

Monitorowanie jakości energii elektrycznej – oferta firmy Twelve Electric

Krzysztof Lorek, Krzysztof Dąbrowski

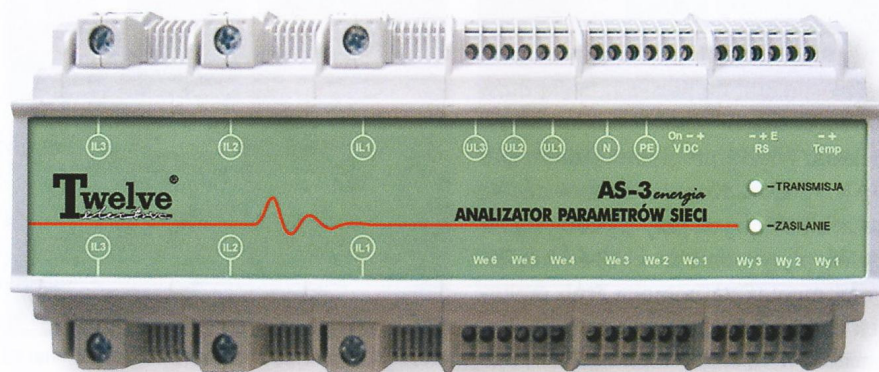
Szybki rozwój technologiczny powoduje tworzenie uregulowań prawnych, które w coraz większym stopniu narzucają proces oceny jakości energii elektrycznej. W konsekwencji konstruowane są urządzenia – analizatory jakości energii elektrycznej – prowadzące tę ocenę zgodnie z nowymi wymogami. W efekcie podnosi się jakość dostarczanej energii, co pozwala na wprowadzanie nowocześniejszych, bardziej zależnych od jakości zasilania rozwiązań technologicznych. Odpowiednie urządzenia pomiarowe posiada w swojej ofercie firma Twelve Electric.

Nowe zasady prawne wymuszają na dostawcach i odbiorcach energii elektrycznej zakupy urządzeń monitorujących poszczególne jej parametry. Jeszcze nie tak dawno głównym wyposażeniem pomiarowym rozdzielnic były podstawowe przyrządy analogowe, zamieniane w miarę możliwości na proste mierniki elektroniczne. Ich przeznaczeniem był podgląd bieżących wartości skutecznych w najważniejszych punktach systemu. Zamiana mierników analogowych na cyfrowe – ze względu na ich bardzo ograniczone możliwości – niewiele wnosiła merytorycznie, a funkcjonalnie poprawiała tylko jakość odczytu pokazywanych przez miernik wartości. Główną wadą tych rozwiązań była konieczność osobistej obserwacji mierników w celu określenia stanu zasilania.

Zdalny odczyt, analiza i prezentacja danych

Kolejną modyfikacją wprowadzoną w miernikach cyfrowych była możliwość odczytu przyrządów na odległość. Zastosowane rozwiązanie transmisji szeregowej zdecydowanie ułatwiło i przyspieszyło pozyskiwanie danych przez służby utrzymania ruchu.

Możliwość odczytu zdalnego doprowadziła jednak do wzrostu ilości gromadzonych danych. Ich analiza, w oparciu o przeglądanie zapisów w postaci uporządkowa-



Rys. 1. Analizator AS-3energia

nych tabel nie była prosta, bo w gąszczu liczb podobnych do siebie łatwo było przeoczyć to, co najistotniejsze dla zrozumienia przebiegu zdarzenia. W konsekwencji wywołało to zapotrzebowanie na specjalistyczne oprogramowanie do odczytu, archiwizacji i przetwarzania danych.

W miarę pojawiania się programów do przetwarzania danych rosły wymagania użytkowników również, co do ich prezentacji. Podgląd parametrów w czasie rzeczywistym musiał być przejrzysty i intuicyjny, dlatego też coraz częściej dołączano do programów bloki przeznaczone do graficznej wizualizacji mierzonych parametrów w postaci mierników analogowych słupkowych czy dwustanowych, wykresów czasowych i częstotliwościowych. Wprowadzano także mechanizmy analizy statystycznej wartości parametrów w funkcji czasu, a raporty przyjęły formę wykresów i zestawień statystycznych. Sporzą-

dzone w ten sposób wyniki zaczęły odgrywać coraz większą rolę w procesie diagnozowania.

