

# KEW 5000/5001

## – wielokanałowy system rejestracji prądu upływowego

**K**EW 5000/5001 jest idealnym sposobem na monitorowanie i analizę nawet rozległych instalacji (umożliwia również ciągłą ocenę stanu izolacji podczas normalnej eksploatacji).

Badania natury prądów upływowych i czynników wpływających na ich wartość przeprowadzono już od dawna przy ustalaniu zagrożenia porażeniowego i zagrożenia pożarem. Już pierwsze normy przedmiotowe na wyroby elektrotechniczne powszechnego użytku określały największą dopuszczalną wartość prądu upływowego. Zainteresowanie problematyką prądów upływowych wzrosło z uwagi na zagadnienia zakłóceń elektromagnetycznych, ale przede wszystkim ze względu na powszechne stosowanie wyłączników różnicowoprądowych. Konieczne jest bowiem uwzględnianie prądu upływowego istniejącego w instalacji lub mogącego w niej wystąpić przy doborze wyłączników różnicowoprądowych i przy badaniu stanu ochrony [1].

caż ze skończonej wartości rezystancji izolacji oraz składową pojemnościową, wynikającą z pojemności izolacji i pojemności przyłączonych kondensatorów (np. filtry przeciwzakłócenio- we, baterie kompensacyjne mocy). W wielofazowym urządzeniu prądu przemiennego wypadkowy prąd upływowy jest geometryczną (wektorową) sumą prądów upływowych poszczególnych faz. Duży wpływ na charakter prądów upływowych ma rozwój energoelektroniki. Analiza przyczyn powstawania prądów upływowych wykazała, że mają one najczęściej złożony przebieg czasowy, a na ich wartość znacznie wpływa charakter stosowanych urządzeń (np. upływność 1,5 mA do 5 mA powoduje jeden komputer typu PC z drukarką, a upływność do 200 mA może spowodować jeden przemiennik częstotliwości) [1].

W badaniach instalacji i urządzeń energetycznych również nie jest już wystarczający pomiar prądu upływowego pojedynczych obiektów. Dla pełnej oceny pożądane jest ustalenie np. wartości szczytowych prądu upływo-

wego oraz wartości całkowitego i przejściowego prądu upływowego grupy urządzeń.

Dla osiągnięcia tych celów niezbędne jest ciągle monitorowanie instalacji i zastosowanie rejestratorów umożliwiających zapamiętanie (zapis) krótkotrwałych przebiegów szybkozmiennych.

### prąd upływowy a rezystancja izolacji obiektów elektrycznych

Powstaje pytanie czy zamiast mierzyć prąd upływowy nie wystarczy pomiar rezystancji izolacji lub wręcz skorzystanie z gotowych wyników pomiarów izolacji. Jest to założenie całkowicie błędne, ponieważ:

1. Przeprowadzany pomiar napięciem stałym nie daje pełnej informacji o wartości prądu upływu.
2. Analizując nawet najprostszy przypadek dwuprzewodowego obwodu jednofazowego, można wykazać,



Fot. 1 Logger KEW 5000/5001

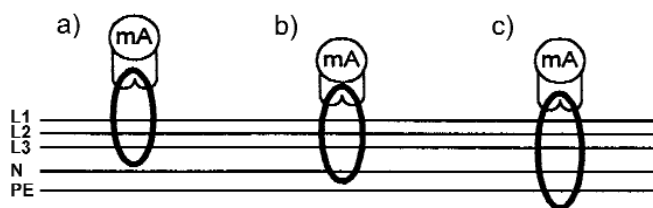
że wartość składowej czynnej prądu upływowego  $I_r$  nie jest jednoznacznie związana z wynikiem pomiaru izolacji  $R_{iz}$ . O wartości składowej czynnej  $I_r$  prądu upływowego decyduje bowiem rezystancja izolacji doziemnej  $R_{LE}$ , tymczasem wartość pomierzonej rezystancji izolacji jest zawsze mniejsza od  $R_{LE}$  (szczegółowa analiza w [1] s. 8, 9).

