



# Elektryczne mierniki analogowe firmy ETI Polam

Roman Kłopotki

**Elektryczne mierniki analogowe to elektryczne przyrządy pomiarowe wyskalowane w jednostkach wielkości mierzonej. Mimo, że są wypierane przez przyrządy pomiarowe z odczytem cyfrowym, nadal często stanowią bardzo ważny element instalacji elektrycznej kontrolno-pomiarowej. Umożliwiają pomiar podstawowych parametrów sieci elektrycznej takich jak: prąd, napięcie, częstotliwość, moc czynna i bierna, energia, współczynnik mocy itp. Artykuł prezentuje produkty znajdujące się w ofercie firmy Eti Polam.**

Większość mierników analogowych posiada podobną budowę. Podstawową część stanowi jego element ruchomy – ustrój. Ustrój miernika w zależności od jego przeznaczenia może być elektromagnetyczny, magnetoelektryczny, elektrodynamiczny, bimetalowy, indukcyjny lub wibracyjny. Jest bezpośrednio połączony ze wskazówką. W celu tłumienia drgań wskazówki w czasie pomiaru oraz w celu uzyskania jej płynnego ruchu po skali cyfrowej stosuje się różne metody. Jedną z nich jest wykorzystanie lepkiej substancji silikonowej umieszczonej w dolnym i górnym łożysku, w którym porusza się oś podłużna ustroju.

Przedstawione w niniejszym artykule mierniki oferowane przez firmę ETI Polam, ze względu na ich budowę i sposób montażu można podzielić na przyrządy przeznaczone do montażu natablicowego i do zabudowy modułowej na szynie TH35.

W wersji natablicowej występują cztery wielkości okna pomiarowego: 48 x 48, 72 x 72, 96 x 96 i 144 x 144, ze skalą 90° i 240°, natomiast mierniki do zabudowy modułowej mają szerokość trzech modułów (53 mm), rozmiar okna pomiarowego 45 x 45 i skalę 90°. Wszystkie mierniki posiadają stopień ochrony IP52 (obudowa główna) i IP00 (zaciski przewodów) i mo-

gą pracować tylko w pozycji pionowej. Napięcie probiercze izolacji mierników wynosi 2 kV, a ich obudowy są wykonane z tworzywa sztucznego samogasnącego.

Firma ETI Polam oferuje również przekładniki prądowe (rys. 1) typu CGECT na znamionowe prądy pierwotne 100 A – 1600 A i klasie dokładności 0,5 i 1,0. Przekładniki są przystosowane do nakładania na szynę prądową o maksymalnym rozmiarze 25 x 81 mm, jak i na kabel okrągły o średnicy maksymalnej  $\varnothing 32$  mm. Stosowanie mierników analogowych łącznie z przekładnikami prądowymi umożliwia pomiary parametrów instalacji elektrycznej w szerokim zakresie ich wartości oraz



Rys. 1. Przekładnik prądowy CGECT

umożliwia galwaniczne oddzielenie obwodów pomiarowych i zabezpieczeniowych od głównego toru prądowego.

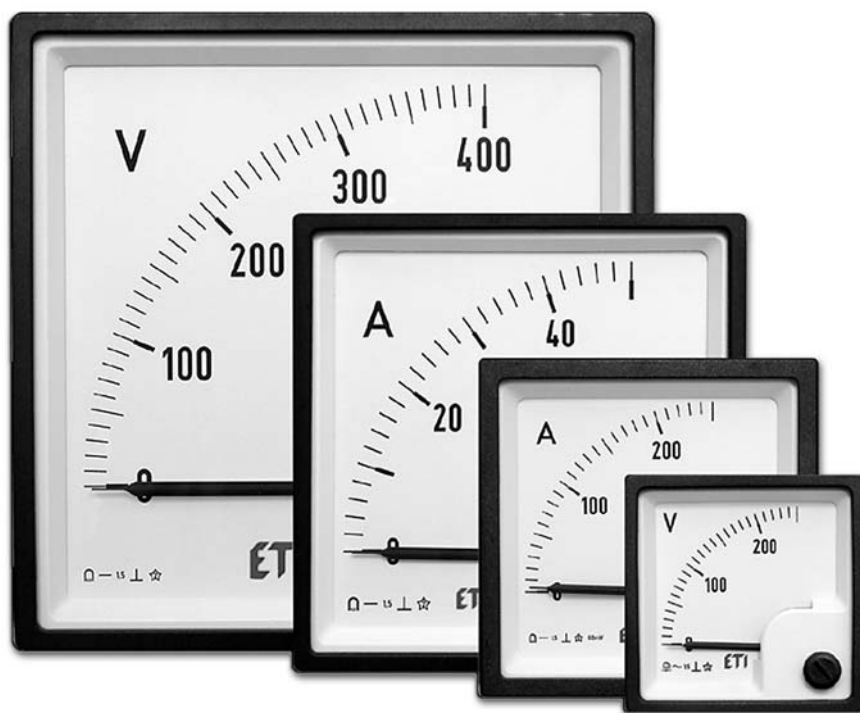
W celu ułatwienia identyfikacji rodzaju miernika zgodnie z wymaganiem normy PN-EN 60688, na skali lub na jego obudowie umieszczone są odpowiednie symbole, których znaczenie przedstawiono w tabelicy 1.