Kolejnym krokiem w kierunku poprawy skuteczności systemów monitorowania było przeniesienie funkcji kontroli przekroczeń na system komputerowy, co wy-

Rejestracja „zapadu napięcia”

Rejestracja pojedynczego zdarzenia „zapad napięcia” polegającego na przekroczeniu ustalonego dla napięcia minimalnego progu nie dostarcza żadnych innych informacji poza tą, że do tego doszło. Równoległa rejestracja wartości prądu i napięcia w formie ich przebiegów oscylograficznych pozwala zdiagnozować czy zarejestrowany zapad napięcia był spowodowany „twardym” rozruchem silnika dużej mocy czy też takie napięcie zostało dostarczone z sytemu zasilania. Gromadzenie wielu wzajemnie uzupełniających się informacji znacznie zmniejsza zagrożenie wyciągnięcia błędnych wniosków, co w konsekwencji pozwala optymalizować koszty funkcjonowania zakładu.

liminowało przypadki niezauważenia zjawiska przez obsługę. Zwiększenie systematyczności gromadzenia danych zaowocowało możliwością gromadzenia istotnych danych o zużyciu energii, a to z kolei pozwoliło na wprowadzanie racjonalnych zasad zarządzania i gospodarowania energią elektryczną.

Urządzenia energoelektroniczne

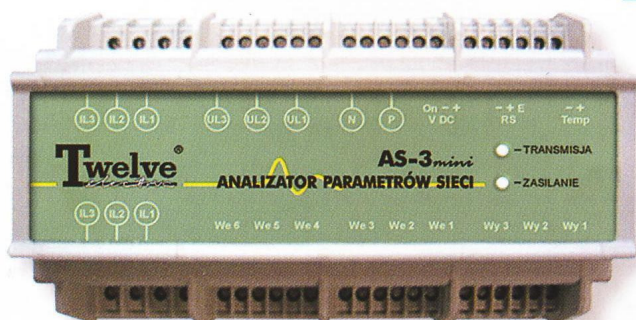
Postęp techniczny sprawił, że coraz większy udział w liniach technologicznych stanowiły napędy sterowane elektronicznie i wiele innych urządzeń energoelektronicznych o nieliniowych charakterystykach. Postawiło to nowe wymagania miernikom monitorującym jakość energii elektrycznej – zwłaszcza tym przeznaczonym do szczegółowej analizy i rejestracji szybkich zjawisk, które bardzo negatywnie wpływały na niezawodność pracy nowoczesnych urządzeń technologicznych. Okazało się, że nie wystarczy już pomiar wartości skutecznych co sekundę, jako średnia wartość z jednej sekundy, co było cechą większości dostępnych wówczas mierników. Mało który przyrząd mierzył przebiegi o czasie uśredniania poniżej 200 ms, a taki czas zaczęto stosować w tworzonych przepisach ponieważ tylko takie pomiary umożliwiały gromadzenie danych potrzebnych do diagnozowania zjawisk zachodzących w układach zasilania urządzeń energoelektronicznych. Z tych powodów nie było wówczas możliwe gromadzenie informacji np. o zanikach napięcia o czasie trwania mierzonym w okresach sieci, co w konsekwencji sprawiało, iż twarde rozruchy czy chwilowe zwarcia były wciąż metrologicznie niezauważane.

Z powodu powyższych ograniczeń koncepcja wykorzystania systemów monitorowania energii dla potrzeb diagnostycznych, w której system nadrzędny wykorzystywałby mało wiarygodne dane uzyskane z prostych mierników nie sprawdziła się. Zdarzało się również, że takie systemy nie były wyposażone w funkcje auto-diagnostyczne, co skutkowało błędnymi interpretacjami zgromadzonych wyników.