W obwodzie o większej liczbie przewodów sytuacja jest oczywiście jeszcze bardziej złożona. Pomiar rezystancji izolacji wymagają odłączenia instalacji od napięcia, co czasem jest kłopotliwe lub wręcz niemożliwe do przeprowadzenia. Natomiast pomiary prądu w przewodzie ochronnym lub prądu różnicowego dokonywane są na czynnej instalacji, a uzyskane wyniki można natychmiast poddać analizie. Unikamy też problemów czy ograniczeń z pomiarem rezystancji izolacji w układach elektronicznych, gdzie taki pomiar grozi uszkodzeniem urządzeń i wymaga pracochłonnego odłączenia lub wykonywania zwór. Klasyfikacyjny pomiar prądu upływowego (różnicowego) wymaga jednak, zwłaszcza przy rozległych instalacjach, problemowego załączania i wyłączania

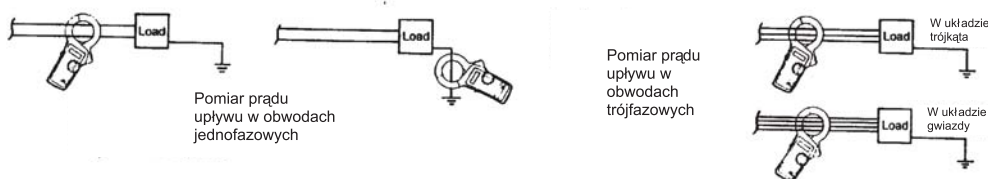
### co to jest prąd upływowy?

Prąd upływowy definiujemy jako prąd, który płynie od części czynnych do ziemi w urządzeniu elektrycznym nie dotkniętym zwarcie [1]. W summarycznym prądzie upływowym wyróżniamy składową czynną, wynikającą

Rys. 1 Pomiar ustalonego prądu różnicowego



Rys. 2 Pomiar całkowitego prądu upływowego w instalacjach jedno- i trójfazowych





Fot. 2 Przystawki cęgowe współpracujące z KEW 5000/5001

nia poszczególnych obwodów dla uchwycenia konfiguracji dającej największe prądy upływowe[1].

I w tym przypadku zastosowanie ciągłego monitorowania całej instalacji rozwiązuje problem.

W przypadku pomiaru urządzeń pod napięciem lub w normalnej eksploatacji, pomiar prądu upływowego może być pomocny (oczywiście z ograniczeniami i przy spełnieniu określonych warunków) w określeniu stanu izolacji obiektu lub jej zmian w czasie – zwłaszcza przy zastosowaniu systemu ciągłego monitorowania. Jednym z tych warunków jest pomiar prądu upływowego dla częstotliwości sieciowej 50/60 Hz, ponieważ odfiltrowana wtedy zostaje część związana z prądami upływu wywołanymi stosowaniem filtrów itp. Oczywiście szacowana rezystancja izolacji będzie dotyczyć instalacji od miejsca mierzenia prądu upływowego, urządzeń i tras przewodowych, łącznie z najdalszymi odbiornikami.

Niemniej ciągłe monitorowanie prądów różnicowych instalacji (możliwie wielopunktowe) i prądu różnicowego przejściowego oraz analiza uzyskanych wyników mogą posłużyć do porównawczej oceny stanu izolacji i jej zmian w czasie. A wszystko to można uzyskać w czasie normalnej eksploatacji tej instalacji będącej pod napięciem.

## pomiar przejściowego prądu upływowego [1]

Duży przejściowy prąd upływowy, wywołujący niepożądane zadziałania bezwłocznego wyłącznika różnicowoprądowego, może pojawiać się jeśli:

- w obwodzie występują duże pojemności doziemne kondensatorów (np. w filtrach przeciwzłakoteniowych), przewodów ekranowanych albo długich tras przewodów w metalowych rurach lub korytkach, tworzące układy LC z indukcyjnością przewodów i odbiorników lub z indukcyjnością dławików w filtrach;
- załączanie obwodu odbywa się za pomocą łączników o dużej niejednoczesności zamykania i/lub wykazujących wyraźne odskoki sprężyste styków,
- jednocześnie załącza się grupę urządzeń odbiorczych, a nie pojedyncze urządzenia[1]

Do rejestracji prądów przejściowych konieczny jest rejestrator krótkotrwałych przebiegów szybkozmiennych co zapewnia również omawiany niżej system KYORITSU KEW 5000 / KEW 5001 w trybie rejestracji kształtu prądu upływowego.