### Przeciążalność

Niejednokrotnie w elektrycznych układach pomiarowych dochodzi do nieprzewidzianych zakłóceń wywołanych zwarciami, przeciążeniami lub przepięciami, co często prowadzi do przekroczenia parametrów znamionowych układu pomiarowego i może być przyczyną uszkodzenia aparatów pomiarowych. Dlatego wszystkie mierniki analogowe firmy ETI Polam posiadają odpowiednią przeciążalność. Dla amperomierzy jest to dziesięciokrot-

Tablica 1. Symbole dotyczące funkcji instrumentów

Opis	Symbol	Opis	Symbol
Pomiar magnetoelektryczny		Napięcie robocze 500V	
Pomiar elektromagnetyczny		Napięcie probiercze ponad 500V, np. 2kV	
Elektrodynamiczny mechanizm pomiarowy		Brak napięcia probierczego	
Indukcyjny mechanizm pomiarowy		Wysokie napięcie na osprzęcie lub na instrumencie	
Bimetaliczny mechanizm pomiarowy			
Wibracyjny mechanizm pomiarowy			
Mechanizm pomiarowy z elektroniką			
Elektronika w pomocniczym mechanizmie pomiarowym			
Opornik bocznikujący			
Ogólny osprzęt			
Znak klasy (np. 1,5) podany z błędem w %, z wyjątkiem gdy wartość wzorcowa odpowiada skali długości lub prawdziwej wartości. Błąd wskazania w % wartości skali.		Instrumenty do pomiaru w pozycji pionowej	
Błąd wskazania w % wartości zadanej.		Instrumenty do pomiaru w pozycji poziomej	
Znak klasy dla instrumentu w skali nieliniarnej. Stosowany w przypadku gdy wartość wzorcowa odpowiada długości skali i gdy błąd wskazania jest podany w % prawdziwej wartości, np. Kl. 1: relatywna granica błędów 5% (2.3.11.36)		Instrumenty do pomiaru w pozycji ukośnej (np. 60° nachylenia do poziomu)	



Rys. 2. Natablicowe mierniki magnetoelektryczne BQ

na wartość prądu zakresu pomiarowego w czasie nie dłuższym niż jedna sekunda, a dla woltomierzy jest to dwukrotna wartość napięcia zakresu pomiarowego w czasie nie dłuższym niż pół sekundy, lub 1,2 krotności zakresu pomiarowego w czasie nie dłuższym niż dwie godziny.

### Błędy pomiarowe

Wartości wskazane przez mierniki analogowe różnią się od wartości rzeczywistej mierzonego parametru. Różnica między wartością wskazaną  $X_w$  a wartością rze-

czywistą  $X_p$  jest błędem bezwzględnym miernika:

$$\Delta X = X_w - X_p$$

Błąd ten, odniesiony do wartości zakresu pomiarowego  $X_m$ , jest błędem względnym miernika:

$$\delta = \frac{X_w - X_p}{X_m}$$

Błąd ten jest zazwyczaj podawany w procentach i służy do określania klasy dokładności miernika. Aby zapewnić jak najmniejszy błąd pomiaru, należy dobrać miernik o takim zakresie pomiarowym, aby w czasie pomiaru odchylenie wskazówki było w pobliżu zakresu pomiarowego – wartości maksymalnej.

Mierniki analogowe zostały podzielone na klasy dokładności w zależności od największego dopuszczalnego błęd względnego: 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5. Podane liczby określają (w procentach) największy dopuszczalny błąd względny miernika przy wskazananiu największej wartości jego zakresu pomiarowego. Mierniki firmy ETI Polam posiadają klasę dokładności 0,5 do 1,5.

### Mierniki magnetoelektryczne BQ

W miernikach magnetoelektrycznych BQ odchylenie organu ruchomego (ustroju) następuje w wyniku współdziałania pola magnetycznego magnesu stałego i ruchomej cewki indukcyjnej przewodzącej

prąd. Odchylenie to opisane jest zależnością:

$$\alpha = cI$$

gdzie:

$c$  – wartość stała dla miernika,

$I$  – płynący przez cewkę prąd.

