

# Przełączniki pomocnicze dla energetyki w ofercie Energotestu

Paweł Szmał - Energotest

## Streszczenie

Po kilku latach prac rozwojowych Energotest wprowadził do oferty grupę przełączników pomocniczych dla energetyki. Pomimo tego, że są to urządzenia o względnie prostej budowie (np. na tle przełączników zabezpieczeniowych) już na etapie konstruowania i po zebraniu opinii z rynku, udało się zidentyfikować wiele obszarów z zakresu funkcjonalności, bezpieczeństwa lub pewności działania, wymagających poprawy w stosunku do istniejących na rynku rozwiązań. Tym oto sposobem, te małe urządzenia stały się dla Energotestu prawdziwym wyzwaniem inżynierskim. Dzięki kreatywnemu podejściu udało się stworzyć urządzenia o wzbogaconych funkcjonalnościach, polepszonych parametrach, działających pewniej i bezpieczniej, wszystko z myślą o korzyściach dla użytkowników końcowych. Niniejszy referat zawiera przegląd najważniejszych informacji o poszczególnych typach przełączników.

## 1. Wstęp

Przełączniki pomocnicze produkcji Energotestu, są przeznaczone do zastosowań w elektroenergetyce, w stacjach elektroenergetycznych, elektrowniach i innych obiektach elektroenergetycznych. Można je montować w kasetach 19" przystosowanych do zabudowy w szafach automatyki elektroenergetycznej, jak również w gnieździe umocowanym na szynie TS35 lub płycie montażowej. Mechanicznie wtyk przełącznika jest kompatybilny z gniazdem GZ14 (numeracja jest zgodna z przyjętą dla przełącznika typu R15 4P firmy Relpol). Obudowa wykonana jest z tworzywa sztucznego spełniającego normy UL 94-V0 (materiał niepodtrzymujący płomienia). Przełączniki standardowo wykonywane są w wersji o znamionowym napięciu pomocniczym 220V DC. Na zamówienie dostępne są również wersje na inne napięcia pomocnicze.

Przy konstruowaniu przełączników założono, że będą one podlegały normom dla przełączników pomiarowych i urządzeń zabezpieczeniowych, odpowiednio PE-EN 60255-1: Wymagania ogólne, PE-EN 60255-26: Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej, PE-EN 60255-27: Wymagania bezpieczeństwa wyrobu, PE-EN 60255-21: Przełączniki energoelektryczne – Badania odporności przełączników pomiarowych i urządzeń zabezpieczeniowych na wibracje, udary pojedyncze i wielokrotne oraz wstrząsy sejsmiczne. Ponadto założono, że muszą one spełniać wymagania standardu PSE. Nowe rozwiązania konstrukcyjne spełniają wszystkie wymagania ww. norm i standardów.

Korzystając z powyższych założeń oraz doświadczeń eksploatacyjnych powstały nowe przełączniki pomocnicze. Do ich najważniejszych cech zaliczyć można:

- w konstrukcji przełączników nie zastosowano kontaktronów, które cechują się następującymi wadami:
  - a) brak odporności na prądy udarowe (pojemnościowe) pojawiające się np. przy załączeniu obwodu,
  - b) utrata właściwości po rozszczelnieniu,
  - c) czułość na zewnętrzne pola magnetyczne,
  - d) brak wytrzymałości na zwarcia,
- przełączniki posiadają bezpieczną „przerwę izolacyjną” - napięcie wytrzymywane przerwy zestykowej wynosi 1,5 kV/50 Hz/1 min.,
- w konstrukcji przełączników zachowano, zgodną z normą PN-EN 60255-27:2014-06, przerwę powierzchniową pomiędzy ścieżkami niezależnych obwodów, nie mniej niż 3 mm,
- ograniczono do minimum zagrożenie pożarowe: ograniczono do min. potencjalne wew. źródła zapłonu, obudowa zabezpiecza przed wydostawaniem się ognia na zewnątrz (obudowa niepodtrzymująca płomienia),
- temperatura pracy przełączników mieści się w pełnym zakresie określonym w standardzie, czyli  $-10^{\circ}\text{C}$   $+55^{\circ}\text{C}$ ,
- obudowa cechuje się dużą wytrzymałością mechaniczną - wtyk jest pewnie zamocowany w obudowie za pomocą połączeń śrubowych, które gwarantują wykonanie min. 200 operacji wsuwania/wysuwania wtyku z gniazda,
- spełnienie wymagań środowiskowych (odporność na wibracje, udary, temperaturę i wilgotność) jest potwierdzona badaniami przeprowadzonymi w akredytowanym laboratorium,