Rejestratory

O diagnostycznych potrzebach uzupełnienia informacji o przebiegu zaburzenia w czasie najlepiej wiedzą pracownicy służb utrzymania ruchu i automatyki zabezpieczeniowej. To właśnie te potrzeby spowodowały, że w miejsce rejestratorów papierowych zaczęły się wówczas pojawiać elektroniczne rejestratory przebiegu awarii. Niestety ze względu na wysoką cenę ich powszechne zastosowanie w rozproszonych systemach zasilania było zdecydowanie nieopłacalne. W miarę rosnących oczekiwań od systemów kontrolnych, na podstawie których mogą być podjęmo-

➔ 76



Rys. 2. Analizator AS-3mini

wane często bardzo kosztowne i długofalowe przedsięwzięcia zapobiegawcze lub naprawcze coraz większego znaczenia nabierała niezawodność i wiarygodność wykrywanych i gromadzonych informacji. Zapisy są zdecydowanie pewniejsze i bardziej przydatne do wyciągania wniosków, jeżeli dotyczą przebiegów chwilowych napięć i prądów oraz kilku innych wzajemnie uzupełniających się dodatkowych informacji dotyczących tego samego zjawiska.

Analizatory parametrów sieci

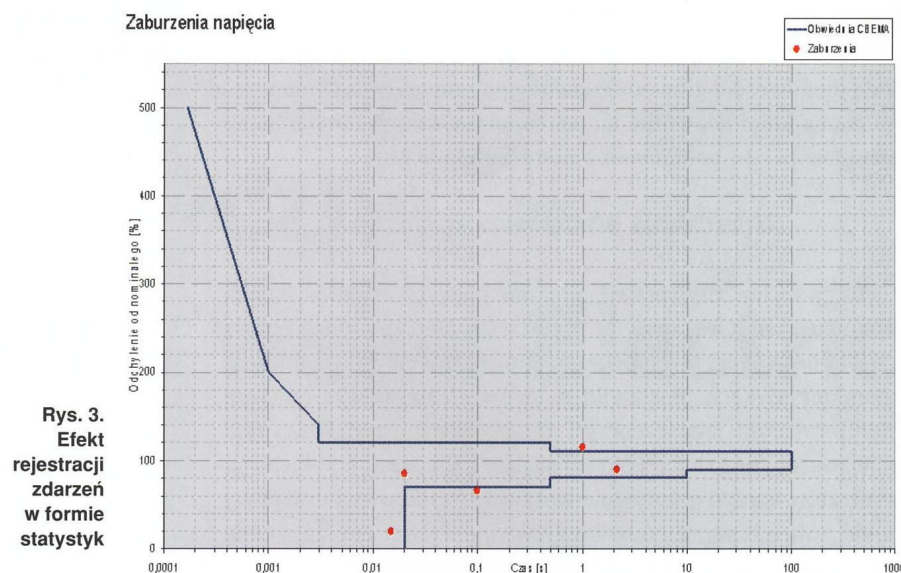
W stosunkowo krótkim czasie skonstruowano mierniki, które spełniały ww. wymagania, ponieważ zostały wyposażone w wiele funkcji użytkowych, mierzące zjawiska krótkotrwałe, analizujące poziom wyższych harmonicznych, prowadzące rejestrację zdarzeń zachodzących w sieci zasilającej. Ze względu na zakres funkcjonalny mierniki te zaczęto nazywać analizatorami parametrów sieci.

Równoległe powstawały normy i akty prawne, które precyzowały jakie parametry należy mierzyć i kontrolować. Najbardziej znaną normą, która stała się podstawą do tworzenia przepisów wykonawczych stała się norma EN 50160.