## pomiary prądu upływowego (różnicowego)

„Poprawny pomiar prądu upływowego zapewnia miernik prądu upływowego, tzn. przystosowany do pomiaru małych prądów amperomierz cęgowy, którym obejmujemy wszystkie przewody czynne obwodu, podobnie jak przekładnik Ferrantiego w wyłączniku różnicowoprądowym (rys. 1). To podobieństwo układu pomiarowego i rzeczywistego układu pomiarowego sprawia, że niektóre cząstkowe błędy pomiaru tracą znaczenie. W zależności od tego, które przewody

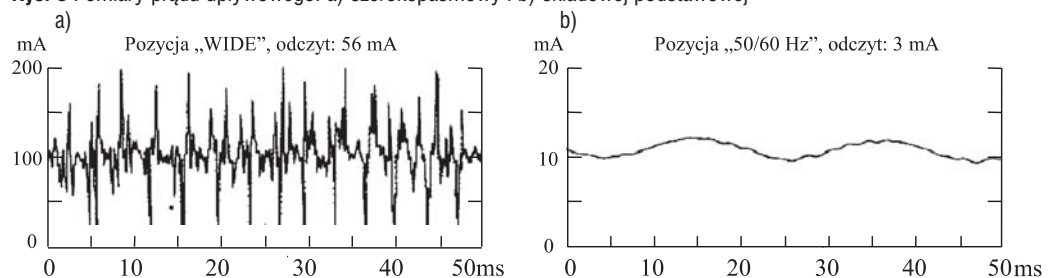
obejmują cęgi pomiarowe w sytuacji przedstawionej na rys. 1 odpowiednio mierzy się:

- przybliżoną wartość prądu asymetrii obciążenia (rys. 1a), jeżeli prąd nie jest odkształcony harmonicznymi trzeciego rzędu i ich wielokrotności;
- wartość prądu różnicowego istotną do doboru wyłączników różnicowoprądowych (rys. 1b);
- część prądu różnicowego upływającą do ziemi przypadkowymi drogami, mającą wpływ na zagrożenie pożarowe i generowanie zakłóceń elektromagnetycznych (rys. 1c)” [1].

Przykładowe sposoby pomiaru całkowitego prądu upływowego w instalacjach jednofazowych i trójfazowych przedstawione są na rys. 2.

„Należy dodać, że trudno byłoby uważać za miarodajne wyniki pomiarów, zwłaszcza przy rozległych instalacjach, uzyskane przy jednorazowym pomiarze. Należy dążyć do wykonywania pomiarów w okolicznościach sprzyjających wystąpieniu największej

Rys. 3 Pomiary prądu upływowego: a) szerokopasmowy i b) składowej podstawowej



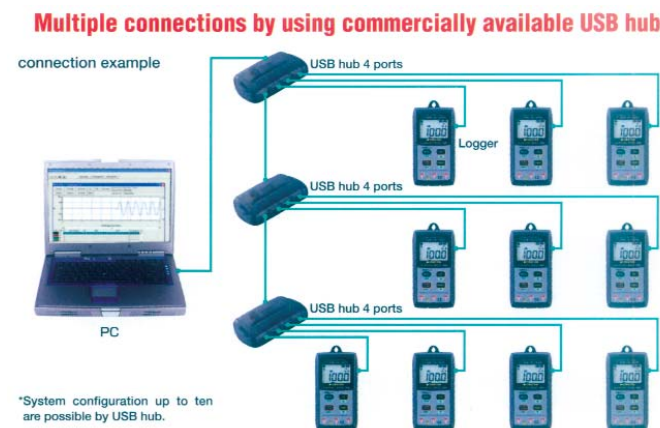
możliwej wartości prądu upływowego w przewidywanej eksploatacji” [1]. Oczywiście wiąże się to z pracochłonnymi badaniami połączonymi z różnorodnymi kombinacjami załączanych urządzeń, występowaniu maksymalnego napięcia zasilania, różnych stacjach urządzeń grzewczych itp. I w tym wypadku ciągle monitorowanie całej instalacji pozwala nam na uzyskanie miarodajnych wyników pomiaru.

