



# BM157 – cęgowy miernik do pomiaru mocy i energii 3-fazowej

firmy BRYMEN

mgr inż. Sławomir Binder – BIALI Sp. z o.o.

Poza „zwykłymi” miernikami cęgowymi, których zasadniczą funkcją pomiarową jest pomiar prądów metodą cęgową, istnieje na rynku znaczące zapotrzebowanie na mierniki cęgowe z możliwością pomiaru mocy. Oferta mierników tego typu nie jest zbyt duża i najczęściej poza prostym pomiarem mocy jednofazowej mają one dość ograniczone możliwości pomiarowe. Nowe mierniki cęgowe z pomiarem mocy firmy BRYMEN oferują znacznie więcej niż dotychczasowe rozwiązania. Najnowszy miernik tego typu BM157 (oferowany już w Polsce) jest doskonałym przykładem innowacji w tej klasie mierników, ponieważ umożliwia ciągły pomiar mocy i energii 3-fazowej w układach 3- i 4-przewodowych (fot. 1).

Możliwość transmisji w czasie rzeczywistym tych pomiarów do PC i rejestracja wyników pomiaru w postaci graficznego wykresu to kolejne wyjątkowe zalety tego miernika. BM157 za-

pewnia też obliczenie i zapis we własnej pamięci mocy całkowitej 3-fazowej w układach 3- i 4-przewodowych przy nie zrównoważonym obciążeniu.

Oprócz pomiaru prądu metodą cęgową mierniki tego typu wyposażone są zawsze w funkcje pomiarowe typowe dla multimetrów i/lub specjalne. W porównaniu do spotykanych rozwiązań mierniki cęgowe BRYMEN oferują znacznie więcej także w zakresie bezpieczeństwa pomiarów, komfortu obsługi i nowości technicznych.

## BM155, BM157

Dane porównawcze dotyczące zakresów i funkcji pomiarowych tych mierników zebrano w tabeli 1. Na szczególną uwagę zasługuje duże pasmo pomiarowe True RMS dla napięć i prądów przemiennych wynoszące od 45 Hz do 3,1 kHz. Mierniki mierzą do 51. harmonicznej wartości następujących parametrów: całkowity

współczynnik mocy (PF), procentowy współczynnik zawartości harmonicznych (%THD-F), moc czynną/bierną/pozorną (kW/kvar/kVA), a miernik BM157 także energię w kWh. Na fotografii 2 pokazano wskazanie wyświetlacza podczas pomiaru energii.

Te stosunkowo tanie przyrządy pomiarowe mogą służyć do tak niezbędnych pomiarów jak PF i %THD-F (zdefiniowane tak jak w wymaganiach aktualnych norm dotyczących jakości energii), pozwalających na ocenę jakości energii w mierzonej instalacji i to w zakresie do 51. harmonicznej.

## budowa i bezpieczeństwo obsługi

Mierniki mają ergonomiczne obudowy zapewniające pewne i wygodne trzymanie miernika w ręce i obsługę cęgów pomiarowych. Te ostatnie dzięki wysmukłemu kształtowi (poprzeczny przekrój to tylko 14×17 mm) zapewniają bardzo wygodne pomiary prądu dla średnic przewodów do 45 mm. Dodatkowa osłona (GUARD) pomiędzy przestrzenią cęgów a obudową zapewnia lepszą ochronę miernika i operatora podczas pomiaru prądu, zwłaszcza w niez izolowanych przewodach. Mimo niewielkich wymiarów mierniki mają stosunkowo duży podświetlany wyświetlacz LCD główny z wysokim zliczaniem i wysokością cyfr (16 mm) oraz wyświetlacz pomocniczy (wysokość cyfr 8 mm).