- w przekaźnikach pośredniczących szybkich są użyte pozłacane zestyki, dzięki temu minimalna moc załączana wynosi 0,05 W,
- przekaźniki bistabilne posiadają specjalną antywstrząsową konstrukcję oraz okienko inspekcyjne umożliwiające obserwację rzeczywistego położenia styków,
- przekaźnik czasowy posiada wysoki stopień niezawodności dzięki zastosowaniu bezprzetwornicowego zasilania układów wewnętrznych, oraz wyposażony jest w mechaniczne nastawniki czasu działania,
- przekaźnik przełączania zasilania:
  - a) wytrzymałość izolacji między obwodami zasilania podstawowego i rezerwowego wynosi 2 kV/50 Hz/1 min,
  - b) przekaźnik ma zdolność blokowania w przypadku zwarcia na wyjściu,
  - c) możliwe jest powrotne przełączenie na zasilanie podstawowe,
  - d) próg zadziałania ustawiony jest na poziomie 0,9  $U_n$ ,
  - e) trzy styki sygnalizacyjne – zanik UP, zanik UR (np. sygnalizacja do SSiN) oraz zanik UP i/lub UR (np. sygnalizacja do RSA),
  - f) diody LED sygnalizują obecność napięcia podstawowego, rezerwowego, blokad oraz obecność napięcia (podstawa lub rezerwa) na wyjściu.

Niektóre rozwiązania techniczne zastosowane w przekaźnikach zostały zgłoszone do ochrony patentowej.

Przekaźniki pomocnicze produkcji Energotestu można podzielić na kilka grup:

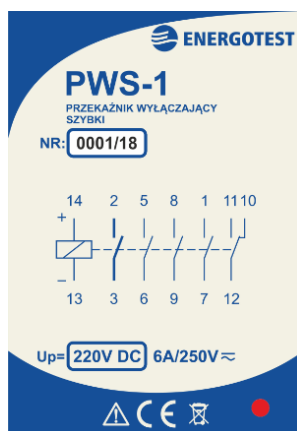
- wyłączające mocne/szybkie: PW-3, PW-3/S, PWS-3, PWS-3/S, PWS-1, PWS-1/S,
- sygnalizacyjne: PS-3, PS-5, PS2-4, PS2-5, PS2-6,
- powielające: PP-4, PPS-6, PPS2-4, PPS2-6,
- bistabilne: PBI-4, PBI-8, PBI-12,
- czasowy: PT-4,
- przełączania zasilania: PPZ-1, PPZ-2/A,
- kontroli ciągłości obwodów wyłączających: PKC-3, PKC-3/A,
- moduły dodatkowe: MX.



## 2. Wyłączające mocne/szybkie (PW...)

W grupie przekaźników mocnych możemy wyróżnić dwa rodzaje konstrukcji. Pierwszy to przekaźniki PW-3 i PWS-3, w których mamy do dyspozycji trzy styki zwiernie „mocne” i jeden przełączalny – sygnalizacyjny. Drugi to przekaźniki PWS-1 z jednym stykiem zwiernym „mocnym” oraz trzema zwiernymi