Dodatkowe i szybkie źródło analizy charakteru prądu upływowego posiadają mierniki upływności firmy KYORITSU, dzięki funkcji pomiaru z wyborem pasma częstotliwości: składowej podstawowej (50/60 Hz) lub łącznie z upływem o wyższych częstotliwościach (WIDE – pasmo do 1 kHz). Przykładowe wyniki pomiaru prądu upływowego miernikami firmy Kyoritsu przedstawione są na rys. 3. Przebieg częstotliwościowy prądu upływowego podczas pomiaru szerokopasmowego przedstawia rys. 3 (a) – miernik wskazuje 56 mA. Ten sam przebieg przy załączeniu filtra dolnoprzepustowego przedstawia rys. 3 (b). Wskazanie miernika w tym przypadku wynosi tylko 3 mA. Pozwala to instalatorowi wnioskować, że wyzwalanie wyłącznika różnicowoprądowego nie jest wynikiem złego stanu izolacji, lecz jest wywołane upływem, którego prawdopodobnym źródłem są np. filtry sieciowe urządzeń elektronicznych. Mierniki

prądu upływowego KYORITSU mogą mierzyć małe prądy upływowe nawet z rozdzielczością 0,001 mA (model KEW 2432) lub też służyć do monitorowania dużych instalacji (prąd maksymalny do 1000 A, wyjście analogowe do rejestracji, maksymalna średnica obejmowanego kabla 68 mm).

## system monitorowania prądów upływowych KEW 5000/5001

Wszystkie ograniczenia możliwości pomiarów prądów różnicowych (upływowych) występujące przy dotychczasowych metodach pomiaru, zwłaszcza przy pomiarach rozległych instalacji i pomiarach przejściowego prądu upływowego, są eliminowane w momencie zastosowania systemu KEW 5000/5001. Ciągła rejestracja w różnych trybach pomiarowych predestynuje ten system także do oceny stanu izolacji instalacji i urządzeń dokonywanej na bieżąco w czasie normalnej eksploatacji (pod napięciem). Podstawowym elementem systemu jest przenośny rejestrator KEW 5000 lub KEW 5001 (fot. 1) przystosowany do trzykanałowej (możliwość podłączenia do trzech przystawek cęgowych) rejestracji prądu upływowego o wartościach do 1000 mA. We własnej pamięci ope-



Fot. 3 System monitoringu wielopunktowego

racyjnej mogą one zarejestrować 60 000 pomiarów przy rejestracji 1-kanałowej, a przy rejestracji we wszystkich 3 kanałach do 20 000 pomiarów na jeden kanał. Maksymalny czas ciągłego monitorowania i zapisu wynosi dla KEW 5000 25 dni i aż 40 dni dla KEW 5001

Dodatkowe możliwości i zalety rejestratorów KEW 5000 / 5001 to:

- zachowanie danych we własnej, nieulotnej pamięci nawet po wyczerpaniu baterii lub podczas ich wymiany (gwarantowane 10 lat);
- czterostopniowy wskaźnik zużycia baterii;
- możliwość ustawienia: bieżącego czasu, odstępów czasowych pomiędzy kolejnymi zapisami (od 1 s do 60 min), czasu rozpoczęcia rejestracji, trybu rejestracji, nazwy miejsca pomiaru oraz wpisanie własnego komentarza;
- możliwość ustawienia rejestracji metodą jednorzebiegową (rejes-

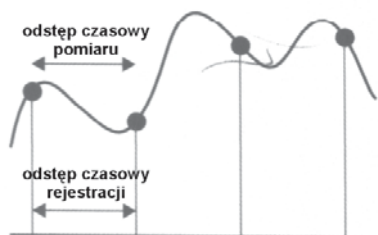
tracja zatrzymuje się, gdy pamięć jest pełna) lub metodą wieloprzebiegową (stare dane zostają nadpisane przez nowe dane, gdy pamięć jest pełna);

