

FLUKE 434 – niech moc będzie z Wami

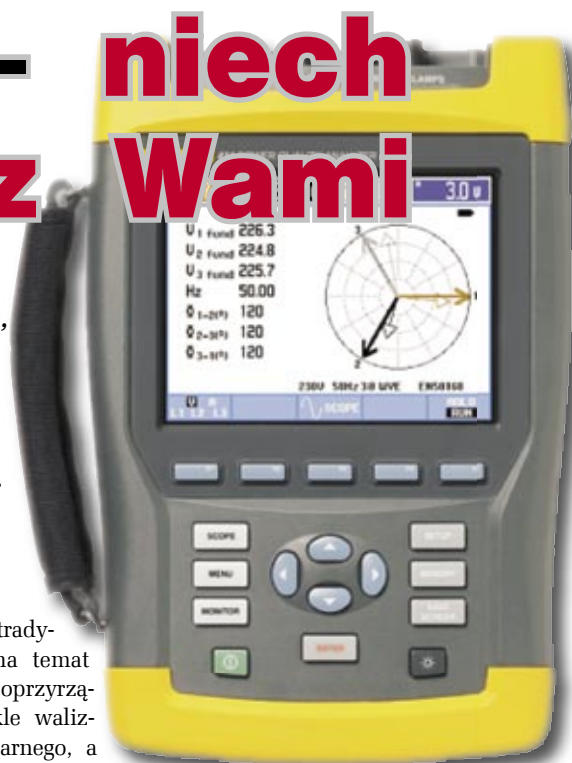
Do sieci energetycznej dołączonych jest jednocześnie wiele różnorodnych odbiorników energii. Niektóre z nich, korzystając z energii jednocześnie wprowadzają do sieci wiele zakłóceń. Inne zakłóceń takich nie wprowadzają, ale są na nie za to bardzo wrażliwe. Zadaniem energetyków jest sprawić, by wilk był syty i owca cała.

O jakości energii elektrycznej dostarczanej do naszych gniazdek, na co dzień nie myślimy, przynajmniej dopóki z niewiadomych przyczyn nie zacznie się nam przestawiać zegarek elektroniczny lub włączać samoistnie telewizor pozostający na czuwaniu. Jak pokazuje praktyka, sytuacje takie zdarzają się od czasu do czasu i niestety bez specjalistycznego sprzętu są bardzo trudne do wykrycia. Jako użytkownicy musimy sobie zdawać sprawę z tego, że od nas samych również w pewnym stopniu zależy to, jakiej jakości energią będziemy dostawać. Nasze urządzenia mogą emitować zakłócenia, które przenosząc się po sieci energetycznej do sąsiednich gniazd mogą stać się przyczyną wadliwego działania innych odbiorników energii.

Do wszechstronnego badania jakości sieci energetycznej na pewno bardzo pomocny będzie jeden z najnowszych produktów firmy FLUKE, jakim jest „434 Power Quality Analyzer”. Jest to urządzenie z najwyższej półki, więc decydując się na jego zakup należy się liczyć ze sporym wydatkiem. Zawsze w takich przypadkach warto dobrze zapoznać się z parametrami i możliwościami sprzętu. Niniejszy artykuł powinien choć w niewielkim stopniu w tym pomóc.

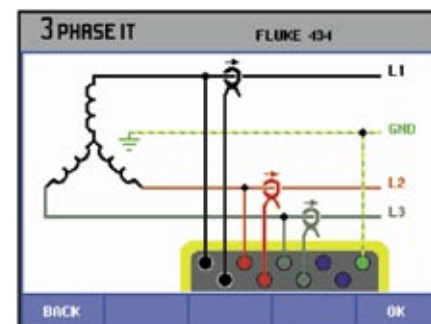
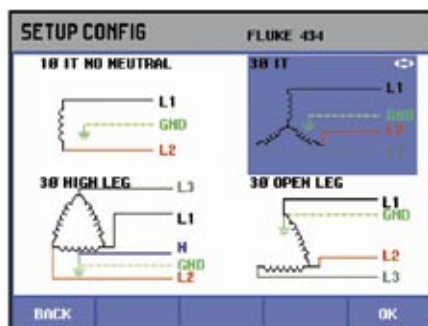
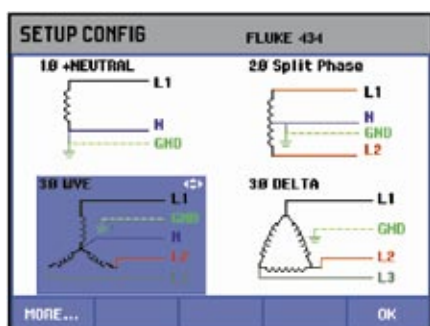
Tyle tego, że nie wiadomo od czego zacząć

