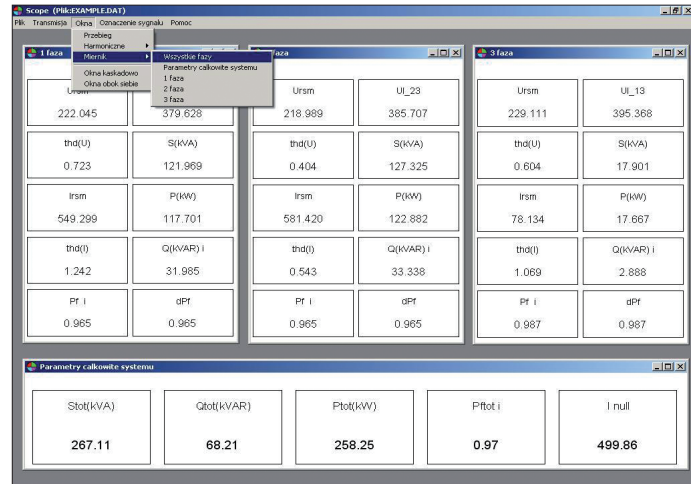
Podobnie jak podczas pomiaru napięć, przy pomiarze prądów zakres wyświetlanych i rejestrowanych parametrów zależy od tego, czy kontrolowana jest instalacja jedno- czy trójfazowa. W instalacji jednofazowej przyrząd jednocześnie, w czasie rzeczywistym, mierzy i wyświetla wartość skuteczną prądu zmiennego *true rms*, wartość szczytową prądu, całkowity współczynnik odkształcenia prądu THDI oraz częstotliwość. W instalacji trójfazowej mierzone i wyświetlane są wartości skuteczne prądów *true rms* we wszystkich fazach, wartość skuteczną prądu *true rms* w przewodzie neutralnym oraz częstotliwość sieci.

■ pomiar mocy

Zakres mierzonych parametrów również w tym przypadku zależy od tego, czy jest kontrolowana instalacja jedno- czy trójprzewodowa (fot. 9). Przyrząd podczas pomiarów instalacji jednofazowej jednocześnie, w czasie rzeczywistym, mierzy i wyświetla wartości skuteczne *true rms* napięcia i prądu zmiennego, wartość mocy czynnej, mocy biernej, mocy pozornej oraz wartość $\cos\phi$. W sieci trójfazowej są to te same parametry jak w przypadku sieci jednofazowej, lecz dotyczące każdej z trzech faz, oraz dodatkowo całkowita moc czynna, całkowita moc bierna, całkowita moc pozorna, całkowita wartość $\cos\phi$ oraz informacja o kierunku wirowania faz.

■ pomiar energii

Przyrząd podczas pomiarów instalacji jednofazowej jednocześnie,



Fot. 11 Przykład ekranu programu Toplink podczas kontroli parametrów sieci

w czasie rzeczywistym, mierzy i wyświetla wartość energii czynnej, energii biernej o charakterze pojemnościowym, energii biernej o charakterze indukcyjnym, mocy czynnej, mocy biernej, mocy pozornej oraz wartość $\cos\phi$. W sieci trójfazowej są to te same parametry jak w przypadku sieci jednofazowej, lecz dotyczące każdej z trzech faz oraz dodatkowo całkowita energia czynna, całkowita energia bierna o charakterze pojemnościowym, całkowita energia bierna o charakterze indukcyjnym, całkowita moc czynna, całkowita moc bierna, całkowita moc pozorna, całkowita wartość $\cos\phi$.

Jeżeli przyrząd został skonfigurowany na pomiar sieci trójfazowej i znajdował się wcześniej lub znajduje się aktualnie w trybie rejestracji parametrów sieci, wówczas można przywołać na ekran informacje

o szczytowym zapotrzebowaniu na energię odpowiednio podczas ostatniej rejestracji lub w okresie od początku bieżącej rejestracji (fot. 10). Wyświetlana jest maksymalna wartość średnia całkowitej mocy czynnej lub pozornej w okresie uśredniania, odnośna energia odpowiednio czynna lub pozorna w okresie uśredniania oraz czas i data zarejestrowania wartości maksymalnej od początku bieżącej rejestracji.