- funkcja RECALL pozwalająca sprawdzić dziesięć ostatnich pomiarów bezpośrednio w urządzeniu (z podaniem daty, godziny, minuty i zarejestrowanej wartości);
- wybór zakresu pomiarowego prądu upływowego 100 mA (rozdzielczość 0,1 mA) lub 1000 mA (rozdzielczość 1 mA);
- sygnalizacja przekroczenia ustawionej wartości maksymalnej odpowiednio dla każdego z kanałów;
- połączenie z komputerem kablem USB, w celu ustawienia parametrów rejestracji (czas bieżący, odstęp czasowy i tryb rejestracji itp.) i transmisji zarejestrowanych wyników do komputera, przy wykorzystaniu dostarczonego z loggerem oprogramowania.

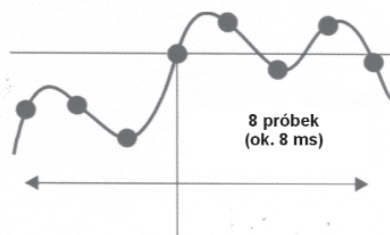
Rejestratory KEW 5000/5001 mają kompaktową budowę (wymiary 111 x 60 x 36 mm, waga ok. 255 g), a ich obudowy zaopatrzone są w stałe magnesy, co pozwala zamocować rejestrator do metalowej powierzchni. Jest więc to idealne narzędzie do pracy w terenie (można je umieścić np. nawet w najmniejszej skrzynce rozdzielczej).

Do pomiarów wykorzystywane są specjalnie zaprojektowane do współpracy z rejestratorami 3 rodzaje przystawek cęgowych nowej generacji (fot. 2). Zapewniają one pomiar rzeczywistej wartości skutecznej prądu (tzw. True RMS) w zakresie do 1000 mA i w paśmie od 40 Hz do 1 kHz (przekładnia 100 mV AC / 1 A). Maksymalne średnice kabli obejmowane cęgami przystawek wynoszą 24 mm (model KEW

Rys. 4 Rejestracja ciągła



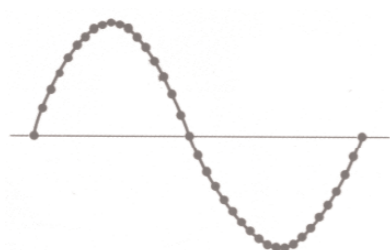
Rys. 5 Rejestracja zdarzeń



Rys. 6 Rejestracja wartości maksymalnych



Rys. 7 Rejestracja kształtu prądu



8141), 40 mm (model KEW 8142) i 68 mm (model KEW 8143). Przystawki wyposażone są w elastyczny przewód podłączeniowy o długości 2 m zakończony okrągłym wtykiem typu MINI DIN 6 pin. Mogą one być podłączane do rejestratorów KEW 5000/50001 w dowolnej kombinacji.

## tryby rejestracji prądu upływowego

Aby dokonać dokładnej analizy prądów upływowych możliwe jest wybranie jednego z czterech trybów rejestracji, w zależności od oczekiwań użytkownika i jego szczególnych wymagań, poszukiwań anomalii w instalacji itp.

1. Rejestracja ciągła (rys. 4). Umożliwiła uzyskanie najdłuższego okresu rejestracji. W trybie tym pomiary dokonywane są w określonych z góry odstępach czasowych (co 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30 s / 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 60 min). Tryb ten zalecany jest dla ustalonych lub wolno zmieniających się wartości prądu upływowego. Maksymalna ilość zarejestrowanych pomiarów wynosi 60 000 (przy zapisie jednokanałowym).
2. Rejestracja zdarzeń (rys. 5). Kiedy wielkość zarejestrowanego prądu