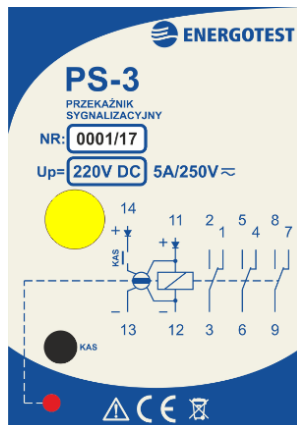
i jednym przełączalnym – jako styki sygnalizacyjne. Oba rodzaje konstrukcji są dostępne w wersji z sygnalizacją zadziałania realizowaną za pomocą wskaźnika z pamięcią magnetyczną. Konstrukcja z jednym stykiem „mocnym” wydaje się być idealnym rozwiązaniem dla układu, w którym sterujemy jedną cewką wyłącznika, oraz jest potrzeba powielenia sygnału na kilka urządzeń. Większa ilość styków pomocniczych może w wielu przypadkach ograniczyć ilość przekaźników. Warto nadmienić, że przekaźniki PWS-1 mają prąd wyłączalny  $L/R=40$  ms (220V DC) na poziomie 6 A.



Rys. 1. Front przekaźnika PWS-1

### 3. Sygnalizacyjne (PS...)

Przekaźniki sygnalizacyjne przeznaczone są do optycznej sygnalizacji zadziałania oraz do powielenia sygnałów. W ofercie Energotestu jest kilkanaście wariantów przekaźników sygnalizacyjnych o różnej konfiguracji zestyków, z jedną lub dwoma cewkami. Dostępna jest również opcja wykonania reagująca na zanik napięcia sterującego (oznaczona symbolem  $/Z$ ). Przekaźniki sygnalizacyjne wyposażone są zarówno we wskaźnik zadziałania z pamięcią magnetyczną jak również w sygnalizację obecności napięcia w postaci diody LED.

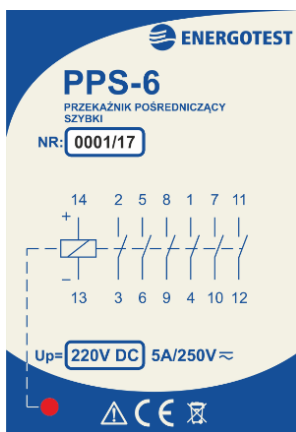


Rys. 2. Front przekaźnika PS-3

### 4. Powielające (PP...)

Z punktu widzenia realizacji automatyki wymagającej jednoczesnej zmiany położenia wszystkich zestyków idealnym rozwiązaniem jest przekaźnik PP-4, którego cztery zestyki przełączalne są sprzężone mechanicznie. Pełna izolacja (2 kV) na otwartych zestykach pozwala na realizację automatyki przełączania sygnałów, gdy należy zastosować odpowiednią izolację. Konstrukcja przekaźnika PP-4 została oparta o przekaźnik bezpieczeństwa, spełniający wymagania normy PN-EN 61810-3, Typ B. Jest to przekaźnik zalecany szczególnie do systemów bezpieczeństwa, oraz wszędzie tam, gdzie wymagana jest zwiększona pewność działania. W grupie przekaźników powielających Energotest oferuje również przekaźniki z krótkim czasem zadziałania  $< 3$  ms. Cechą wyróżniającą grupę przekaźników powielających szybkich, oprócz krótkiego czasu zadziałania, są połączane zestyki. Dzięki temu można je wykorzystać w obwodach o bardzo małych obciążeniach np. do powielania sygnałów w systemach sterowania, rejestracji zdarzeń, zakłóceń itp. - minimalna moc załączana to 0,05 W. Konstrukcja przekaźników powielających nie jest oparta

o przekaźniki kontaktronowe ani półprzewodnikowe, dzięki czemu uniknięto wad przypisanych do tego typu rozwiązań.



