

MULTI – FUNCTION PROTECTOR PRZYSZŁOŚCIOWYM ROZWIĄZANIEM W ZABEZPIECZENIACH INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

europa
student
magazine

ISSN 2956-834X

Numer 1 / 2024

Karol Gębka¹, Sebastian Zarzycki¹

¹Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego, Wydział Transportu, Elektrotechniki i Informatyki, Malczewskiego 29, 26-600 Radom, Studenckie Koło Naukowe „ELEKTRYK”

Streszczenie – Celem pracy jest przedstawienie najnowszego urządzenia elektrycznego „MULTI – FUNCTION PROTECTOR” służącego do zabezpieczania, kontroli i pomiaru parametrów w jednofazowych instalacjach elektrycznych 230V. Ponadto scharakteryzowano obecnie stosowane zabezpieczenia: bezpieczniki topikowe, wyłączniki nadprądowe, wyłączniki różnicowoprądowe i ograniczniki przepięć. Przedstawiono parametry zabezpieczenia MULTI FUNCTION PROTECTOR – MFP, jego funkcje oraz możliwości oferowane użytkownikowi, programowanie urządzenia oraz obsługa aplikacji mobilnej. Przeprowadzono badanie modułu prądowego, różnicowoprądowego i napięciowego MFP. Porównano parametry MFP z obecnie stosowanymi zabezpieczeniami.

Słowa kluczowe – Zabezpieczenia, instalacje elektryczne, aparaty elektryczne, pomiary, automatyka

WSTĘP

Celem pracy jest przedstawienie najnowszego urządzenia elektrycznego „MULTI – FUNCTION PROTECTOR” służącego do zabezpieczania, kontroli i pomiaru parametrów w jednofazowych instalacjach elektrycznych 230V.

Zabezpieczenia w instalacjach elektrycznych stosuje się w celu zapewnienia prawidłowego działania instalacji oraz ochrony życia, zdrowia i mienia. Zabezpieczenia możemy zakwalifikować do ochrony: przeciwporażeniowej, przeciwprzeciążeniowej, przeciwprzepięciowej, przeciwpożarowej. Każda instalacja elektryczna już na etapie projektowania musi mieć określone parametry. Jednymi z najbardziej podstawowych parametrów jest jej układ sieciowy, napięcie znamionowe, maksymalna moc, jaką użytkownik może obciążyć daną instalację oraz wytrzymałość przeciążeniowa i zwarciowa. Na podstawie tych parametrów dobiera się zabezpieczenia [1].

I. OBECNIE STOSOWANE ZABEZPIECZENIA

Instalacje elektryczne obecnie zabezpiecza się następującymi aparatami: bezpieczniki topikowe lub wyłączniki nadprądowe, które zapewniają ochronę przeciw przeciążeniom i zwarciom, wyłączniki różnicowoprądowe, stanowiące ochronę przeciwporażeniową oraz przeciwpożarową, ograniczniki przepięć, które chronią instalacje przed przepięciami [2].

I.1 BEZPIECZNIKI TOPIKOWE

Najstarszymi, a jednocześnie najprostszymi urządzeniami zabezpieczającymi są bezpieczniki topikowe. Służą one do zabezpieczenia instalacji przed przeciążeniem oraz zwarciami. Zasada działania polega na jednorazowym stopieniu się drutu topikowego umieszczonego w jego wnętrzu pod wpływem wysokiego

natężenia prądu elektrycznego, co skutkuje przerwaniem ciągłości obwodu elektrycznego.

I.2 WYŁĄCZNIKI NADPRĄDOWE

Wyłączniki nadprądowe są przeznaczone do zabezpieczeń przed skutkami przeciążeń i zwarcí instalacji oraz urządzeń domowych. Wyłączniki dzieli się ze względu na rodzaj charakterystyki czasowo-prądowej: A, B, C oraz D. Zasada działania opiera się na dwóch wyzwalaczach: termobimetalowym i elektromagnetycznym podczas przeciążenia zadziała wyzwalacz termobimetalowy, a w przypadku zwarcia elektromagnetyczny [2].

I.3 WYŁĄCZNIKI RÓŻNICOWOPRĄDOWE

Wyłącznik różnicowoprądowy w przeciwieństwie do wcześniej omawianych urządzeń zabezpieczających zapewnia ochronę przed porażeniem prądem, ale także minimalizuje ryzyko wystąpienia pożaru. Zasada działania polega na porównaniu ilości prądu wpływającego i wypływającego przez urządzenie, jeśli nastąpi upływ prądu wtedy zadziała zabezpieczenie i nastąpi wyłączenie chronionego obwodu.