W celu przesyłania do komputera nadzrędnego ciągle rosnącej liczby danych (liczba parametrów, które zgodnie z normą miały być monitorowane znacznie się zwiększyła) tworzono systemy połączeń dedykowanych, co znacznie podnosiło koszty

Rejestracja wahań napięcia

Przykładowy zarejestrowany oscylogram wahań napięcia oraz reakcja urządzeń nieliniowych pokazany jest na rysunku 4. Przebieg został zarejestrowany w wyniku obniżenia napięcia spowodowanego zwarcieniem na linii wysokiego napięcia, w wyniku którego zadziałała automatyka zabezpieczeniowa linii. Przed samym obniżeniem napięcia widać, że nastąpiło wyładowanie łukowe i zgaszenie łuku. Bardzo ciekawy jest też skutek powrotu napięcia do normy. Zasilacze impulsowe jako idealny przykład odbiorników nieliniowych zareagowały ośmiokrotnym wzrostem wartości chwilowej pobieranego prądu w impulsie. To zjawisko mogłoby okazać się uciążliwe dla układu zasilania w przypadku jednoczesnej reakcji większej ilości podobnych odbiorników. Jest to tylko drobny przykład wskazujący na potrzebę posiadania w układzie zasilania systemu monitorowania jakości energii nie tylko dlatego, że wymagają tego przepisy, ale także dla własnych potrzeb diagnostycznych.



Rys. 3. Efekt rejestracji zdarzeń w formie statystyk

budowy systemów monitorowania. Wszystkie te działania nie zapewniły jednak jednej podstawowej, wymaganej cechy: wiarygodności pomiaru w przypadku utraty połączenia pomiędzy analizatorem a komputerem lub w przypadku ograniczenia przepustowości transmisji. W praktyce dalej problem tanich systemów do pomiaru i rejestracji szybkich zaburzeń pozostawał nierozwiązany.

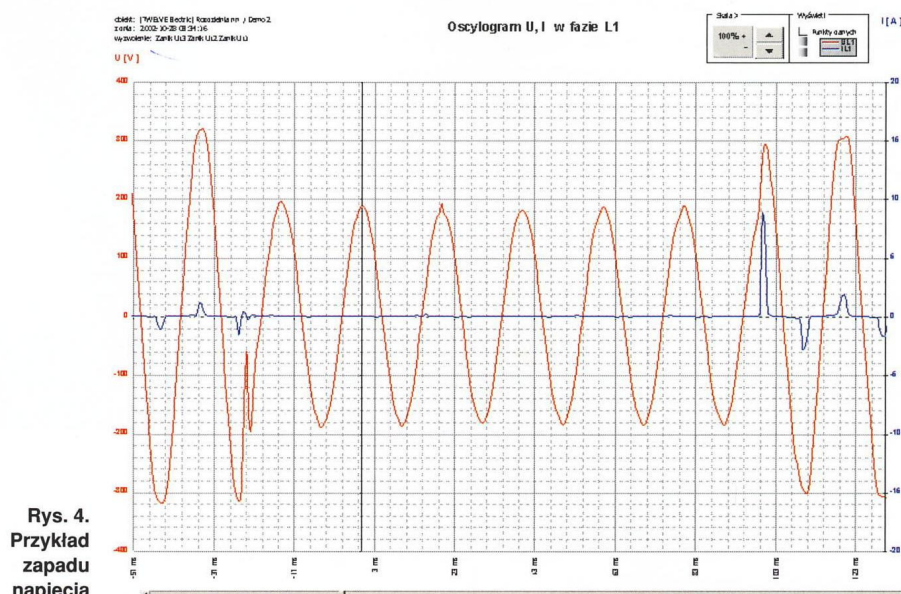
Kolejny problem techniczny, który trzeba było rozwiązać to niska przepustowość układów transmisji danych i koszty związane z jej zwiększaniem. Systemy przeznaczone do monitorowania rozproszonych i rozległych układów zasilania wytwarzały tak ogromną ilość danych – i to w sposób ciągły – że przez kanał transmisji nie można było ich przesłać. Dlatego też niektóre dane były bezpowrotnie tracone. Dopiero skupienie funkcji pomiarowych, kontrolnych i rejestracji we wnętrzu samego analizatora i ograniczenie transmisji danych do komputera tylko do informacji istotnych

pozwoлиło stworzyć w pełni funkcjonalne systemy monitorowania.