Na początku oczywiście tradycyjne już „ochy” i „achy” na temat opakowania miernika i jego oprzyrządowania. Elegancka jak zwykle walizka jest tym razem koloru czarnego, a sam miernik ma obudowę w firmowych barwach żółto – czarnych. Pojawiając się z przyrządem na stanowisku pomiarowym sprawimy wrażenie jakbyśmy raczej wybierali się w daleką podróż, niż planowali badać jakość sieci energetycznej. Walizka jednak musi być pojemna, bo jest do niej co włożyć. Sam miernik, głównie ze względu na duży, kolorowy wyświetlacz ma wymiary większe od przeciętnego multimetru. Może pracować praktycznie w każdym położeniu. W ciężkich warunkach, przydatny na pewno będzie uchwyt umieszczony w bocznej części obudowy. Można go wykorzystać do bezpiecznego i wygodnego przytrzymania miernika, gdy wokół nie będzie miejsca na jego postawienie. Specjalny pasek znajdujący się na wyposażeniu może natomiast posłużyć do zawieszenia przyrządu na jakimś wystającym elemencie dostępnym w pobliżu stanowiska pomiarowego. Składana podstawka umożliwia pracę w pozycji półstojącej lub leżącej. Obudowa jest na tyle masywna i stabilna, że przyrząd nie „odjeżdża” w



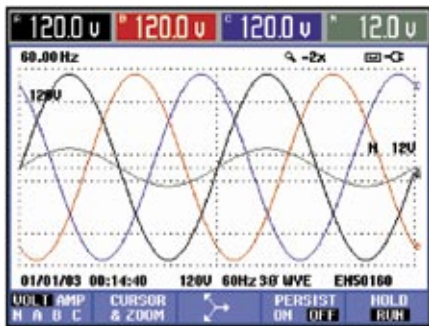
wyniku naciśnięcia palcem na klawisze. 434-ka, tak jak w większości podobnych przyrządów ma klawiaturę membranową, która wygląda solidnie, lecz można odnieść wrażenie, że naciśnięcie klawisza nie zawsze daje pożądany skutek.

Przed rozpoczęciem testów trzeba jeszcze wyjaśnić, dlaczego do tego dużego, ale mimo wszystko nie olbrzymiego przyrządu, dodano tak wielkie opakowanie. Otóż wynika to z faktu, że miernik ma dość liczne oprzyrządowanie, do którego należy zaliczyć przede wszystkim cztery dość okazałe pomiarowe cęgi (do pomiaru prądu), a także niemały zasilacz. Trzeba do tego jeszcze dodać pięć napięciowych kabli pomiarowych, co przy ich długości równej 2,5 m daje również pewną objętość, nawet po ciasnym zwinięciu. Każdy kabel jest wyposażony w końcówkę typu „krokodylek” (właściwie należałoby powiedzieć „krokodyl”). Przy tym wszyst-



