

# BM157 - cęgowy miernik z pomiarem mocy i energii 3-fazowej firmy Brymen

## Wstęp

Poza „zwykłymi” miernikami cęgowymi, których zasadniczą funkcją pomiarową jest pomiar prądów metodą cęgową istnieje zapotrzebowanie na mierniki cęgowe z możliwością pomiaru mocy. Oferta mierników tego typu na rynku nie jest zbyt duża i najczęściej poza prostym pomiarem mocy jednofazowej mierniki te mają dość ograniczone możliwości pomiarowe. Najnowsze mierniki cęgowe z pomiarem mocy firmy BRYMEN oferują znacznie więcej niż dotychczasowe rozwiązania. Najnowszy miernik tego typu firmy BRYMEN, BM157 oferowany już w Polsce przedstawiony jest na rys.1. Niespotykane innowacje w tej klasie mierników to ciągły pomiar mocy i energii 3 fazowej w układach 3- i 4-ro przewodowych. Możliwość transmisji w czasie rzeczywistym tych pomiarów do PC i rejestracja wyników pomiaru w postaci graficznego wykresu to wyjątkowe zalety tego miernika. BM157 zapewnia też obliczenie i zapis we własnej pamięci mocy całkowitej 3-fazowej w układach 3 i 4-ro przewodowych przy nie zrównoważonym obciążeniu.

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



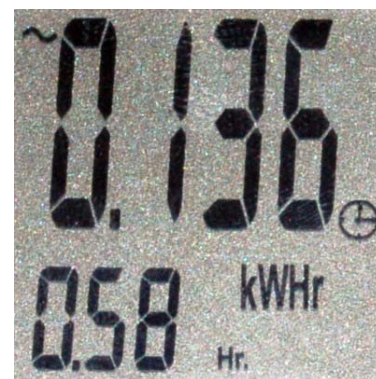
Rys. 1 Miernik BM157

## BM155, BM157 opis ogólny

### Podstawowe dane techniczne.

Porównawcze dane dotyczące zakresów i funkcji pomiarowych zebrane są w tabeli 1. Na podkreślenie zasługuje duże pasmo pomiarowe True RMS dla napięć i prądów przemiennych wynoszące  $45\text{Hz} \div 3,1\text{ kHz}$ . W zakresie do 51 harmonicznej mierzony jest całkowity współczynnik mocy (PF), procentowy współczynnik zawartości harmonicznych (%THD-F), moc czynna/bierna/pozorna (kW/kVAR/kVA) oraz energia w kWh (tylko BM157). Na rys. 2 pokazano wskazanie wyświetlacza podczas pomiaru energii.

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



Rys. 2 Miernik BM157

FUNKCJE POMIAROWE	MODEL	BM155	BM157
	Maksymalna średnica przewodu	Ø45	Ø45
	Pomiar TrueRMS	●	●
	Prąd przemienny AC	0,01...1000A	
	Napięcie AC/DC	0,1...600V	
	Rezystancja Ω	0,1...999,9Ω	
	Częstotliwość Hz	5÷500Hz	
	Temperatura T	-50÷300°C	○
	Test ciągłości (czas zwłoki 250µs)	●	●
	Moc P (kW/kVAR/kVA):	600,0	
	instalacje 1-fazowe	pomiar ciągły kW / kVAR / kVA	
	instalacje 3-fazowe zrównoważone	ręczne sumowanie pomiarów dla każdej z faz [kW]	pomiar ciągły kW / kVAR / kVA
	instalacje 3-fazowe niezrównoważone		sumowanie kolejnych pomiarów i wyliczanie mocy przez miernik, wyświetlanie i zapamiętanie wyniku [kW]
	Energia (kWh)	○	9999*
instalacje 1-fazowe	○	ciągła rejestracja, podgląd mocy kW/kVAR/kVA	
instalacje 3-fazowe zrównoważone	○		
FUNKCJE SPECJALNE	AutoVA™	●	●
	RS-232	●	●
	HOLD / PeakHOLD	●/●	●/●
	THD%-F	0÷450% (ACA); 0÷150% (ACV)	
	P.F.	0,10÷0,99	
	APO / Wyłączenie APO	17 min. / ●	30 min. / ●