I.4 OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ

Ograniczniki przepięć służą do ochrony przed przepięciami, czyli przed nadmiernym wzrostem napięcia ponad maksymalną wartość instalacji elektrycznej. Zasada działania ogranicznika przepięć po wystąpieniu przepięcia następuje poprzez przebicie ochronnika i przepływ prądu elektrycznego do przewodu ochronnego, chroniąc tym sposobem instalację.

Każde przedstawione z klasycznych urządzeń zabezpieczających posiada pewne swoje charakterystyczne cechy. Jednakże do prawidłowo działającej instalacji potrzebny jest każdy przedstawiciel

z tej rodziny zabezpieczeń, aby wzajemnie się uzupełniały.

II. MULTI FUNCTION – PROTECTOR – CHARAKTERYSTYKA NOWEGO RODZAJU ZABEZPIECZENIA

MULTI FUNCTION – PROTECTOR w skrócie MFP jest niezwykle zaawansowanym urządzeniem, które łączy wszystkie omówione zabezpieczenia w jedno kompaktowe urządzenie, ponadto może kontrolować w czasie rzeczywistym jakość energii elektrycznej i informować użytkownika o mierzonych parametrach. Odbywa się to na kilka sposobów poprzez wbudowany wyświetlacz lub dedykowaną aplikację mobilną, co daje nam pełną kontrolę nad jego pracą.



Rys. 1. Zdjęcie MULTI FUNCTION – PROTECTOR [3]

II.1 PARAMETRY MFP

Zabezpieczenie MFP wyposażone jest w kolorowy wyświetlacz, diody sygnalizacyjne oraz cztery przyciski szybkiej obsługi. MFP posiada po dwa zaciski wejściowe i wyjściowe oznaczone L1 oraz N. Napięcie zasilania wynosi od 140 do 300 V AC. Urządzenie zapewnia zabezpieczenia regulowane w zakresach: nadprądowe od 1 do 63 A, różnicowoprądowe od 10 do 99 mA, przed wzrostem napięcia od 225 do 295 V oraz przed spadkiem napięcia od 145 do 215 V. Dla każdego modułu zabezpieczenia MFP można regulować czasy oraz ilość powtórzeń zadziałań. Ciekawym aspektem jest to, że wyłączenie obwodu następuje zarówno na przewodzie fazowym jak i neutralnym.



Rys. 2. Wymiary MFP [3]

II.2 FUNKCJE I MOŻLIWOŚCI MFP

Urządzenie MFP pełni funkcję zabezpieczenia nadprądowego, różnicowoprądowego oraz przełącznika napięciowego. Moduły zabezpieczenia można zaprogramować bezpośrednio w urządzeniu lub wybrane parametry z użyciem aplikacji mobilnej. MFP posiada zdolność wyłączenia obwodu przy dowolnej zaprogramowanej wartości prądu z zakresu od 1 do 63 A. Zaprogramować można również wartość dla modułu zabezpieczenia różnicowoprądowego od 10 do 99 mA, czy też dopuszczalną górną i dolną granicę napięcia sieci. Dla modułu nadprądowego oraz napięciowego można ustawić czas opóźnienia zadziałań w zakresie od 1 do 30 sek. W przypadku modułów nadprądowego i różnicowoprądowego istnieje możliwość ustawienia ilości prób ponownego załączenia po zadziałaniu zabezpieczenia od 0 do 20 razy. Dla każdego modułu z osobna można zaprogramować czas, po jakim automatycznie chroniony obwód ma być ponownie załączony od 1 do 999 sek. Dodatkowo urządzenie mierzy takie parametry jak: napięcie, prąd, prąd upływu, moc, współczynnik mocy $\cos\phi$, częstotliwość oraz zużycie energii elektrycznej. Wartości mierzonych parametrów można odczytać zarówno z poziomu wyświetlacza MFP jak również w aplikacji mobilnej.



Rys. 3. Panel frontowy MFP – wyświetlana wartość a) mocy, b) współczynnika mocy $\cos\phi$ [4, opracowanie własne]

II.3 PROGRAMOWANIE URZĄDZENIA MFP

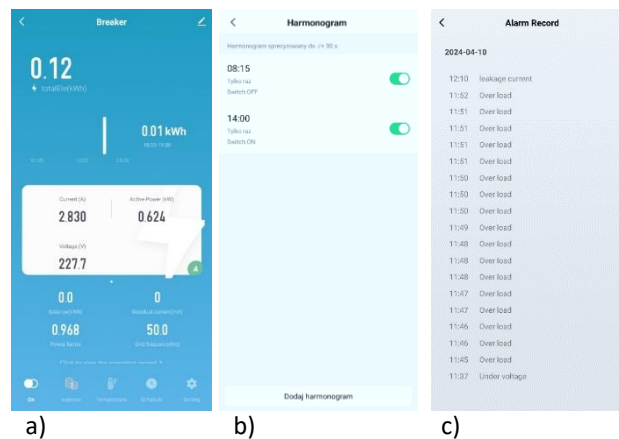
Programowanie urządzenia daje możliwość zaprogramowania parametrów zabezpieczających i dostosowanie ich do indywidualnych potrzeb. Cały proces odbywa się przy pomocy przycisków funkcyjnych, które znajdują się na urządzeniu dają nam to szeroką gamę różnorodnych wartości. Przykładem takich ustawień jest czas przekroczenia zadanej wartości, ilość prób oraz czas ich powtarzania.