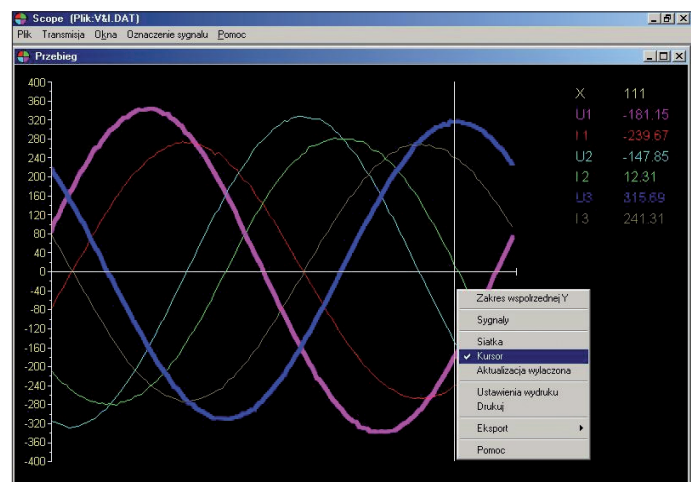
Podstawowe parametry sieci można śledzić w czasie rzeczywistym na komputerze korzystając z programu Toplink (fot. 11).

oscyloskop

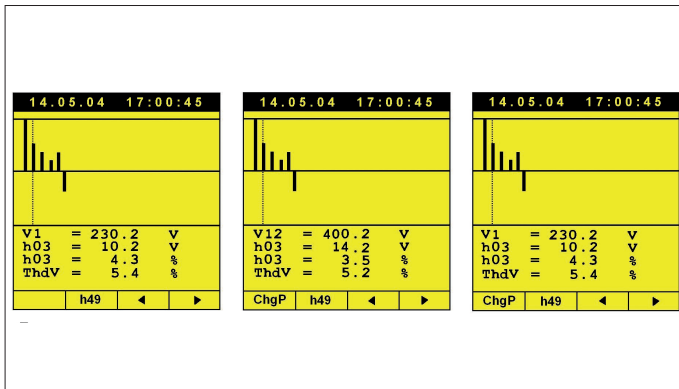
Operator podczas pomiaru napięć, prądów oraz mocy może wykorzystać przyrząd jako oscyloskop, obserwując w czasie rzeczywistym kształt prze-

| Parametr | Zakres pomiarowy | Dokładność |
|----------------|----------------------|---------------------------------|
| Napięcie | 600 V | $\pm(0,5\% + 2 \text{ cyfry})$ |
| Prąd | 3000 A | $\pm(0,5\% + 2 \text{ cyfry})$ |
| Moc czynna | 999,9 MW | $\pm(1,0\% + 2 \text{ cyfry})$ |
| Moc bierna | 999,9 MVAR | $\pm(1,0\% + 2 \text{ cyfry})$ |
| Moc pozorna | 999,9 MVA | $\pm(1,0\% + 2 \text{ cyfry})$ |
| Energia czynna | 999,9 MWh | $\pm(1,0\% + 2 \text{ cyfry})$ |
| Energia bierna | 999,9 MVARh | $\pm(1,0\% + 2 \text{ cyfry})$ |
| Cosφ | do 0,20 | 0,60 |
| | od 0,20 do 0,50 | 0,70 |
| | od 0,50 do 0,80 | 10 |
| Harmoniczne | do 25 | $\pm(5,0\% + 2 \text{ cyfry})$ |
| | od 26 do 33 | $\pm(10,0\% + 2 \text{ cyfry})$ |
| | od 34 do 49 | $\pm(15,0\% + 2 \text{ cyfry})$ |
| Częstotliwość | 47÷53 Hz, 57÷63,6 Hz | $\pm(1,0\% + 1 \text{ cyfra})$ |