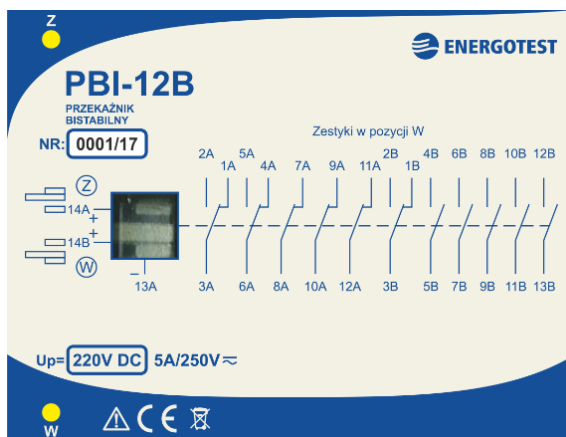
Rys. 3. Front przekaźnika PPS-6

## 5. Bistabilne (PBI...)

Konstrukcja przekaźników bistabilnych Energotestu znacznie ogranicza możliwość zmiany położenia styków na skutek wibracji lub wstrząsów występujących w miejscu zainstalowania przekaźnika. Skuteczność została potwierdzona badaniami w zewnętrznym laboratorium na zgodność z normą [8].

Dużym ułatwieniem dla Użytkownika jest możliwość sprawdzenia w jakim położeniu znajdują się styki w przypadku braku obecności napięcia sterowniczego. Umożliwia to okienko inspekcyjne, dzięki któremu można w jednoznaczny sposób określić rzeczywiste położenie zestyków.

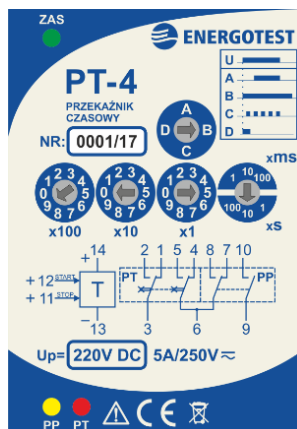
Ważną cechą przekaźników PBI jest blokowanie przełączenia w przypadku podania napięcia sterowniczego na obie cewki jednocześnie. Przekaźniki dostępne są z różną ilością i konfiguracją zestyków w dwóch rozmiarach obudowy.



Rys. 4. Front przekaźnika PBI-12B

## 6. Czasowy (PT...)

Przekaźnik czasowy PT-4 realizuje funkcje opóźnienia zadziałania, opóźnienia odpadu, generatora oraz funkcję formowania impulsu. Posiada mechaniczne nastawniki czasu działania, dzięki czemu widoczne są nastawy przy braku napięcia pomocniczego. Cechą wyróżniającą przekaźnik PT-4 jest wysoki stopień niezawodności osiągnięty dzięki zastosowaniu bezprzetwornicowego zasilania układów wewnętrznych. Przekaźnik posiada jeden styk przełączalny i jeden styk zwierny powielający sygnał pobudzenia (PP), oraz dwa zestyki przełączalne realizujące wybraną funkcję czasową (PT). Z myślą o łatwości użytkowania przekaźnik PT-4 wyposażono w trzy diody LED: sygnalizację obecności napięcia pomocniczego, pobudzenia przekaźnika PP oraz PT.



Rys. 5. Front przekaźnika PT-4

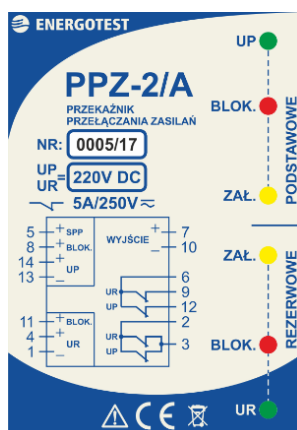
## 7. Przełączania zasilania (PPZ...)