Wszystkie mierniki firmy BRYMEN mają wysoki stopień ochrony przeciwprzepięciowej wynoszący w przypadku opisywanych mierników 6 kV,

1,2/50 μA (np. udary od wyładowań), w tym również ochrony przed przeciążeniem wejść pomiarowych, np. pomiar ACA cęgami – 1000 A; pomiar ciągły: gniazda wejściowe „COM”, „+” – 600 V dla wszystkich funkcji pomiarowych. Bezpieczeństwo pomiarów jest zachowane zgodnie z PN-EN 61010 dla kat. III 600 V. Mierniki spełniają wymagania unijnych dyrektyw: niskonapięciowej 73/23/EEC i kompatybilności elektromagnetycznej 89/366/EEC, i są oznakowane CE.

## BM155, BM157 – pomiary

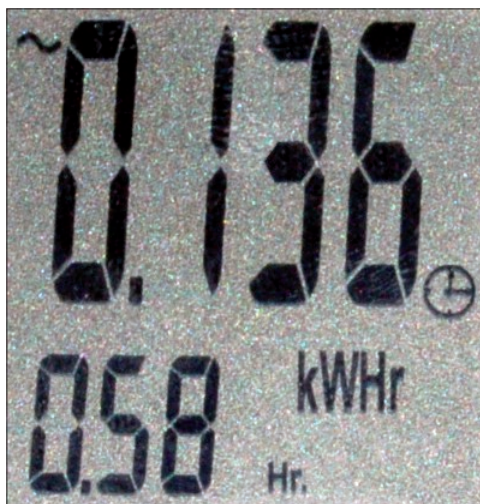
Wszystkie pomiary prowadzone są wyłącznie z automatyczną zmianą zakresu, przy czym miernik automatycznie dobiera zakres pomiarowy zapewniający najlepszą rozdzielczość dla danej wartości mierzonej wielkości. W artykule szczegółowo omówimy pomiary prądów, napięć, mocy i energii z funkcjami towarzyszącymi. Mierniki wyposażone są w funkcje: HOLD (zatrzymanie ostatniego wyniku pomiaru na LCD), PEAK – rms HOLD (zatrzymanie na LCD wartości skutecznych szczytowych ACA i ACV dla impulsów lub prądów ruchowych >65 ms oraz test ciągłości z czasem zwłoki zaledwie 250 μs. Mierzona jest także rezystancja. Nowością jest funkcja Auto VA™ zwalniająca operatora z konieczności manualnego wyboru ACA, ACV i DCA (opis funkcji zamieściliśmy obok).

### ■ pomiar prądu ACA oraz THD-F i częstotliwości

Urządzenia mierzą cęgami rzeczywistą wartość skuteczną prądu prze-



Fot. 1 Miernik BM157



Fot. 2 Wskazanie wyświetlacza podczas pomiaru energii

miennego dla przebiegów odkształconych w paśmie od 45 Hz do 3,1 kHz do 1000 A z najlepszą rozdzielczością 0,01 A (zakres 40,00 A) dla współczynników szczytu (CF) <2,5:1 dla pełnego zakresu i <5:1 dla połowy zakresów (dla zakresów 40,00 i 400,0 A). Wynik pomiaru wyświetlany jest na wyświetlaczu głównym z maksymalnym zliczaniem do 4000. Jednocześnie na wyświetlaczu pomocniczym wskazywane jest %THD-F w zakresie od 0 do 99%. Natomiast po naciśnięciu przycisku THD% wynik pomiaru zawartości harmonicznych wskazywany jest na wyświetlaczu głównym w zakresie 0-450% (wynik równy zero odpowiada czystej sinusoidzie).

Chwilowe wciśnięcie przycisku „Hz” podczas pomiaru prądu powoduje przejście miernika do pomiaru częstotliwości (z odpowiednią zmianą wskazań na wyświetlaczu głównym). Przy pomiarze dużych wartości prądu próg wyzwalania przy pomiarze częstotliwości jest stosunkowo wysoki, dobierany automatycznie, co najczęściej pozwala na uzyskanie stabilnych wyników pomiarów. Za pomocą miernika BM157 można dodatkowo wykonać pomiar częstotliwości przy zwiększonej czułości (niski próg wyzwalania) – w tym celu należy wybrać pomiar „Hz” przed pomiarem prądu cęgami (niższy próg wyzwalania będzie wtedy odpowiadał zakresowi 40,00 A). Ponowne wciśnięcie przycisku „Hz” powoduje powrót do pomiaru prądu.