Rys. 1a, b. Okno wyboru konfiguracji pomiarowej

Rys. 2. Rysunek wyjaśniający sposób dołączenia kabli pomiarowych



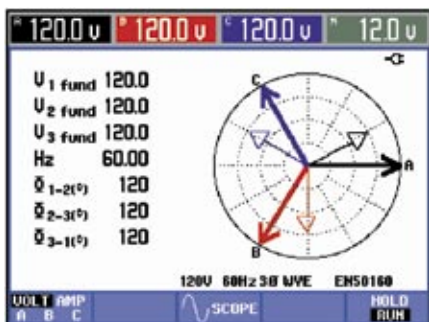
Rys. 3. Wykres czasowy uzyskany w trybie oscyloskopowym

kim już prawie pomijalne są: kabel sygnałowy do łączności między miernikiem i komputerem, komplet etykietek samoprzylepnych do oznaczenia gniazd pomiarowych zgodnie z obowiązującymi w kraju użytkownika normami, komplet obrączek do oznakowywania mierzonych przewodów, pasek do zawieszania miernika i krótki, papierowy przewód wraz z płytą CD.

Czas na pomiary

Miernik FLUKE 434 umożliwia wszechstronne i dokładne diagnozowanie wielofazowych sieci energetycznych. Mając na uwadze pracę z napięciami zagrażającymi życiu, należy w każdym momencie zachowywać wzmoczoną ostrożność i przestrzegać zasad bezpieczeństwa. Chwila nieuwagi, a tym bardziej rutyna mogą okazać się tragiczne w skutkach.

434-ka nie tylko mierzy aktualne parametry sieci, może również rejestrować dane w długim okresie. Uzyskane wyniki w wygodny sposób można dołączać do dokumentacji pomiarowej. Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w tym przyrządzie pozwalają na jednoczesną rejestrację wielu parametrów. Cecha ta ma znaczenie w często spotykanych w praktyce sytuacjach, gdy jednorazowy pomiar nie wykazuje rażących odchyłek od normy, tymczasem występujące nieprawidłowości działania odbiorników energii



Rys. 4. Wykres wskazowy napięć i prądów w sieci 3-fazowej

mogą wskazywać na problemy z ich zasilaniem.

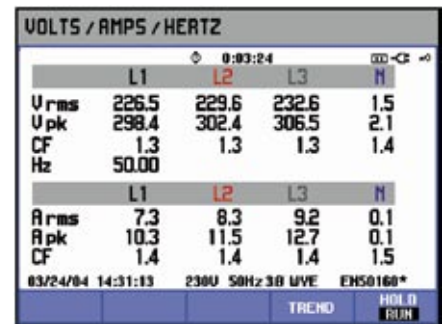
Przed przystąpieniem do pomiarów należy wybrać w oknie Setup konfigurację pomiarową. Możliwe połączenia są przedstawione na rys. 1a i 1b. Po zaakceptowaniu układu pomiarowego, na ekranie miernika zostaje wyświetlony rysunek, poglądowo (nawet bardzo) pokazujący sposób dołączenia kabli, np. taki, jak na rys. 2. Badania sieci warto rozpocząć od wstępnego ocenie jej parametrów. Najlepiej będzie się do tego nadawał tryb oscyloskopowy (rys. 3), w którym można zaobserwować kształt napięć i prądów w poszczególnych fazach i w przewodzie neutralnym. W polach umieszczonych w górnej części ekranu wyświetlane są w postaci cyfrowej aktualne parametry sieci (wartość skuteczna napięcia i natężenia prądu, częstotliwość). Dokładniejsze zmierzenie wartości chwilowych jest możliwe za pomocą kursora i opcji Zoom.

Jednym z parametrów przydatnych do oceny jakości energii elektrycznej jest zbadanie zależności fazowych. Ich prezentacja w bardzo przystępny, graficzny sposób jest możliwa po wybraniu opcji Phasor. Dzięki niej możemy zaobserwować wykresy wskazowe poszczególnych napięć i prądów (rys. 4). Rysunek pozwala szybko zorientować się o kolejności faz – linią odniesienia jest wejście A(L1).

Szczegółowe, wyniki liczbowe parametrów sieci energetycznej są możliwe po wybraniu jednej z wielu opcji dostępnych po naciśnięciu klawisza Menu. Mamy tu kolejno:

Volt/Amps/Hertz. Dokładny pomiar napięć, prądów i częstotliwości. W oknie przedstawionym na rys. 5 wyświetlone są takie parametry, jak: napięcie skuteczne, napięcie szczytowe, współczynnik kształtu napięć i prądów fazowych (CF), a także częstotliwość sieci. Możliwe jest przełączenie miernika w tryb rejestracji trendu zmian poszczególnych parametrów (rys. 6). Taki pomiar pozwala wychwytywać nieokresowe zakłócenia w sieci.