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

Tab. 1

### Budowa. Bezpieczeństwo obsługi.

Mierniki posiadają ergonomiczne wysmukłe obudowy zapewniającą pewne i wygodne trzymanie miernika w ręce i obsługę cęgów pomiarowych. Cęgi pomiarowe prądu dzięki wysmukłemu kształtowi (poprzeczny przekrój tylko 14x17 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 w przypadku pomiaru prądu zwłaszcza w nieizolowanych przewodach. Mimo niewielkich wymiarów mierniki posiadają stosunkowo duży podświetlany wyświetlacz LCD główny z wysokim zliczaniem i wysokością cyfr 16 mm i pomocniczy z wysokością cyfr 8 mm.

Tradycyjnie już mierniki firmy BRYMEN oferują wysoki stopień ochrony przeciwprzepięciowej wynoszącej dla BM155 i BM157 6kV 1,2/50 µA (np. udary od wyładowań).

Ochrona na przeciążenie wejść pomiarowych wynosi: pomiar ACA cęgami - 1000A skut pomiar ciągly: gniazda wejściowe „COM”, „+” – 600V dla wszystkich funkcji pomiarowych.

Bezpieczeństwo pomiarów jest zachowane zg. PN-EN61010 dla KAT III 600V. Mierniki spełniają wymogi dyrektywy tzw. nisko-napięciowej 73/23/EEC i kompatybilności elektromagnetycznej 89/366/EEC Unii Europejskiej i posiadają oznakowanie 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. Niżej omówimy się szczegółowo 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 rozruchowych >65ms oraz test ciągłości z czasem zwłoki zaledwie 250  $\mu$ s. Mierzona też jest rezystancja.

Ciekawą innowacją jest funkcja **Auto VA**<sup>TM</sup> zwalniająca operatora z konieczności manualnego wyboru ACA, ACV i DCA (patrz opis funkcji w zestawieniu).

### **Pomiar prądu ACA oraz THD-F i częstotliwości Hz.**

Mierzona jest rzeczywista wartość skuteczna prądu przemiennego cęgami dla przebiegów odkształconych w paśmie 45Hz  $\div$  3,1 kHz do 1000A z najlepszą rozdzielczością 0,01A (zakres 40,00A) 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 max 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 harmoniczných wskazywany jest na wyświetlaczu głównym w zakresie 0  $\div$  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 natomiast dobierany automatycznie, co najczęściej pozwala na uzyskanie stabilnych wyników pomiarów. *W mierniku BM157 można dodatkowo prowadzić również pomiar częstotliwości przy zwiększonej czułości (niski próg wyzwalania) - w tym celu należy wybrać pomiar Hz przed pomiarem prądu cęgami (niższy próg wyzwalania odpowiadał wtedy będzie zakresowi 40,00 A). Ponowne wciśnięcie przycisku „Hz” powoduje powrót do pomiaru prądu.*

### **Pomiar napięcia ACV oraz THD%-F i częstotliwości Hz.**

Mierzona jest rzeczywista wartość skuteczna napięcia przemiennego dla przebiegów odkształconych w paśmie 45Hz  $\div$  3,1 KHz do 600V ze stałą rozdzielczością 0,1V i dla współczynnika szczytu (C.F.) <2,3:1 dla połowy zakresu i <4,6:1 dla pełnego zakresu. Wynik pomiaru wyświetlany jest na wyświetlaczu głównym z max zliczaniem do 6000. Jednocześnie na wyświetlaczu pomocniczym wskazywane jest %THD-F w zakresie 0 do 99%. Natomiast po naciśnięciu przycisku THD% wynik pomiaru

współczynnika zawartości harmoniczných wskazywany jest 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 na zakresie 1000A.