Analizator z pamięcią wewnętrzną

Na rynku pojawił się wówczas nowy rodzaj analizatora wyposażony w pamięć wewnętrzną, a system nadrzędny zaczął pełnić rolę nadzorcy pracy bieżącej poszczególnych analizatorów oraz głównego zarządcy bazy danych.

Po praktycznym wdrożeniu tej nowej koncepcji z analizatora wyposażonego w wewnętrzną pamięć zaczynają napływać do systemu dane wykryte i zapamiętane przez analizatory, a dotyczące również krótkotrwałych zaburzeń np. wahania napięcia trwające 10-20 ms, uzupełnione oscylogramami przebiegów napięć i prądów przed i po wystąpieniu zjawiska. Programy wspomagające pozwalają wykonać zestawienie statystyczne zarejestrowanych zaburzeń w formie graficznej (rys. 3), co



Rys. 4. Przykład zapadu napięcia

pozwała na szybką ocenę skutków i zagrożeń pochodzących od występujących zjawisk oraz oszacowanie ich szkodliwego wpływu na poszczególne urządzenia.

Nie trzeba uzasadniać, że precyzyjne gromadzenie informacji umożliwia wyciąganie trafnych wniosków i ułatwia podjęcie decyzji w celu usunięcia podobnych zagrożeń w przyszłości. Oczywiście nie tylko wahania napięcia są monitorowane przez dobry system ale wiele innych, istotnych dla prawidłowej pracy układu zasilania parametrów np. poziom THD i poszczególnych harmonicznych, czasy trwania zaburzeń, częstotliwość ich zachodzenia itd.

Analizatory firmy Twelve Electric

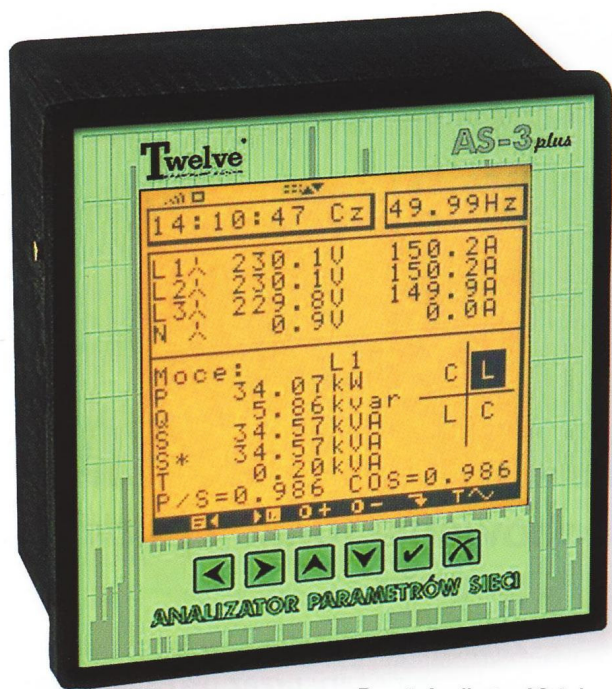
Nowoczesne systemy monitorowania energii elektrycznej powinny być dostosowane do potrzeb odbiorców i dostawców energii. Niektóre mechanizmy kontroli powinny uwzględniać wprowadzane normy oraz przepisy prawa energetycznego.

Takimi cechami charakteryzują się wyroby firmy Twelve Electric. Dotychczasowa oferta analizatorów panelowych AS-3 i AS-3plus została uzupełniona nowymi rozwiązaniami – montowanymi na szynę DIN analizatorami AS-3mini i AS-3energia. Nowe typy analizatorów posiadają dwa wykonania: z pośrednim pomiarem prądów (wymagają tradycyjnie zewnętrznych przekładników pomiarowych 5A bądź 1A) oraz z pomiarem bezpośrednim prądu maksymalnie do 63 A na fazę, czyli do odbiorów trójfazowych o mocy pozornej 45 kVA. Rozwiązanie to pozwala zdecydowanie uprościć obwody pomiarowe i jest dedykowane szczególnie do opomiarowania odbiorów końcowych, co znacząco zmniejsza koszty instalacji (eliminuje dodatkowe przekładniki prądowe). Dodatkowo oba analizatory umożliwiają prowadzenie analizy odbiorników jednofazowych.