Podstawową funkcją tego typu urządzenia jest szybkie i bezpieczne przełączenie na alternatywne źródło zasilania przy odpowiednim poziomie napięcia. Niedopuszczalnym jest doprowadzenie do przysiadu napięcia poniżej poziomu, który gwarantuje poprawną pracę zasilanych urządzeń. Dolna granica napięcia zasilającego podawana przez producentów urządzeń to ok.  $0,8 U_n$ . W przypadku awarii w układzie zasilania, przy powolnym spadku napięcia, jeżeli przełączenie zasilania nie nastąpi przy odpowiednim poziomie napięcia, urządzenia przestaną działać lub w skrajnych przypadkach może nastąpić ich błędne działanie (w tym błędne odwzorowanie wejść binarnych). Operatorzy systemów coraz częściej w swoich wymaganiach podają wartości napięcia pobudzenia wejścia dwustanowego, przy którym ma nastąpić zmiana stanu (z 0 na 1 logiczne). W [11] podano wartość 110-170V DC. Z niniejszego zapisu wynika, że wartość 170V DC ( $\sim 0,77 U_n$ ) jest minimalną wartością napięcia, przy którym powinno nastąpić pobudzenie wejścia dwustanowego (stan wysoki). W zakresie  $0,5-0,77 U_n$  dopuszcza się wystąpienie zarówno stanu niskiego jak i wysokiego, co może skutkować błędnym odwzorowaniem. W przekaźnikach PPZ poziom przełączenia zasilania został uzależniony od obecności oraz poziomu obu napięć zasilających i zawiera się w przedziale  $0,75-0,9 U_n$ . Do określenia przedziału przyjęto dwa możliwe scenariusze. W pierwszym przyjęto, że na wejściach przekaźnika obecne są oba napięcia, a przekaźnik pracuje na zasilaniu podstawowym. Jeżeli napięcie podstawowe zacznie zanikać, przełączenie na zasilanie rezerwowe nastąpi przy  $0,9 U_n$ . Analogicznie dla zasilania rezerwowego. W drugim przyjęto, że na wejściach przekaźnika jest obecne tylko jedno napięcie (podstawowe lub rezerwowe). Jeżeli napięcie podstawowe/rezerwowe zacznie zanikać, wyłączenie zasilania nastąpi przy ok.  $0,75 U_n$ . Czas przerwy napięciowej przy przełączaniu zasilania wynosi mniej niż 25 ms.

Przekaźniki PPZ posiadają galwaniczne pełne oddzielenie źródeł zasilania podstawowego i rezerwowego na poziomie wymaganym przez normy [5], [7].

Ważnym elementem konstrukcyjnym przekaźnika PPZ-2/A są wejścia blokady przełączania na każde ze źródeł zasilania. Można je wykorzystać m.in. do blokady przełączenia w przypadku zadziałania zabezpieczenia nadprądowego. Stan blokady jest sygnalizowany diodą LED.