Tab. 1 Parametry techniczne analizatora i rejestratora parametrów sieci Vega 74



Fot. 12 Przykład ekranu programu Toplink z przebiegami prądu i napięcia



Fot. 13 Przykłady ekranów z histogramem w układzie jednofazowym, trójfazowym trójprzewodowym, trójfazowym czteroprzewodowym, gdzie: V_{RMS} – wartość skuteczna przebiegu odkształconego napięcia, h_{03} – obliczona wartość skuteczna napięcia 3. harmonicznej (V) oraz zawartość procentowa 3. harmonicznej w sygnale (%)

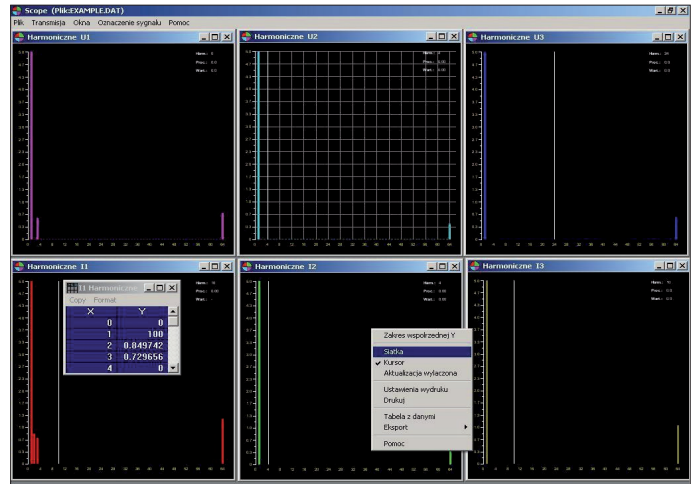
biegu napięcia i/lub prądu w wybranej fazie. Przyrząd wyświetla przebieg z rozdzielczością 128 próbek na okres. Przebieg jest odświeżany z częstotliwością jeden raz na 5s. Dzięki tej funkcji można w sposób zgrubny, na bieżąco analizować przebieg sygnału oraz obserwować przesunięcie fazowe. Przebiegi prądów i napięć można również śledzić w czasie rzeczywistym na komputerze korzystając z programu Toplink (fot. 12).

analizator harmonicznych

Przyrząd w trakcie pomiaru napięcia lub prądu umożliwia obserwację i pomiar harmonicznych zawartych w sygnale. W tym trybie pracy miernik przeprowadza szybką analizę Fo-

uriera (FFT), a na ekranie w czasie rzeczywistym wyświetlany jest histogram (wykres słupkowy) informujący o procentowej zawartości poszczególnych harmonicznych w sygnale (fot. 13). Obok wykresu słupkowego na ekranie przyrządu pojawia się informacja o wartości skutecznej (odpowiadającej zawartości procentowej) poszczególnych harmonicznych.

Przyrząd przeprowadza analizę do 49. harmonicznej. Jeżeli jednocześnie do wejść mierników doprowadzane są zarówno napięcie, jak i prąd, wówczas na ekranie przyrządu mogą pojawić się ujemne wartości harmonicznych. Oznacza to, że napięcie zawiera składowe generowane przez obciążenie. Pierwsza kolumna histogramu (h00) informuje o składowej stałej sygnału,



Fot. 14 Przykład ekranu programu Toplink z wykresami słupkowymi (histogramami)

natomiast ostatnia kolumna zawiera dane o THD (całkowitym współczynnikiem odkształcenia uwzględniającym obecność 40 harmonicznych, zgodnie z normą PN-EN50160) danego przebiegu.

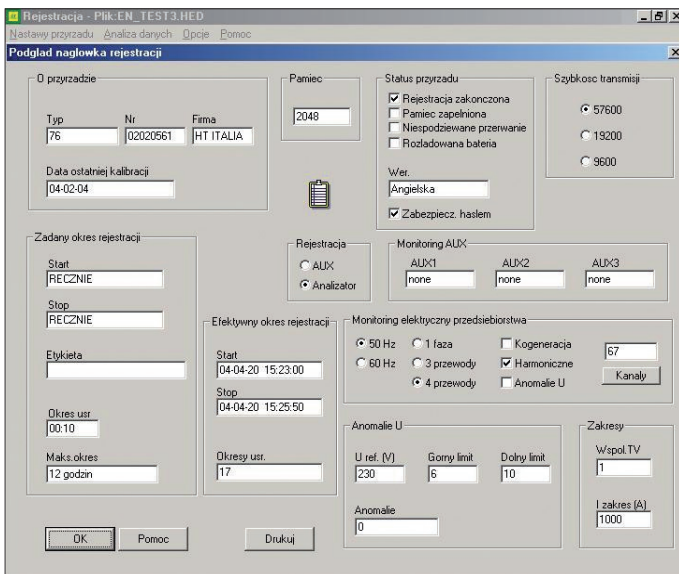
Zawartość harmonicznych w sygnale można śledzić w czasie rzeczywistym na komputerze korzystając z programu Toplink (fot. 14).