Cena analizatorów jest porównywalna do ceny rozbudowanych układów analogowych. Zdecydowanie większą funkcjonalnością charakteryzują się jednak analizatory z wbudowanymi funkcjami rejestracji. Nowe analizatory posiadają również zwiększoną pamięć wewnętrzną, co pozwala zapamiętać historię zużycia energii i mocy w okresach 15 minutowych – nawet z ostatnich dwóch miesięcy. Zastosowana koncepcja synchronicznej rejestracji stanów liczydeł energii daje dodatkową możliwość zestawienia zużycia energii w dowolnym momencie z podziałem na dowolne kryteria czasowe. Zastosowany we wszystkich rozwiązaniach sposób synchronizacji liczydeł energii gwarantuje wiarygodne bilansowanie energii, a dodatkowe mechanizmy samokontroli zmniejszają prawdopodobieństwo bezpowrotnej utraty danych lub popełnienia błędu.

Analizator AS-3energia

Pod względem analizy zużycia energii nowe urządzenia różnią się tym, że AS-3energia ze względu na docelowe przeznaczenie jest przyrządem dwukwadrantowym i prowadzi analizę jakości energii w sposób zawężony. Również ze względu na optymalizację ceny końcowej wyrobu nie są w nim obsługiwane: funkcja strażnika mocy, analiza wyższych harmonicznych i oscyloskop. Natomiast zachowane zostały funkcje rejestracji zdarzeń, czyli zapamiętanie początków i końców przekroczeń progów tolerancji parametrów podstawowych oraz analiza szybkich wahań napięcia od 20 ms i rejestracja wartości skutecznych napięć i prądów. Podsumowując AS-3energia jest jednym z nielicznych analizatorów



Rys. 5. Analizator AS-3plus

→ i rejestratorów zużycia energii umożliwia-
jących jednocześnie analizę jakości z kontrolą i rejestracją zdarzeń oraz napięć i prądów – bardzo skutecznie zastępuje konwencjonalne elektroniczne liczniki energii z sumatorami.

Analizator AS-3mini

Interesujące cechy posiada także drugi z nowych analizatorów firmy Twelve Electric, czyli AS-3mini. Funkcjonalnie poza brakiem wyświetlacza i wewnętrznego akumulatora podtrzymującego pracę w przypadku zaniku napięcia zasilania jest odpowiednikiem analizatora AS-3plus. Posiada natomiast większą pamięć, co pozwala na zarejestrowanie do 6000 zdarzeń i do 6000 obciążeń. Wydłuża się więc do ponad dwóch miesięcy czas przechowywania mocy średnich i liczydeł energii. Natomiast rejestrator napięć i prądów pamięta historię ponad 10 000 ostatnich zapisów. Tu podobnie jak w rejestratorze zdarzeń oszacowanie czasu pamiętania historii jest trudniejsze, bo zależy on od stopnia szczegółowości analizy i częstości występowania odchyłań danego parametru od normy.

Najważniejszą cechą przyrządów jest to, że dzięki wewnętrznej pamięci mogą pracować nawet przez miesiąc po utracie komunikacji lub awarii systemu operacyjnego czyli niezależnie od systemu nadrzędnego. Ta cecha sprawia, że mimo wystąpienia nieprawidłowości w systemie o wszystkich zjawiskach istotnych, które wystąpiły w monitorowanym punkcie układu zasilania,

użytkownik i tak będzie wiedział. Zostaną one zapamiętane w analizatorze, a po usunięciu awarii automatycznie uzupełnione w systemie nadrzędnym. Analizator AS-3mini został wyposażony w funkcję automatycznego strażnika mocy. Można dzięki niej ograniczać obciążenie w przypadku chwilowych przeciążeń systemu (przekroczenie wartości mocy przyłączeniowej) nawet w obrębie pojedynczych stacji transformatorowych, jeżeli tylko technologicznie możliwe jest chwilowe odłączenie mało ważnych odbiorów. Po ustąpieniu zagrożenia można je automatycznie załączyć.