Z powyższej zależności widać, że kąt odchylenia cewki jest proporcjonalny do wartości prądu płynącego przez tę cewkę, a więc czułość miernika jest stała i jego podziałka pomiarowa jest równomierna.

Ze względu na konstrukcję obwodu magnetycznego, mierniki magnetoelektryczne dzieli się na ustroje o magnesie zewnętrznym oraz ustroje o magnesie wewnętrznym (rdzeniowe). Mierniki o magnesie wewnętrznym są skutecznie chronione przed działaniem obcych pól magnetycznych. Ich wadą jest nierównomierny rozkład podziałki pomiarowej. Mierniki magnetoelektryczne BQ posiadają mały pobór mocy z obwodu pomiarowego (woltomierze) i niski spadek napięcia na cewce ustroju (amperomierze). Pozwala to na użycie ich z czułymi urządzeniami dodatkowymi, jak przekładniki, przetworniki, czujniki itp. Miernikami o ustroju magnetoelektrycznym są amperomierze natablicowe BQ 0407, 0307, 0207, 0107 (rys. 2) i amperomierz modułowy BQ 0507 (rys. 3), które umożliwiają pomiar bezpośredni w zakresie od 6 do 25 A, i pomiar pośredni (po zastosowaniu rezystora bocznikującego) od 60 do 200 A. Natomiast woltomierze magnetoelektryczne BQ 0407, 0307, 0207, 0107 i woltomierz modułowy BQ 0507 umożliwiają pomiar napięcia stałego w zakresie od 25 do 250 V. Mierniki przeznaczone do pomiaru pośredniego wykonane są bez skali. W zależności od wymaganego zakresu należy dopasować skalę, która jest oddzielnym elementem handlowym.

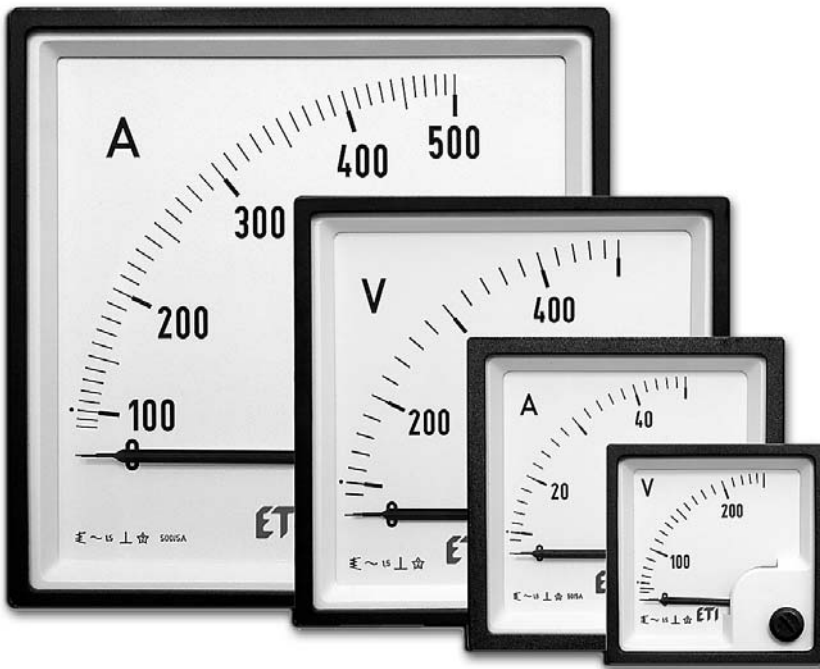
Innymi miernikami o ustroju magnetoelektrycznym są: miernik współczynnika mocy –  $\cos\varphi$  YQ, miernik częstotliwości ZQ o zakresie pomiarowym 45 – 55 Hz (kl. 0,5), oraz mierniki mocy czynnej i biernej dla układów symetrycznych i niesymetrycznych obciążonych o zakresach pomiarowych 50 kW (kVar) do 400 kW (kVar).

### Mierniki elektromagnetyczne FQ

Działanie miernika o ustroju elektromagnetycznym polega na oddziaływaniu pola magnetycznego cewki indukcyjnej prze-



Rys. 3. Modułowy miernik magnetoelektryczny BQ 0507



Rys. 4. Mierniki elektromagnetyczne FQ natablicowe

wodzącej prąd na ruchomy rdzeń ferromagnetyczny umieszczony w tym polu. Najczęściej mierniki elektromagnetyczne posiadają okrągłą cewkę i dwa rdzenie – ruchomy i nieruchomy. Rdzenie te, magnesowane jednoimiennie polem cewki, odpychają się tym silniej, im większy prąd płynie przez cewkę. Połączona z ruchomym rdzeniem wskazówka wskazuje wartość tego prądu. Odchylenie organu ruchomego przedstawia zależność:

$$\alpha = \frac{1}{2k} \frac{dL}{d\alpha} I^2$$

gdzie k – stała miernika.