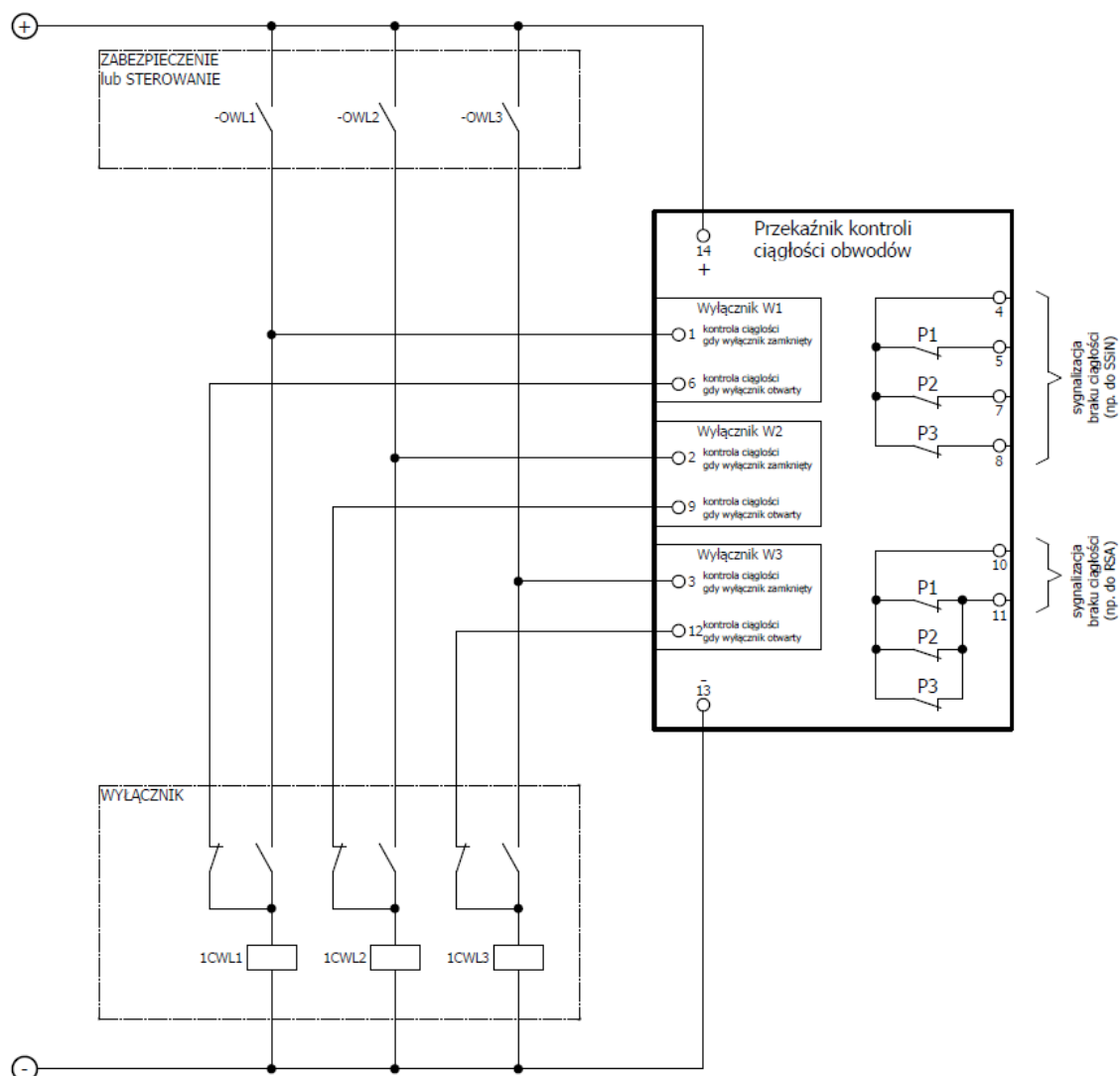
Przekaźnik PPZ-2/A został dodatkowo wyposażony w wejście SPP. Samoczynne przełączenie powrotne (SZR powrotny) zostanie wykonane, gdy na wejściu SPP jest stan wysoki, oraz gdy napięcie podstawowe zostanie przywrócone. Dodatkową funkcją, którą posiadają przekaźniki PPZ jest sygnalizacja obecności napięć zasilających (za pomocą zestyków oraz diod LED).



Rys. 6. Front przekaźnika PPZ-2/A

## 8. Kontroli ciągłości obwodów wyłączających (PKC...)

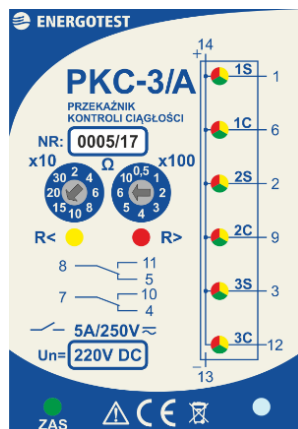
Konstrukcja przekaźnika PKC-3/A umożliwia pełną kontrolę trzech cewek sterujących wyłącznika, podłączonych do wspólnego potencjału (-). Dla każdej z cewek są dostępne dwa obwody do kontroli wyłącznika w stanie zamkniętym i otwartym. Konstrukcja przekaźnika PKC-3/A nie wymaga stosowania zewnętrznych rezystorów. Idea działania przekaźnika polega na chwilowym pomiarze każdego z kontrolowanych torów, co znacząco wpływa na zmniejszenie temperatury urządzenia podczas pracy. Pomiar dla danego toru jest powtarzany cyklicznie co kilka sekund.