#### ■ pomiar napięcia ACV oraz THD%-F i częstotliwości

BM155 i BM157 mierzą rzeczywistą wartość skuteczną napięcia przemiennego dla przebiegów odkształconych w paśmie 45 Hz – 3,1 kHz do 600 V ze stałą rozdzielczością 0,1 V i dla współczynnika szczytu (CF) <2,3:1 dla połowy zakresu i <4,6:1 dla pełnego zakresu. Wynik pomiaru wyświetlany jest na wyświetlaczu głównym z maksymalnym zliczaniem do 6000. Jednocześnie na wyświetlaczu pomocniczym wskazywane jest %THD-F w zakresie 0-99%. Po naciśnięciu przycisku THD% wynik pomiaru współczyn-

	Model	BM155	BM157
Funkcje pomiarowe	Maksymalna średnica przewodu	Ø 45	Ø 45
	Pomiar TrueRMS	•	•
	Prąd przemienny AC, w [A]	40, 400, 1000	
	Napięcie AC/DC, w [V]	0,1...600	
	Rezystancja, w [Ω]	0,1...999,9	
	Częstotliwość, w [Hz]	5÷500	
	Temperatura, w [°C]	-50÷300	○
	Test ciągłości (czas zwłoki 250µs)	•	•
	Moc P, w [kW/kvar/kVA]:	600,0	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ instalacje 1-fazowe</li> <li>■ instalacje 3-fazowe zrównoważone</li> <li>■ instalacje 3-fazowe niezrównoważone</li> </ul>	ręczne sumowanie pomiarów dla każdej z faz [kW]	pomiar ciągły kW/kvar/kVA pomiar ciągły kW/kvar/kVA wykonywanie pomiarów i wyliczanie mocy przez miernik, wyświetlanie i zapamiętanie wyniku, w [kW]
Funkcje specjalne	Energia (kWh)	○	9999 <sup>*)</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ instalacje 1-fazowe</li> <li>■ instalacje 3-fazowe zrównoważone</li> </ul>	○	ciągła rejestracja, podgląd mocy kW/kvar/kVA
		○	ciągła rejestracja, podgląd mocy kW/kvar/kVA
	AutoVA™	•	•
RS-232	•	•	
HOLD/PeakHOLD	•/•	•/•	
THD%-F	0÷450% (ACA); 0÷150% (ACV)		
PF (całkowity współczynnik mocy)	0,10÷0,99		
APO/wyłączenie APO	17 min/•	30 min/•	

**Objaśnienia:** \*) – po przekroczeniu tej wartości rejestracja trwa nadal, a wyniki są pokazywane w postaci ekwipotencjalnej

**Tab. 1** Dane techniczne mierników BM155 i BM157

nika zawartości harmonicznych jest wskazywany na wyświetlaczu głównym w zakresie 0-150% (wynik równy zero odpowiada czystej sinusoidzie). Chwilowe wciśnięcie przycisku „Hz” podczas pomiaru napięcia ACV spowoduje przejście miernika do pomiaru częstotliwości (z odpowiednią zmianą wskazań na wyświetlaczu głównym). Ponowne wciśnięcie przycisku „Hz” powoduje powrót do pomiaru napięcia. Napięcie ACV jest mierzone z obniżoną impedancją wejściową do 2 MΩ, co w dużym stopniu eliminuje wpływ na pomiary indukowanych napięć, np. od równoległe położonych innych przewodów napięciowych

#### ■ pomiar wartości szczytowych ACA i ACV

Funkcja PEAK-rms H umożliwia pomiar (wyświetlenie wyniku następuje na głównym wyświetlaczu) wartości skutecznych szczytowych impulsów ACA lub ACV, (np. prądów rozruchowych, zakłóceń od wyładowań lub załączeń itp.) o czasie trwania nie krótszym niż 65 ms. Dla uzyskania największej dynamiki podczas pomiaru wartości szczytowych prądu przy pierwszym wybraniu tej funkcji pomiar jest prowadzony w zakresie 1000 A.