Dips&Swells. Powolne zmiany parametrów sieci energetycznej wykraczające nawet poza wartości znamionowe, na ogół nie powodują większych problemów z działaniem odbiorników. Najczęściej są one projektowane ze sporym zapasem. Zmiana napięcia sieci z 220 na 230 V nie spowodowała na przykład konieczności nagłego wymieniających urządzeń zasilanych z sieci. Więcej kłopotów mogą sprawić krótkotrwałe zakłócenia,

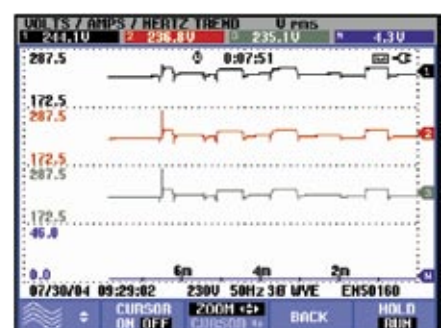


Rys. 5. Liczbowe wyniki pomiarów w trybie Volt/Amps/Hertz

których pochodzenie i stopień oddziaływania na odbiorniki energii są dość zróżnicowane. Pojęciem Dip (Sag) określa się nagłe zmiany napięcia poniżej wartości progowej. Czas trwania takiego zakłócenia może się zawierać od połowy okresu do kilku sekund. Mierzy się go od momentu przekroczenia wartości progowej napięcia na jednej lub kilku fazach do momentu zrównania napięć we wszystkich fazach lub powrotu napięcia do wartości większej od wartości progowej powiększonej o histerezę. Analogiczne zakłócenie, tylko w drugą stronę nazywane jest Swell (rys. 7). Podobne zakłócenie tylko występujące jednocześnie we wszystkich fazach i na ogół dużo głębsze nazywane jest Interruption.

W praktyce można się spotkać jeszcze z sytuacją, w której obserwowane napięcie RMS pozostaje stabilne z dokładnością do przyjętej tolerancji, po czym następuje gwałtowna zmiana tej wartości do innego poziomu, na którym znowu pozostaje stabilne. Takie zakłócenia nazywane są Rapid Voltage Change (rys. 8).

Harmoniczne. Wszystkie napięcia i prądy sieci energetycznej powinny mieć kształt jak najbardziej zbliżony do sinusoidy. Niestety, najczęściej sytuacja taka jest dość daleka od ideału. Najlepszym wskaźnikiem oceny kształtu napięcia lub prądu jest zawartość harmonicznych. Przydatne mogą być również takie parametry, jak: wielkość składowej



Rys. 6. Wykres trendu zmian napięć sieci 3-fazowej

WIDAĆ JAKOŚĆ

HITACHI
Inspire the Next

SHARP

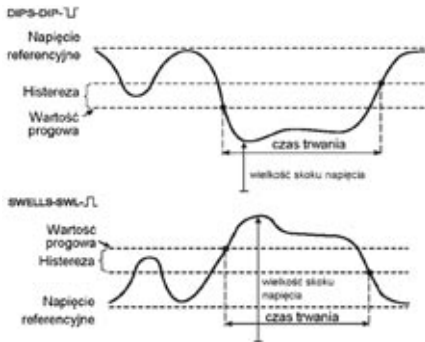
TOSHIBA

WINSTAR

50-071 Wrocław, Plac Wolności 7
tel. (71) 783 12 60
fax (71) 783 12 69
info.poland@eurodis.com