Możliwości urządzeń

Tu warto podkreślić, że wszystkie rejestratory w oferowanych analizatorach zapamiętują oprócz wartości średnich mocy również największe i najmniejsze obciążenia chwilowe czynne i bierne, niezależnie w każdym okresie uśredniania. Możliwe jest więc nie tylko określenie mocy średnich, ale również pokazanie dynamiki poboru energii, co może ułatwić oszacowanie zagrożeń przekroczenia poboru mocy przy określaniu optymalnego limitu mocy przyłączeniowej.

Kontrola i rejestracja harmonicznych online w samym analizatorze pozwala na indywidualne śledzenie przekroczeń i powrotów do normy każdej z 15 harmonicznych, natomiast ich zawartość do 51 harmonicznej można uzyskać za pomocą specjalnie do tego przeznaczonej funkcji. Selektywna kontrola najpowszechniej występujących harmonicznych pozwala przy jednoczesnych pomiarach w kilku punktach systemu na uchwycenie momentów wystąpienia zjawisk rezonansów.

Co również jest bardzo ważne, można prowadzić rejestrację synchroniczną, czyli rejestrować wartości średnie napięć i prądów oraz średnią zawartość THD w napięciu i prądzie równoległe na przykład z rejestracją średnich mocy. W urządzeniach oferowanych przez Twelve Electric ważną cechą, nie spotykaną w innych analizatorach, jest możliwość rejestracji przebiegów

oscylograficznych z pretriggerem dotyczących momentów wystąpienia w systemie zasilania zaburzeń lub awarii. Znacznie ułatwia to diagnostykę przyczyn wystąpienia nieprawidłowości. Dzięki możliwości pomiaru temperatury zewnętrznej można śledzić warunki pracy urządzeń na przykład transformatorów. Stanowi to ważne uzupełnienie szczególnie w sytuacjach, gdy aktualne zasoby techniczne eksploatowanego systemu wykorzystane są już do maksimum. Rozbudowana liczba wejść i wyjść dwustanowych pozwala na wykorzystanie analizatorów w Systemach Inteligentnego Budynku, bądź zdalnego monitorowania i rejestrowania stanów styków (załączony / wyłączony) znajdujących się w pobliżu analizatora.

Tu wyłania się inne, bardzo praktyczne podejście do pomiarów w systemach energetycznych, na jakie pozwalają prezentowane rozwiązania. Użytkownik określa, jakie zjawiska lub przekroczenia poszczególnych parametrów go interesują i programuje analizator zgodnie ze swoją koncepcją. Szczegóły wydarzeń mających wpływ na niezawodność zasilania zostaną zarejestrowane.

Awaria systemu zasilania

Natomiast jeżeli coś niedobrego dzieć się będzie z samym systemem monitorowania (np. wystąpi awaria systemu zasilania bezprzerwowego), wówczas brak danych z obiektu zostanie uzupełniony danymi o stanie funkcjonowania systemu. Wewnętrzne UPS-y znajdujące się w analizatorach umożliwią prowadzenie monitorowania jeszcze przez dwie godziny po awarii (AS-3plus). Wewnętrzna pamięć czyni system wiarygodnym nawet po zerwaniu łączności z analizatorami. Po jej wznowieniu program obsługi pobierze automatycznie brakujące dane z pamięci analizatorów.

Krzysztof Lorek
Krzysztof Dąbrowski
Autorzy są pracownikami
firmy Twelve Electric



KONTAKT

Twelve Electric Sp. z o.o.

ul. Poezji 19
04-994 Warszawa
tel. (22) 872 20 20
fax (22) 612 79 49
e-mail: twelvec@twelvec.com.pl
www.twelvec.com.pl