Miernik BM157 umożliwia dodatkowo (za pomocą wciśnięcia przycisku uruchamiającego funkcję PEAK-rms) wybranie niższych zakresów pomiarowych (mniejsza dynamika pomiarów przy jednocześnie większej rozdzielczości (kolejno zakresy 400,0 A i 40,00 A).

#### ■ pomiar napięcia DCV

Napięcie stałe jest mierzone do 600 V z rozdzielczością 0,1 V. Wynik pomiaru jest wyświetlany na wyświetlaczu głównym z maksymalnym zliczaniem do 6000. Napięcie DCV jest mierzone z niską impedancją wejściową 2 MΩ.

#### pomiar mocy, PF, A-lags-V

Mierniki umożliwiają pomiar mocy czynnej (kW), biernej (kvar) i pozornej (kVA) do 600,0 kW/kvar/kVA. Wynik pomiaru jest wyświetlany na wyświetlaczu głównym z maksymalnym zliczaniem do 6000 (stała rozdzielczość pomiarów wynosi 0,1 kW/kvar/kVA). Jednocześnie z pomiarem mocy na pomocniczym wyświetlaczu jest wskazywany całkowity współczynnik mocy (PF). Jest on definiowany dla odkształconych przebiegów jako stosunek cał-

kowitej mocy rzeczywistej (W) do całkowitej mocy pozornej (VA) – mierniki BM155 i BM157 wyliczają ten współczynnik do 51. harmonicznej. Jednocześnie z pomiarem mocy wyświetlany jest też komunikat A-lags-V, gdy obciążenie ma charakter indukcyjny; brak komunikatu świadczy o pojemnościowym charakterze obciążenia. Podczas pomiarów można sekwencyjnie zmieniać wskazania na wyświetlaczu głównym pomiędzy kW-kvar-kVA przy jednoczesnym wyświetlaniu PF i komunikatu o charakterze obciążenia odpowiadających wskazywanej mocy.

#### ■ pomiar mocy w układach jednofazowych

Pomiar jest prowadzony w sposób ciągły. W przypadku obwodu jednofazowego podłączenie mierników do obwodu jest typowe i prowadzone jednakowo dla obydwu urządzeń.

#### ■ pomiar mocy w układach 3-fazowych 4-przewodowych (BM155)

BM155 jest w zasadzie przystosowany do pomiarów jednofazowych. Wykonując jednak kolejne pomiary dla poszczególnych faz, zwłaszcza gdy obciążenie jest zrównoważone i/lub ma stały charakter, możemy wyliczyć cał-

kwitą moc w układach trójfazowych. Moc całkowita w takim układzie jest zawsze sumą algebraiczną mocy każdej z faz przy podłączeniu miernika do mierzonego obwodu, tak jak to pokazano na **rysunku 1**. Przy obciążeniu zrównoważonym moc całkowita (total) wyrażona jest wzorem:

$$P_{\text{total}} = 3 \cdot P_1 = 3 \cdot P_2 = 3 \cdot P_3$$

Przy obciążeniu nierównoważonym należy dokonać kolejnych trzech pomiarów mocy dla każdej z faz. Moc całkowita wynosi wtedy:

$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2 + P_3$$

Podane powyżej sposoby wyliczenia mocy całkowitej są ważne oczywiście przy założeniu, że albo obciążenie faz jest zrównoważone, albo nierównomierność obciążenia jest niezmienna (przynajmniej w czasie przeprowadzania pomiarów). Oczywiście wyliczona moc będzie aktualna dla danego momentu przeprowadzania pomiarów.