41-200 Sosnowiec, ul. Kiepury 45/1
tel. (32) 291 99 35
fax (32) 296 90 80
info.poland@eurodis.com

www.eurodis.com
Twój dostawca
wyswietlaczy LCD



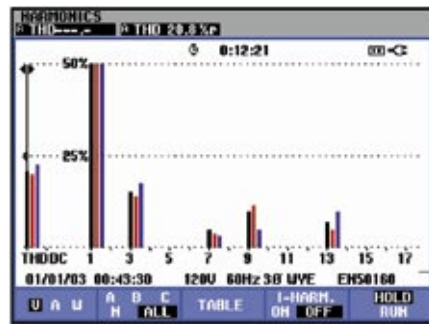
Rys. 7. Definicja zakłóceń typu Dip i Swell

stałej i tzw. współczynnik K (K-factor). Współczynnik K jest dosyć nietypowym parametrem (stosowany głównie w USA i Kanadzie) charakteryzującym podatność transformatorów sieciowych na nagrzewanie się, a nawet uszkodzenie wynikające z przepływu przez jego uzwojenia prądów harmonicznych. Na wartość współczynnika K większy wpływ mają składowe wysokoczęstotliwościowe niż niskoczęstotliwościowe. Miernik 434 pozwala mierzyć i rejestrować THD (Total Harmonic Distortion), aż do 50. harmonicznej. Atrakcyjną opcją jest również w tym trybie pomiar zawartości interharmonicznych, czyli składowych o częstotliwościach nie będących całkowitą wielokrotnością częstotliwości podstawowej. Wyniki pomiarów mogą być przedstawione w postaci wykresów słupkowych (rys. 9), tablicy z danymi liczbowymi oraz jako wykres trendu.

Power&Energy. Moc odbiornika i zużycie przez niego energii elektrycznej można uznać za dwa najważniejsze parametry mierzone przyrządem FLUKE 434. O ile wymienione dotychczas parametry nie wymagały dołączenia prądowych przewodów pomiarowych, to w tym przypadku będzie to niezbędne. Cęgi pomiarowe nie wymagają przy tym rozłączania obwodu, a jedynie znalezienia przynajmniej kawałka rozszytego kabla sieciowego. Jak na ironię, czasami może to być trudniejsze niż szeregowe dołączenie się przewodami prądowymi do odbiornika. Mając możliwość całkowania zmierzonej mocy w zadanym czasie miernik staje się licznikiem energii elektrycz-



Rys. 8. Definicja zakłóceń typu Rapid Voltage Change



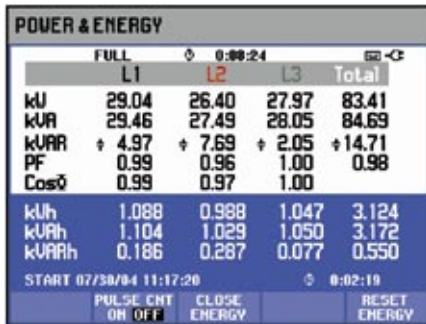
Rys. 9. Wykresy słupkowe harmonicznych

nej. Umożliwia tym samym zużycie energii przez dołączony odbiornik, a po wprowadzeniu ceny jednostkowej za energię, pozwala nawet oszacować koszty eksploatacji urządzenia. Do obliczania mocy można wybrać jedynie podstawową składową częstotliwościową lub uwzględnić wszystkie harmoniczne. 434-ka mierzy moc czynną, bierną i pozorną, współczynnik mocy PF (Power Factor) określony jako stosunek mocy czynnej do mocy pozornej uwzględniający wszystkie składowe harmoniczne, $\cos \phi$ (DSP – Displacement Power Factor) zdefiniowany podobnie jak PF lecz odnoszący się tylko do składowej podstawowej. Okno liczbowych wyników pomiarów mocy i energii przedstawiono na rys. 10. Jak zwykle możliwe jest również rejestrowanie trendów.

Flicker. Zakłócenia tego typu objawiają się jako zmiana jasności świecenia żarówki zasilanej z sieci energetycznej. Do pomiaru tego parametru wykorzystywany jest specjalny algorytm opracowany na podstawie analizy reakcji ludzkiego wzroku na bodźce świetlne. Dokładne zasady pomiaru tego parametru opisane są w normie EN61000-3-3. Na podstawie czasu trwania i wielkości zmian napięcia sieciowego obliczany jest tzw. „współczynnik irytacji” (annoyance factor) powodowany migotaniem żarówki 60 W.