- upływu przekroczy ustawioną wartość progową, rejestrowane jest łącznie 8 próbek (w tym wartości szczytowe) sprzed i po zdarzeniu.
3. Rejestracja wartości maksymalnych (rys. 6). Kiedy wartość mierzona przekroczy ustawiony próg przyrząd rejestruje wartości maksymalne prądu zmierzone w 10 sekundowych przedziałach czasowych. Rejestracja kończy się gdy wartość prądu spadnie poniżej 50% ustawionego progu lub po 10 minutach od rozpoczęcia rejestracji.
  4. Rejestracja kształtu prądu (rys. 7). Kiedy wartość mierzona przekroczy ustawiony próg przyrząd rejestruje kształt prądu w czasie ok. 200 ms (od 10 do 12 przebiegów) sprzed i po zdarzeniu (próbki co 1 ms).

## tworzenie systemu monitorowania wielopunktowego

Przykład tworzenia systemu przedstawia fot. 3. System tworzą rejestratory KEW 5000 lub KEW 5001 podłączone kablami USB do trzech czteroportowych koncentratorów USB, połączonych szeregowo pomiędzy sobą i z komputerem klasy

PC. Dzięki możliwości zastosowania zwykłych koncentratorów, system jest tani i elastyczny (można go w prosty sposób rozbudowywać, w zależności od potrzeb, (jak na fot. 3) do 10 rejestratorów, co daje łącznie możliwość monitorowania prądu upływowego aż w 30 miejscach instalacji). Dostarczane przez producenta oprogramowanie jest przyjazne dla użytkownika i zapewnia m.in.:

- proste ustawianie parametrów,
- łatwą obróbkę dużych ilości danych,
- natychmiastowe kreślenie wykresu prądu,
- wprowadzenie nazwy miejsca rejestracji.

Minimalne wymagania sprzętowe to: PC z procesorem Pentium II 200 MHz lub wyższym/ system operacyjny Windows 98/Me/2000/XP; pamięć operacyjna min. 32 MB; monitor o rozdzielczości min. 800 x 600, 65536 kolorów. Wymagane wolne miejsce na HDD to 10 MB lub więcej.

## wnioski

Oferowany system rejestracji stwarza zupełnie nowe możliwości w badaniach prądów upływowych w instalacjach dotyczących długotrwałości i ob-

szaru instalacji podlegającej monitorowaniu. Dodatkowo możliwości stwarzają różnorodne tryby rejestracji, co pozwala uzyskać różne informacje na temat prądów upływowych, w tym prądu upływowego przejściowego. Zdaniem producenta, przy doborze odpowiedniego trybu rejestracji, możliwość jej długotrwałego prowadzenia i odpowiednia analiza wyników umożliwiając wykorzystanie systemu KEW 5000/5001 do monitorowania stanu izolacji instalacji elektrycznych. Należy podkreślić, że ten długotrwały często proces monitorowania może odbywać się w instalacjach pod napięciem i podczas normalnej eksploatacji co jest oczywiście jedną z największych zalet systemu w przypadku stosowania w energetyce i przemyśle. □

## literatura

1. E. Musiał, Pomiary prądu upływowego i wielkości pochodnych. Pomiary kontrolne w urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych niskich i średnich napięć, Poznań – Kiekrz 2002, materiały konferencyjne.