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

### **Pomiar napięcia DCV.**

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

### **Pomiar mocy, PF, A-lags-I.**

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

### **BM155 BM157. Pomiar mocy w układach jednofazowych**

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

## BM155. Pomiar mocy w układach 3-fazowych 4-przewodowych

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 całkowitą moc w układach trójfazowych.

Moc całkowita w takim układzie jest zawsze sumą algebraiczną mocy każdej z faz przy podłączeniu miernika do mierzonego obwodu jak to pokazano na rys. 3

Przy obciążeniu zrównoważonym moc całkowita wyraża się wzorem:

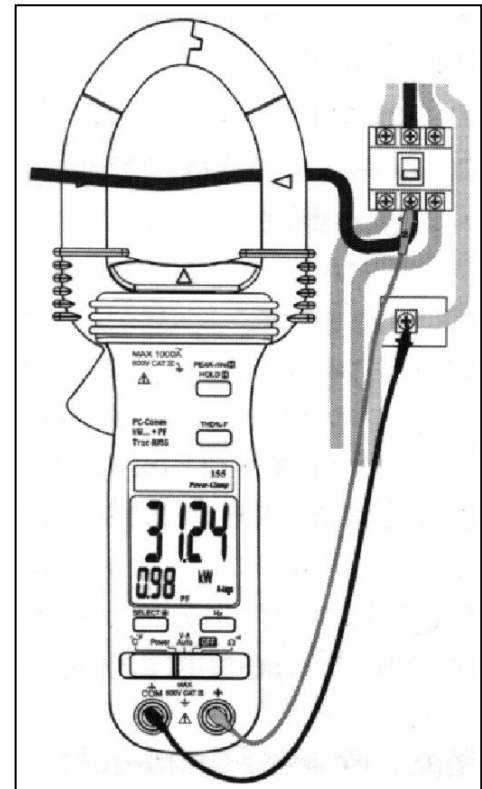
$$P \text{ całkowita} = 3 \times P1 = 3 \times P2 = 3 \times P3$$

Przy obciążeniu niezrównoważonym należy dokonać kolejnych trzech pomiarów mocy dla każdej z faz.

Moc całkowita jest wtedy:

$$P \text{ całkowita} = P1 + P2 + P3$$

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.



Rys. 3

## BM155. Pomiar mocy w układach 3-fazowych 3-przewodowych

W systemie tym do obliczenia mocy całkowitej wystarczą pomiary mocy dla dwu faz, przy czym należy odpowiednio mierzyć napięcie międzyfazowe. Przykładowo przy pomiarze mocy P1 (kW1) mierzymy napięcie międzyfazowe L3-L1 i przy pomiarze 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 niezrównoważonych tym samym wzorem:

$$P \text{ (kW) ca\k{c}k.} = kW1 + kW2$$

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

$$\text{Moc bierna: } kVAR \text{ ca\k{c}k.} = \sqrt{(kVA_{cal}^2 - kW_{cal}^2)}$$

$$\text{Moc pozorna: } kVA = \sqrt{3 \cdot kVA_1}$$

## BM157. Pomiar ciągły mocy w układach 3-fazowych ze zrównoważonym obciążeniem faz.

BM157 umożliwia przy tego typu obciążeniu bezpośredni i ciągły pomiar mocy czynnej, biernej i pozornej przy podłączeniu miernika do instalacji jak podano na rys.4. Podłączenie to jest identyczne dla instalacji 3- i 4-ro 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 fazą 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.