■  **pomiar mocy w układach 3-fazowych 3-przewodowych (BM155)**

W tym systemie do obliczenia mocy całkowitej wystarczą pomiary mocy dla dwóch faz, przy czym należy odpowiednio mierzyć napięcie międzyfazowe. Na przykład, przy pomiarze mocy P1 (kW1) mierzymy napięcie międzyfazowe L3-L1, a przy

miarze mocy P2 (kW2) – napięcie L3-L2, przy czym końcówka probiercza przewodu pomiarowego podłączonego do gniazda COM miernika podłączona jest zawsze do fazy L3. Moc całkowita czynna wyraża się dla obciążeń zrównoważonych i nierównoważonych tym samym wzorem:

$$P_{\text{total}} [\text{kW}] = \text{kW1} + \text{kW2}$$

Moce bierne i pozorne całkowite, ale wyłącznie dla obciążenia zrównoważonego wyrażają wzory:

– moc bierna, w [kvar]:

$$k \text{ var}_{\text{total}} = \sqrt{(k \text{ var}_{\text{total}}^2 - kW_{\text{total}}^2)}$$

– moc pozorna, w [kVA]:

$$kVA = \sqrt{3} \cdot kVA1$$

■  **pomiar ciągły mocy w układach 3-fazowych ze zrównoważonym obciążeniem faz (BM157)**

BM157 umożliwia przy tego typu obciążeniu bezpośredni i ciągły pomiar mocy czynnej biernej i pozornej przy podłączeniu miernika do instalacji (**rys. 2**). Podłączenie to jest takie samo w przypadku instalacji 3- i 4-przewodowych (przy zrównoważonym obciążeniu prąd w przewodzie neutralnym ma wartość 0). Przy pomiarze prądu w fazie L1 należy jednocześnie mierzyć napięcie międzyfazowe L3-L2 (przewód COM połączony z fa-

zą L3). Wewnętrzny algorytm miernika zapewnia wyliczanie i przedstawianie na bieżąco na głównym wyświetlaczu całkowitej mocy czynnej albo biernej lub pozornej z dodatkowym wskazem PF i charakteru obciążenia.

■  **pomiar ciągły energii w układach 3-fazowych ze zrównoważonym obciążeniem faz (BM157)**

Jako jeden z nielicznych mierników tego typu BM157 umożliwia pomiar energii w układzie jednofazowym i 3-fazowym zrównoważonym (także 3- i 4-przewodowym). Podłączenie miernika do instalacji jest identyczne tak jak w przypadku pomiaru mocy (**rys. 2**). Możemy również zmierzyć wartość energii dla układów jednofazowych, przy czym ostatni wynik zarejestrowanej energii 1- i 3-fazowej jest przechowywany w osobnej pamięci i może być w każdej chwili przywołany.

Przy rozpoczęciu rejestracji pojawia się komunikat „START” i migający symbol zegarka; jednocześnie na wyświetlaczu pomocniczym wskazywany jest aktualny czas rejestracji (w godzinach). Rejestracja może być wstrzymana i następnie prowadzona dalej. Przy zakończeniu rejestracji pojawia się symbol „STOP” i na wyświetlaczu głównym pojawia się wynik rejestracji. Podczas rejestracji energii może my przelaczać miernik na wskazania