### MIERNIKI INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

### atrakcyjna cena i jakość firmy KYORITSU

| MIERNIKI CĘGOWE   | MULTIMETRY  | NARZĘDZIA   | MIERNIKI INSTALACJI  | ZASILACZE STABILIZOWANE   | OSCYSKOPIY |
|---|---|---|--|---|------------|
| <p><b>KEW 5406A</b><br/>Miernik wyłączników RCD typ A, AC, standard i selektywne<br/>Budowa zgodna z PN-EN 61557</p> <p><b>POMIARY</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• czasu wyzwalania wyl. RCD typu AC i A</li> <li>• prądu wyzwalania wyłączników typu AC prądem narastającym (funkcja RAMP)</li> <li>• napięcia sieciowego</li> </ul> <p><b>POZOSTAŁE CECHY</b></p> <p>Sygnalizacja prawidłowości podłączenia<br/>Automatyczna ochrona przed przegrzaniem<br/>Przełącznik fazy prądu pomiarowego 0° / 180°<br/>Monitoring napięcia dotykowego 25 lub 50V auto DATA HOLD - "zamrożenie" wyniku pomiaru na LCD</p> | <p><b>KEW 6050</b><br/>Miernik impedancji pętli zwarcia i wyłączników RCD<br/>Budowa zgodna z PN-EN 61557</p> <p><b>POMIARY</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• czasu i prądu wyzwalania (prądem narastającym) wyłączników RCD standardowych i selektywnych, typu A i AC</li> <li>• napięcia dotykowego Uc i sieciowego</li> <li>• impedancji pętli bez wyzwalania RCD</li> </ul> <p><b>POZOSTAŁE CECHY</b></p> <p>Odczyt spodziewanego prądu zwarcia (PSC)<br/>Sygnalizacja prawidłowości podłączenia<br/>Automatyczna ochrona przed przegrzaniem<br/>Przełącznik fazy prądu pomiarowego 0° / 180°<br/>Monitoring napięcia dotykowego 25 lub 50V<br/>Pamięć 300 pomiarów, optołącze RS232</p> | <p><b>KEW 6015</b><br/>Wielofunkcyjny miernik instalacji<br/>Budowa zgodna z PN-EN 61557</p> <p><b>10 FUNKCJI POMIAROWYCH</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ciągłości połączeń prądem ≥ 200mA</li> <li>2. Rezystancji izolacji nap. próby 250-500-1000 V</li> <li>3. Impedancji pętli zwarcia, także bez wyzwalania wyl. RCD (funkcja D-Lok) nawet prądem 25 A</li> <li>4. Spodziewanego prądu zwarciego P-N / P-E</li> <li>5. Rzeczywistego prądu zwarciego P-E</li> <li>6. Czasu i prądu wyzwalania (prądem narastającym) wyłączników RCD typu A/AC/G/S, w tym funkcja AUTOTEST (seria 6 pomiarów automatycznych)</li> <li>7. Rezystancji uziemień metodą 3 i 4 przewodowa</li> <li>8. Określenia kierunku wirowania faz</li> <li>9. Częstotliwości sieci</li> <li>10. Określenia kierunku wirowania faz</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pamięć 1000 pomiarów, port IrDA i RS232</li> <li>• przystosowany do pracy w najgorszych warunkach terenowych - stopień ochrony IP54</li> <li>• kompletne wyposażenie w poręcznym pokrowcu</li> </ul> | <p><b>KEW 6011A</b><br/>Wielofunkcyjny miernik instalacji<br/>Budowa zgodna z PN-EN 61557</p> <p><b>6 FUNKCJI POMIAROWYCH</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ciągłości połączeń prądem &gt; 200 mA</li> <li>2. Rezystancji izolacji nap. próby 250 - 500 - 1000 V</li> <li>3. Rezystancji pętli zwarcia</li> <li>4. Spodziewanego prądu zwarciego PSC</li> <li>5. Czasu zadziałania wyłączników RCD</li> <li>6. Napięcia przemiennego 100+260V AC</li> </ol> <p><b>POZOSTAŁE CECHY</b></p> <p>Pomiar pętli zwarcia i PSC bez zadziałania wyłączników RCD (IΔn &gt; 30mA)<br/>Sygnalizacja prawidłowości podłączenia<br/>Automatyczna ochrona przed przegrzaniem<br/>Przełącznik fazy prądu pomiarowego 0° / 180°<br/>Pomiar napięcia dotykowego 25 lub 50 V</p> | <p>NASI PARTNERZY</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRYMEN</li> <li>CIE</li> <li>CHY</li> <li>KEWTECH</li> <li>KYORITSU</li> <li>METREL</li> <li>SGE</li> <li>Sonol</li> <li>Tektronix</li> <li>X</li> </ul> |            |

Pełna, aktualna oferta i ceny w sklepie

www.biall.com.pl

**BIALL P.H.** tel. (0 58) 322 11 91, 92  
Ołomlin, ul. Stenczyna 43 fax. (0 58) 322 11 93  
80-174 GDANSK e-mail: biall@biall.com.pl www.biall.com.pl