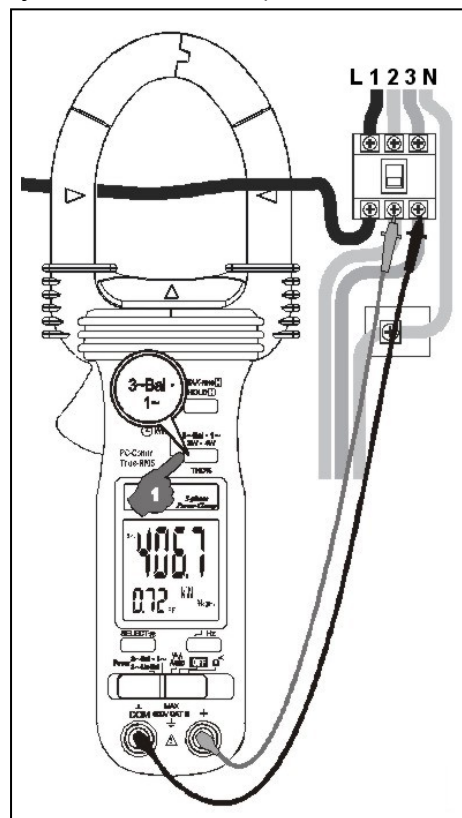
## BM157. Pomiar ciągły energii w układach 3-fazowych ze zrównoważonym obciążeniem faz.

BM157 jako nieliczny miernik tego typu umożliwia też pomiar energii w układzie jednofazowym i 3-fazowych zrównoważonych (także 3- i 4-ro przewodowych) Podłączenie miernika do instalacji jest identyczne jak do pomiaru mocy (rys. 4). Mierzona może być również energia dla układów jednofazowych, przy czym ostatni wynik zarejestrowanej energii 1 i 3 fazowej przechowywany jest 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 następnie na wyświetlaczu głównym pojawia się wynik rejestracji.

Podczas rejestracji energii możemy przełączać 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 jest zapisywany w nieulotnej pamięci. Jeżeli wskazywana wielkość wyników pomiaru energii i czasu rejestracji przekroczy odpowiednio 9999 kWh i 999h to wyniki rejestracji będą pokazywane w postaci ekwipotencjalnej np. 2,3E4 odpowiada  $2,3 \times 10^4$ .



Rys. 4



## BM157. Pomiar mocy czynnej w układzie 3-fazowym 3- przewodowym nie zrównoważonym

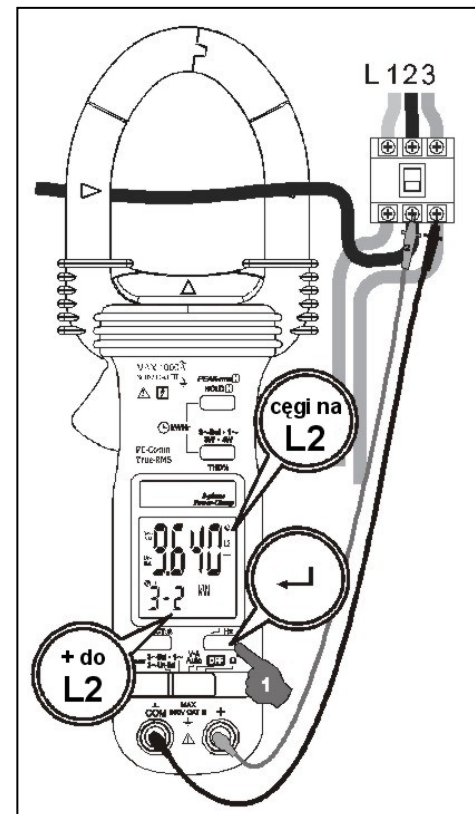
W celu dokonania pomiaru mocy czynnej całkowitej w takim układzie należy dokonać 2 kolejne pomiary. Mierzmy najpierw prąd w fazie L1 i napięcie międzyfazowe L3-L1 (gniazdo COM miernika jest połączone zawsze z L3) – po ustabilizowaniu się wskazań zatwierdzamy wynik przyciskiem  $\leftarrow$ . Następnie wykonujemy drugi pomiar z pomiarem prądu w fazie L2 i napięcia międzyfazowego L3-L2 (rys. 5) 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 pomiarów. Ten końcowy wynik pomiaru jest zapisywany w pamięci miernika i może być w każdej chwili przywołany. Po wykonaniu kolejnego pomiaru ostatni wynik jest nadpisany na poprzednim.