rejestrator parametrów sieci

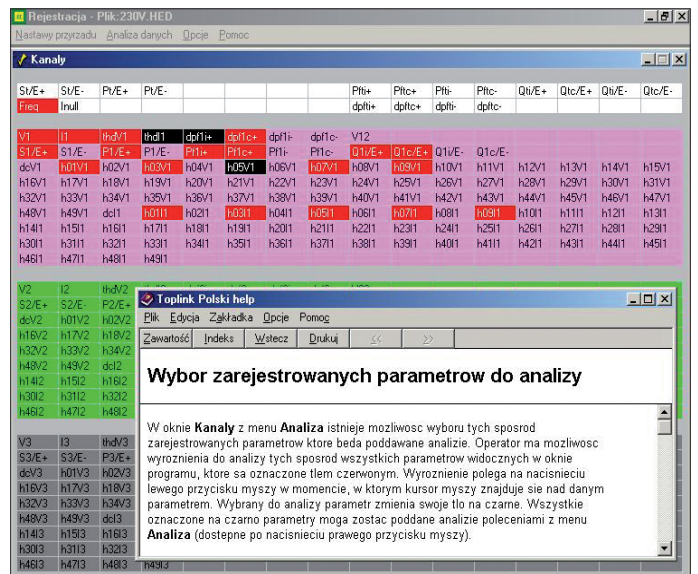
Vega 76 wyposażono w pamięć wyników pomiarów oraz dwukierunkową transmisję szeregową w standardzie RS232. Rejestrator można skonfigurować zarówno z poziomu miernika, jak i komputera. Analizę zgrama-

zonych danych wykonuje się zawsze na komputerze po uprzednim przesłaniu danych z pamięci miernika na twardy dysk komputera. W skład wyposażenia standardowego przyrządu wchodzi oprogramowanie Toplink w języku polskim, które obsługuje transmisję danych zarówno uprzednio zapisanych w pamięci przyrządu, jak i kontrolowanych w czasie rzeczywistym. Oprogramowanie umożliwia sterowanie parametrami pracy miernika z poziomu komputera (fot. 15).

Przyrząd jednocześnie rejestruje do 64 parametrów sieci, w tej liczbie napięcia, prądy, związane z nimi harmoniczne – do 49, włącznie, moce czynne, bierne i pozorne, energie czynne i bierne, wartości cosφ. Operator wybiera te spośród paramet-



Rys. 15 Przykład ekranu programu Toplink podczas konfiguracji parametrów rejestracji



Fot. 16 Przykład ekranu programu Toplink podczas wyboru rejestrowanych parametrów