Rys. 7. Przykładowy schemat podłączenia przekaźnika kontroli ciągłości obwodów wyłączających PKC-3/A

Przekaźnik PKC-3/A posiada dwa nastawniki do ustawiania wartości rezystancji dla członu nadmiarowego  $R>$  i niedomiarowego  $R<$ . Przekroczenie progu sygnalizowane jest zapaleniem odpowiedniej diody LED zamontowanej pod nastawnikami. Dodatkowo 6 diod LED sygnalizuje stan każdego z torów pomiarowych. Przy właściwej rezystancji obwodu sterującego (S) lub obwodu cewki (C) świeci się zielona dioda. Gdy rezystancja w obu obwodach jest nieprawidłowa świeci się dioda czerwona (brak ciągłości) lub żółta (zwarcie), a po czasie 10 s zamykane są zestawy sygnalizujące uszkodzenie w obwodzie. Dokładność pomiaru członów rezystancyjnych jest lepsza niż 10  $\Omega$ .





Rys. 8. Front przekaźnika PKC-3/A

## 9. Podsumowanie

Z powyższego widać, że przekaźniki Energotestu cechują się licznymi zaletami w zakresie bezpieczeństwa, żywotności, niezawodności i pewności działania, co przekłada się na wymierne korzyści dla Wykonawcy modernizacji/budowy układu automatyki elektroenergetycznej (szczególnie przy wieloletnich okresach gwarancji) oraz Użytkownika zarówno podczas etapu uruchomienia obiektu jak i w okresie późniejszej eksploatacji. Szczegółowe parametry techniczne oraz biblioteki do programu EPLAN wszystkich przekaźników z oferty Energotestu dostępne są na stronie [www.energotest.com.pl](http://www.energotest.com.pl) w zakładce Oferta >> Wyroby.

## Literatura

- [1] Klimowicz A., Kochel Z. z zespołem: Rozwój usług inżynierskich oraz urządzeń i układów automatyki elektroenergetycznej i energoelektroniki oraz systemów sterowania i nadzoru w perspektywie XXV-ciu lat działalności Energotestu. XX Seminarium Energotestu „Automatyka w Elektroenergetyce”, 26-28 kwietnia 2017, Krynica-Zdrój.
- [2] Głowocz R., Talaga M., Rodoń F., Szmaj P.: Rozwój, z perspektywy 25 lat, wybranych urządzeń i systemów automatyki elektroenergetycznej dla energetyki i przemysłu. XX Seminarium Energotestu „Automatyka w Elektroenergetyce”, 26-28 kwietnia 2017, Krynica-Zdrój.
- [3] Energotest. Dane gwarantowane przekaźników pomocniczych. Wersja v 1.7.
- [4] Energotest. Przekaźniki pomocnicze do zastosowań w elektroenergetyce rodzaj P- SPECYFIKACJA ver. 14.
- [5] Norma PE-EN 60255-1: Wymagania ogólne.
- [6] Norma PE-EN 60255-26: Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetyczne.
- [7] Norma PE-EN 60255-27: Wymagania bezpieczeństwa wyrobu.
- [8] Norma PE-EN 60255-21: Przekaźniki energoelektryczne – Badania odporności przekaźników pomiarowych i urządzeń zabezpieczeniowych na wibracje, udary pojedyncze i wielokrotne oraz wstrząsy sejsmiczne.
- [9] Norma PN-EN 61810-3 Elektromechaniczne przekaźniki pośredniczące – Część 3: Przekaźniki z zestykami o wymuszonym przełączaniu (mechanicznym sprzężeniu).
- [10] PN-EN 60695-11-10:2014-02 Badanie zagrożenia ogniowego – Część 11-10: Płomienie probiercze – Metody badania płomieniem probierczym 50 W przy poziomym i pionowym ustawieniu próbki.
- [11] PSE-ST.EAZ.NN.WN/2016 Urządzenia elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej i układy z nią współpracujące, stosowane na stacjach elektroenergetycznych WN i NN. Konstancin Jeziorna, Grudzień 2016.