Z powyższej zależności wynika, że odchylenie organu ruchomego miernika zależy od kwadratu wartości prądu i od zmienności indukcyjności cewek  $dL/d\alpha$ , co jest przyczyną nierównomierności podziałki mierników elektromagnetycznych.

Mierniki elektromagnetyczne (rys. 5) posiadają prostą konstrukcję i są niezawodne w eksploatacji. Występują jako amperomierze i woltomierze prądu przemiennego i umożliwiają pomiar prądu w zakresie od 15 do 60 A (amperomierze natablicowe FQ 0407, 0307, 0207, 0107 i amperomierz modułowy FQ 0507 (rys. 5)) w sposób bezpośredni i od 60 do 500 A

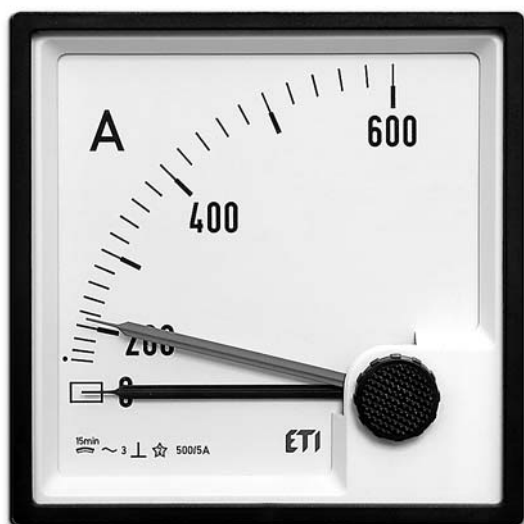


Rys. 5. Miernik elektromagnetyczny FQ modułowy



Rys. 6. Miernik bimetalowy MQ modułowy





Rys. 7.  
Miernik  
bimetalowy MQ  
natablicowy

w sposób pośredni – za pomocą przekładnika pomiarowego. Pobór mocy mierników magnetoelektrycznych z obwodu mierzonego wynosi od 0,3 do 1,2 VA dla amperomierzy i od 1,2 do 4 VA dla woltomierzy. Woltomierze elektromagnetyczne prądu przemiennego posiadają ustrój pomiarowy, który różni się od ustroju amperomierza tylko liczbą zwojów cewki ruchomej. Cewka woltomierza ma większą liczbę zwojów z cieńszego drutu nawojowego, a szeregowo z cewką włączony jest rezystor.

Woltomierze magnetoelektryczne, zarówno natablicowe jak i modułowe (45 x 45mm) FQ 0507, 0407, 0307, 0207, 0107, umożliwiają pomiar napięcia w zakresie od 250 do 500 V.

### Mierniki bimetalowe

Mierniki o ustroju bimetalowym – modułowy MQ 0507 (45 x 45) (rys. 6) oraz natablicowe (rys. 7) 0407 (48 x 48), 0307 (72 x 72), 0207 (96 x 96), 0107 (144 x 144) w odróżnieniu od mierników opisanych wcześniej posiadają ustrój zbudowany z paska bimetalowego ukształtowanego w półokrąg, który zmienia swój kształt pod wpływem przepływającego prądu, zgodnie z zależnością:

$$\alpha = cT^2$$

gdzie

T – czas przepływu prądu pomiarowego,  
I – prąd pomiarowy.

Charakterystyczną cechą tych mierników jest to, że posiadają drugą wskazówkę, najczęściej czerwoną, która w określonym czasie (8 min) wskazuje wartość maksymalną mierzonego prądu przemiennego. Kiedy wartość mierzonego prądu zmniejsza się, czerwona wskazówka pozostaje na najwyższej wartości na podziałce. Odpowiednie pokrętło (z możliwością plombowania) pozwala na sprowadzenie jej do pozycji zero. Mierniki te są wykorzystywane do pomiaru obciążenia szczytowego oraz do obserwacji obciążenia transformatorów. Mierniki bimetalowe nie reagują na chwilowe, krótkotrwałe przeciążenia prądowe. Zakresy pomiarowe mierników bimetalowych wynoszą: bezpośrednio – 6 A, pośrednio od 25 do 600 A.

inż. **Roman Kłopocki**  
Autor pracuje jako  
product manager  
w firmie ETI Polam



### KONTAKT

#### ETI-Polam Sp. z o.o.

06-100 Pultusk  
ul. Jana Pawła II 18  
tel. (23) 691 93 00  
fax (23) 692 32 12  
e-mail: etipolam@etipolam.com.pl  
www.etipolam.com.pl

R E K L A M A

# 1/3