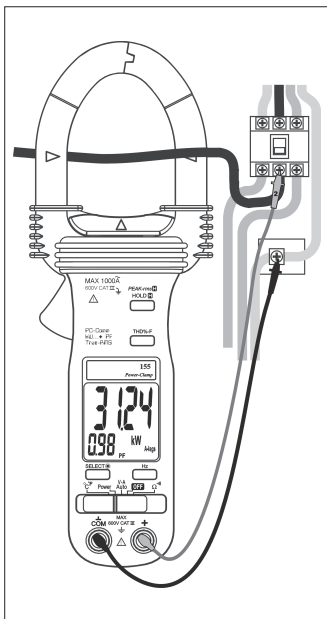
mocy czynnej, biernej lub pozornej (ze wskazem PF na wyświetlaczu pomocniczym). Migający symbol zegarka informuje, że rejestracja energii trwa nadal. Jeżeli podczas rejestracji energii baterie uległyby wyczerpaniu, rejestracja jest zatrzymywana, a ostatni wynik zapisywany w nieulotnej pamięci. Jeżeli wskazywana wielkość wyniku przekroczy odpowiednio 9999 kWh i 999 h, to wyniki rejestracji będą pokazywane w postaci ekwipotencjalnej np. 2,3E4 odpowiada 2,3×104.

■  **pomiar mocy czynnej w układzie 3-fazowym 3-przewodowym nierównoważonym (BM157)**

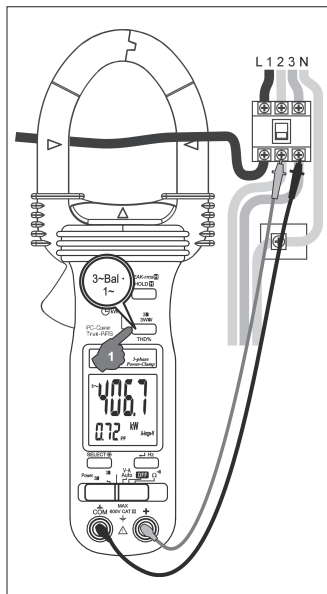
W celu pomiaru mocy czynnej całkowitej w takim układzie należy wykonać 2 kolejne pomiary. Najpierw mierzymy prąd w fazie L1 i napięcie międzyfazowe L3-L1 (gniazdo COM miernika jest połączone zawsze z L3) – po ustabilizowaniu się wskazań zatwierdzamy wynik przyciskiem. Następnie wykonujemy pomiar prądu w fazie L2 i napięcia międzyfazowego L3-L2 (**rys. 3**) i w podobny sposób zatwierdzamy wynik. Na wyświetlaczu głównym pojawi się wynik pomiaru mocy całkowitej czynnej wyliczony przez odpowiedni algorytm. Należy dodać, że podczas pomiarów na mierniku pojawiają się odpowiednie komunikaty ułatwiające prawidłowe wykonanie kolejnych czynności. Końcowy wynik pomiaru jest zapisywany w pamięci miernika i może być w każdej chwili przywołany. Po wykonaniu kolejnego pomiaru ostatni wynik jest nadpisywany na poprzednim.

■  **pomiar mocy całkowitej czynnej w układzie 3-fazowym 4-przewodowym z nierównoważonym obciążeniem faz (BM157)**

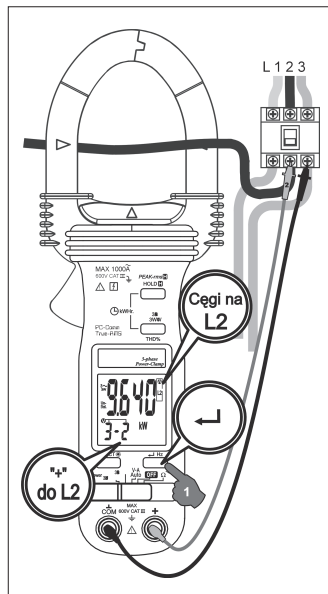
Postępujemy podobnie, wykonujemy tylko 3 kolejne pomiary oparte na takich samych zasadach, jak w poprzednim punkcie, przy czym będziemy mierzyć napięcia fazowe pomiędzy przewodem neutralnym i kolejnymi fazami (gniazdo COM miernika jest połączone zawsze z przewodem N). Także tu miernik „podpowiada” nam sposób prawidłowego podłą-



Rys. 1 BM155 – pomiar mocy w układzie 3 fazy, 4 przewody



Rys. 2 BM157 – ciągły pomiar mocy 3-fazowej w układzie zrównoważonym



Rys. 3 BM157 – pomiar mocy w układzie 3-fazowym nierównoważonym

czenia do mierzonej instalacji podczas kolejnych pomiarów. Sposób zapisu wyniku w pamięci i jego przywołanie są takie same jak podane wcześniej.