Unbalance. Pomiar niesymetrii służy do określenia zależności fazowych pomiędzy napięciami i prądami w wielofazowej sieci energetycznej. Przykładowo przesunięcia pomiędzy dowolnymi napięciami (prądami) w sieci 3-fazowej powinny wynosić dokładnie 120° . Jak zwykle stan taki nie zawsze jest osiągalny. Wyniki pomiarów mogą być przedstawiane jako tablice (rys. 11), wykresy wskazowe lub wykresy czasowy trendu.

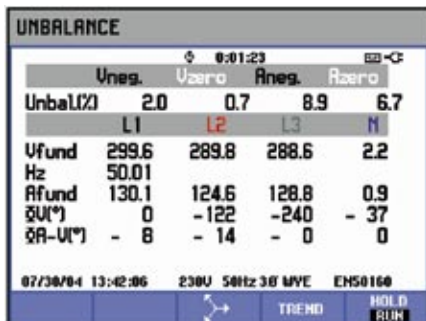
Transient. Liczbowe przedstawianie zjawisk, do czego przywykliśmy już trochę w dobie mikroprocesorów, jest



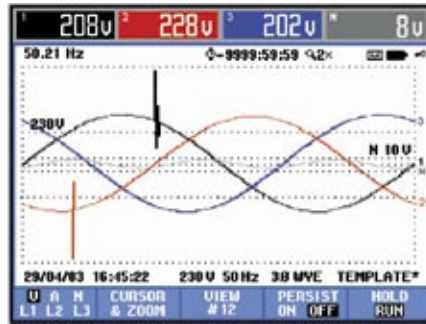
Rys. 10. Wyniki liczbowe pomiarów mocy i energii

formą dostarczającą wielu cennych i szczegółowych informacji. Postrzeganie świata przez człowieka z natury odbywa się jednak poprzez zmysły, w tym zmysł wzroku. Stąd najczęściej długie tabele danych przetwarzamy później najróżniejszymi sposobami na wykresy, grafy, itp. W mierniku FLUKE 434 uwzględniono gotową opcję pomiarową, która umożliwia śledzenie stanu sieci energetycznej i w momencie wystąpienia zakłócenia typu *dips*, *swells*, *interruptions* i *current swells* wykonuje szybki zrzut ekranowy dużej rozdzielczości. W ten sposób od razu dostajemy gotowy oscylogram z wyraźnie widocznym zakłóceniem (rys. 12). Zrzuty są zachowywane w pamięci tymczasowej (max. 40), w celu umożliwienia spokojnej ich analizy po zakończeniu pomiaru. Można je też zapisać w pamięci nieulotnej. Procesor miernika próbuje na bieżąco stan sieci z szybkością 200 kS/s i wykonuje zrzut ekranu zawsze po wykryciu zakłócenia. Przed rozpoczęciem pomiaru można określić warunki progowe, definiujące moment przechwytywania ekranu.

Inrush. W chwili włączenia do linii energetycznej odbiornika o niskiej impedancji (np. silnik elektryczny) obserwujemy znaczny impuls prądowy, który może wielokrotnie przekraczać wartość znamionową dla tego odbiornika. Po pewnym czasie od momentu włączenia, prąd ten stabilizuje się na poziomie



Rys. 11. Wyniki pomiarów niesymetrii sieci 3-fazowej



Rys. 12. Wynik pomiaru zakłóceń impulsowych w trybie Transient

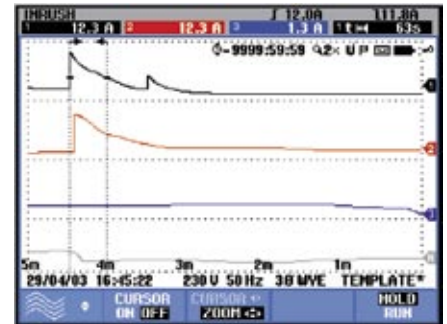
wartości znamionowej. Pomiar Inrush pozwala rejestrować takie sytuacje. Miernik śledzi na bieżąco stan sieci, a gdy wykryje włączenie odbiornika sprawdza, czy jego prąd rozruchowy przekracza zadane warunki wyzwolenia. Jeśli tak, to po kilku sekundach pomiar zostaje przerwany, a cała sytuacja jest wyświetlona w postaci wykresu czasowego na ekranie (rys. 13). Teraz na podstawie oscylogramu, korzystając z kursora można zmierzyć parametry zjawiska.