## BM157. Pomiar mocy całkowitej czynnej w układzie 3-fazowym 4-ro przewodowym z nie zrównoważonym obciążeniem faz.

W celu dokonania pomiaru mocy całkowitej należy dokonać 3 kolejne pomiary oparte na podobnych zasadach jak przy pomiarach 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 podłączenia do mierzonej instalacji przy kolejnych pomiarach. Sposób zapisu wyniku w pamięci jego przywołanie jest identyczny jak przy pomiarach w układzie zgodnie z poprzednim punktem.

## Współpraca miernika z komputerem PC.

Miernik jest wyposażony w miniaturowe złącze optyczne RS232. Opcjonalne oprogramowanie przy podłączeniu miernika do PC i uruchomieniu transmisji umożliwia przedstawienie mierzonych wartości w formie cyfrowej i analogowej, jest możliwa analiza wyników przy pomocy programowalnego komparatora. Transmisja umożliwia też przedstawienie kolejnych wyników pomiarów w postaci graficznej z programowalnymi odstępami zapisu od 1s do nawet kilkudziesięciu minut.



Rys. 5

## Podsumowanie

Już wprowadzony w 2005 roku BM155 spotkał się z uznaniem użytkowników i był niewątpliwie miernikiem o bodajże najwyższym stopniu innowacyjności i możliwości pomiarowych w swojej klasie. Obecnie wprowadzony BM157 oferuje tu znacznie więcej możliwości zwłaszcza w odniesieniu do pomiarów mocy, pamięci wyników i rozszerzenia możliwości pomiaru na instalacje 3-fazowe. Odpowiada też na często pojawiające się zapotrzebowanie, co do możliwości pomiaru energii i jej rejestracji.

Jedną z najważniejszych zalet obydwu mierników jest też pomiar rzeczywistej wartości skutecznej prądu i napięcia w szerokim paśmie, 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 harmonicznyc (THD%-F) odpowiednio podczas pomiaru prądu lub napięcia przemiennego – wyliczanego do 51 harmonicznyc! Użytkownik otrzymuje, więc wraz z miernikiem narzędzie do szybkiej oceny jakości energii, co do jednego z najważniejszych jej parametrów, jakim jest ocena zawartości harmonicznyc. BM157 jest oferowany do sprzedaży w bardzo atrakcyjnej cenie, co dodatkowo przyczyni się do dużego zainteresowania odbiorców tym najnowszym produktem firmy BRYMEN.

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

## BM 155, BM157 Unikalne i innowacyjne funkcje pomiarowe

- |                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Auto VA™</b> | Automatyczny wybór funkcji pomiarowej ACV, DCV lub ACA w zależności od podanej wielkości na wejściach pomiarowych z czasem zwłoki 0,1s – co zwalnia operatora z konieczności ręcznego wybierania tych funkcji pomiarowych. |
| <b>THD%-F</b>   | % współczynnik zawartości harmonicznyc zdefiniowany jako stosunek TRMS harmonicznyc do TRMS dla częstotliwości podstawowej x 100% w zakresie 0÷450% dla ACA i 0÷150% dla ACV.  |
| <b>PF</b>       | Współczynnik mocy obliczany do 51 harmonicznyc w zakresie 0,10÷0,99  |
| <b>A-lags-V</b> | Komunikat informujący o indukcyjnym charakterze mierzonego obciążenia. Brak komunikatu informuje o pojemnościowym charakterze obciążenia.  |
| <b>RS 232</b>   | Miniaturowe złącze optyczne transmisji danych do PC.   |