## współpraca miernika z komputerem PC

Mierniki są wyposażone w miniaturowe złącza optyczne RS-232. Opcjonalne oprogramowanie przy podłączeniu miernika do PC i uruchomieniu transmisji umożliwia przedstawienie mierzonych wartości w formie cyfrowej i analogowej, możliwa jest również analiza wyników za pomocą programowalnego komparatora. Transmisja umożliwia też przedstawienie kolejnych wyników pomiarów w postaci graficznej z programowalnymi odstępami zapisu od 1 s do nawet kilkudziesięciu minut.

## więcej możliwości mierników – szybka ocena jakości energii

Już wprowadzony w 2005 roku BM155 spotkał się z uznaniem użytkowników i był niewątpliwie miernikiem o dużych możliwościach pomiarowych w swojej klasie. Obecnie wprowadzony BM157 oferuje znacznie więcej – zwłaszcza w odniesieniu do pomiarów mocy, pamięci wyników i możliwości pomiaru w instalacjach 3-fazowych. Odpowiada też na często pojawiające się zapotrzebowanie, co do możliwości pomiaru energii i jej rejestracji.

Najważniejszymi zaletami obydwu mierników są też pomiar rzeczywi-

stej wartości skutecznej prądu i napięcia w szerokim paśmie oraz jednoczesna ocena obciążenia przy pomiarze mocy (wyświetlana jest równolegle wartość całkowitego współczynnika mocy i informacja o charakterze obciążenia: indukcyjne czy pojemnościowe). Bardzo ważną i niespotykaną w innych miernikach funkcją jest wyświetlanie procentowego współczynnika zawartości harmonicznych (THD%-F) odpowiednio podczas pomiaru prądu lub napięcia przemienicznego – wyliczanego do 51. harmonicznej. Użytkownik otrzymuje wraz z miernikiem narzędzie do szybkiej oceny jakości energii i jednego z jej najważniejszych parametrów, jakim jest ocena zawartości harmonicznych. A jeśli dodamy do tego atrakcyjną cenę, to można być pewnym, że nowy produkt firmy BRYMEN powinien spotkać się z dużym zainteresowaniem użytkowników.

Wyłącznym autoryzowanym importerem i dystrybutorem mierników BRYMEN w Polsce od 1992 roku jest BIALL Sp. z o.o. z Gdańska.



reklama

**BIALL Sp. z o.o.**  
80-174 Gdańsk, Otomin  
ul. Słoneczna 43  
tel. 058 322 11 91, 92  
faks 058 322 11 93  
biall@biall.com.pl  
[www.biall.com.pl](http://www.biall.com.pl)

### W miernikach BM155 i BM157 wprowadzono nowe funkcje pomiarowe:

**Auto VA™** – automatyczny wybór funkcji pomiarowej ACV, DCV lub ACA w zależności od podanej wielkości na wejściach pomiarowych z czasem zwłoki 0,1 s – co zwalnia operatora z konieczności ręcznego wybierania tych funkcji pomiarowych.

**THD%-F** – % współczynnik zawartości harmonicznych zdefiniowany jako stosunek TRMS harmonicznych do TRMS dla częstotliwości podstawowej  $\times 100\%$  w zakresie 0-450% dla ACA i 0-150% dla ACV.

**PF** – współczynnik mocy obliczany do 51. harmonicznej w zakresie 0,10-0,99.

**A-lags-V** – komunikat informujący o indukcyjnym charakterze mierzonego obciążenia. Brak komunikatu informuje o pojemnościowym charakterze obciążenia.

**RS-232** – miniaturowe złącze optyczne transmisji danych do PC.