| Faza | Kanalek | Moment zarejestrowania | Czas trwania [s] | Ekstremum |
|------|---------|------------------------|------------------|-----------|
| 26 | 1 | 02:01:15:08:43:19:59 | 0,07 | 200,35 |
| 27 | 1 | 02:01:15:08:44:44:40 | 0,08 | 202,81 |
| 28 | 1 | 02:01:15:08:50:10:98 | 0,08 | 202,79 |
| 29 | 1 | 02:01:15:08:51:24:13 | 0,06 | 0,00 |
| 30 | 1 | 02:01:15:08:51:36:79 | 0,09 | 202,85 |
| 31 | 1 | 02:01:15:08:51:03:03 | 0,07 | 200,57 |
| 32 | 1 | 02:01:15:08:51:29:14 | 0,10 | 201,52 |
| 33 | 1 | 02:01:15:08:51:59:34 | 0,10 | 201,62 |
| 34 | 1 | 02:01:15:08:52:27:46 | 0,06 | 202,88 |
| 35 | 1 | 02:01:15:08:52:57:03 | 0,03 | 0,0268 |
| 36 | 1 | 02:01:15:08:53:27:03 | 0,03 | 201,62 |
| 37 | 1 | 02:01:15:08:53:57:03 | 0,03 | 201,62 |
| 38 | 1 | 02:01:15:08:54:27:03 | 0,03 | 201,62 |
| 39 | 1 | 02:01:15:08:54:57:03 | 0,03 | 201,62 |
| 40 | 1 | 02:01:15:08:55:27:03 | 0,03 | 201,62 |
| 41 | 1 | 02:01:15:08:55:57:03 | 0,03 | 201,62 |
| 42 | 1 | 02:01:15:08:56:27:03 | 0,03 | 201,62 |
| 43 | 1 | 02:01:15:08:56:57:03 | 0,03 | 201,62 |
| 44 | 1 | 02:01:15:08:57:27:03 | 0,03 | 201,62 |
| 45 | 1 | 02:01:15:08:57:57:03 | 0,03 | 199,00 |
| 46 | 1 | 02:01:15:08:58:27:03 | 0,10 | 201,77 |
| 47 | 1 | 02:01:15:08:57:36:02 | 0,06 | 202,19 |
| 48 | 1 | 02:01:15:08:57:36:02 | 0,06 | 202,19 |

Fot. 17 Przykład ekranu programu Toplink podczas wyświetlania informacji o anomalii napięciowych

trów systemu elektrycznego, które zamierza rejestrować (fot. 16). Wyboru może dokonać z poziomu miernika lub komputera.

rejestrator anomalii napięciowych

Jedną z funkcji rejestratora parametrów systemów elektrycznych, spotykaną w samodzielnych urządzeniach, jest rejestracja anomalii napięciowych. Operator może uruchomić tę funkcję rejestrując równocześnie wybrane parametry elektryczne systemu. W pierwszej kolejności ustalane są wartości progowe napięcia. Przyrząd jako anomalie rozpoznaje wszystkie te zjawiska, podczas których wartość skuteczna napięcia przekracza poza ustalone wartości progowe przez okres dłuższy od 10 ms. Dla każdego zdarzenia miernik podaje informację o kierunku zmiany (przebiecie lub spadek), datę, czas rozpoczęcia, czas trwania zjawiska z rozdzielczością do jednej setnej sekun-

dy oraz minimalną lub maksymalną wartość napięcia podczas zjawiska (fot. 17).

Analizator i rejestrator Vega 76 może być zasilany z baterii (jednorazowych lub z akumulatorów) albo przez zasilacz sieciowy, który wchodzi w skład wyposażenia standardowego. Zasilanie sieciowe jest szczególnie przydatne podczas rejestrowania danych, gdyż często zdarza się, że wymagany czas trwania zapisu wyklucza zastosowanie baterii. Warto zaznaczyć, że w przyrządach zastosowano pamięć nieulotną, co oznacza, że dane zgromadzone w pamięci nie zostaną utracone z chwilą braku zasilania, np. spowodowanego zużyciem baterii.

Urządzenie oprócz oprogramowania Toplink oraz zasilacza sieciowego ma w standardowym wyposażeniu trzy elastyczne przekładniki prądowe o przelączanym prądzie pierwotnym 1000/3000 A, tzw. pasy Rogowskiego (fot. 18), zestaw przewodów do pomiaru napięć oraz solidny futerał. Każdy miernik standardowo wyposażony jest w indywidualne świadectwo sprawdzenia wykonane przez laboratorium producenta pracujące w systemie ISO 9001, co jest istotne z punktu widzenia wszystkich tych użytkowników, którzy funkcjonują na podstawie systemu kontroli jakości ISO. Świadectwo potwierdza zgodność parametrów urządzenia z podanymi w instrukcji obsługi. Przyrząd spełnia wymagania dyrektyw nowego podejścia 73/23/EEC, 93/68/EEC Unii Europejskiej i został oznaczony symbolem zgodności CE.



Fot. 18 Elastyczny przekładnik prądowy