Monitor, czyli zintegrowany pomiar jakości energii

Oprócz wyżej wymienionych trybów pracy miernika FLUKE 434, zaimplementowano w nim także złożony pomiar jakości energii. Wprowadzenie tego trybu następuje po naciśnięciu klawisza Monitor. Monitor dokonuje jednoczesnego pomiaru: napięcia RMS, harmonicznych, zakłóceń typu Flicker, zakłóceń typu Dips/Interruptions/Rapid Voltage Changes/Swells, niesymetrii sieci wielofazowej i częstotliwości. Jak sama nazwa wskazuje, w tym trybie sieć jest obserwowana przez pewien czas (od 2 godzin do 7 dni), a wyniki są zapisywane do pamięci w ustalonych interwałach czasowych jako uśrednione za ten okres wartości. Okres uśredniania jest różny dla poszczególnych parametrów, przykładowo dla napięcia RMS wynosi 10 minut. Start rejestracji może być natychmiastowy lub zdalny (z wykorzystaniem zegara RTC miernika). Przykładowe okno wyników przedstawiono na rys. 14.

Na zakończenie

434-ka, to przyrząd o największych możliwościach spośród analizatorów jakości energii FLUK-a. Jest przeznaczony dla profesjonalistów do bardzo dokładnych pomiarów sieci energetycznej. Prace takie najczęściej powinny być zakończone sporządzeniem odpowiedniego raportu zawierającego wszystkie wyniki. 434-ka po raz kolejny idzie z pomocą użytkownikowi i umożliwia nie tylko



Rys. 13. Wynik pomiaru prądu rozruchowego (Inrush)

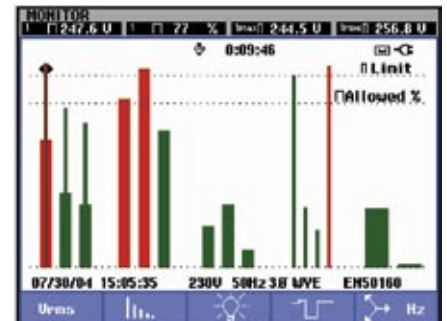
dokładną analizę danych on-line, na ekranie, lecz również przesyłanie ich do komputera lub drukarki współpracującej bezpośrednio z miernikiem. Do transmisji służy izolowany optycznie interfejs RS232 wyposażony w konwerter, dzięki któremu możliwe jest przyłączenie do gniazda USB.

Choć ze względów ekonomicznych decyzja o zakupie analizatora FLUKE 434 zapewne nie będzie łatwa, to najprawdopodobniej po pewnym czasie od przeprowadzenia transakcji wydane pieniądze nie okażą się wyrzuconymi w błoto. Obiektywnie natomiast trzeba powiedzieć, że nie każdą instytucję, bo o klientach indywidualnych chyba nie ma co mówić, będzie stać na taki przyrząd. Należy więc zawsze rozważyć, czy oferowane możliwości przyrządu będą faktycznie wykorzystywane? Jeśli, nie, to poszukać innych, prostszych modeli lub rozejrzeć się w ofertach innych firm. Produkty ze znakiem FLUKE charakteryzują się perfekcją wykonania. Tak jest i w przypadku 434-ki. Jedyne co można zarzucić w tym przypadku, to... niezbyt ładny zapach kabli pomiarowych.

Jarosław Doliński, EP
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl

Dodatkowe informacje

TME Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.,
 93-350 Łódź, ul. Ustronna 41
 tel. (042) 645 55 35
 e-mail: fluke@tme.pl, <http://www.tme.pl>



Rys. 14. Wyniki pomiarów w trybie Monitor