Rys. 5. Programowanie MFP – wartość maksymalna napięcia [4, opracowanie własne]

II.4 APLIKACJA MOBILNA

Aplikacja mobilna oferuje użytkownikowi szerokie spektrum informacyjne. Daje możliwość nie tylko zdalnego podglądu stanu urządzenia, zarejestrowanych zdarzeń, włączenia i wyłączenia czy aktualnie panujących parametrów, ale również odczytu wykresów zużycia energii elektrycznej i utworzenie harmonogramu pracy. Jedynym warunkiem działania aplikacji jest, aby urządzenie znajdowało się w zasięgu domowego routera Wi-Fi. Dodatkowo, aby sterować urządzeniem nie jest konieczne bycie w tej samej sieci internetu bezprzewodowego. Daje to możliwość wydawania poleceń dla MFP z niemalże dowolnego miejsca na świecie.



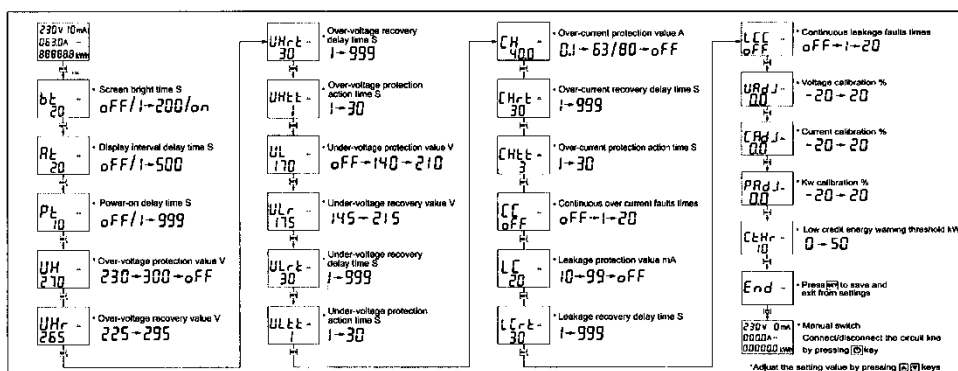
Rys. 6. Aplikacja mobilna a) pomiary w czasie rzeczywistym, b) harmonogram, c) zarejestrowane zdarzenia [4, opracowanie własne]

Urządzenie daje możliwość personalizacji indywidualnych parametrów zabezpieczeń oraz posiada nie zwykle nowoczesne rozwiązania techniczno-informatyczne, które idealnie wpisują się we współczesne pożądanie rozwiązania Smart Home. Dając tym samym użytkownikowi większą kontrolę nad własnym zużyciem energii oraz czułością zabezpieczeń.

III. POMIARY

III.1 POMIARY MODUŁU NADPRĄDOWEGO

Sprawdzenie skuteczności zadziałania modułu nadprądowego zostało wykonane przy 226V napięcia przemiennego zasilającego przy zadanym maksymalnym prądzie 5A. Dla przekroczenia zadanych parametrów zostało wykorzystane regulowane obciążenie o charakterze rezystancyjnym. Po przekroczeniu maksymalnego prądu urządzenie po 5 sekundach rozłączyło zabezpieczany obwód.



Rys. 4. Schemat programowania MFP [5]



Rys. 7. Panel frontowy MFP – przekroczona wartość prądu [4, opracowanie własne]

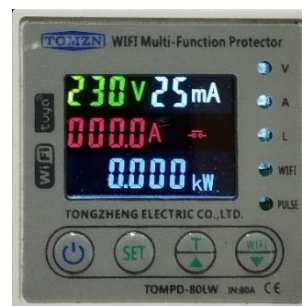
III.2 POMIARY MODUŁU RÓŻNICOWOPRĄDOWEGO

Do sprawdzenia poprawności zadziałania modułu różnicowoprądowego posłużył miernik instalacji elektrycznych SONEL MIE-500. Z wykonanych pomiarów dla ustawionych wartości zadziałania, które odpowiednio stanowią: 10, 20, 30, 40 oraz 90mA otrzymujemy przybliżoną wartość zadziałania $\pm 1\text{mA}$.

Tab. 1. Pomiary modułu różnicowoprądowego w MFP [4, opracowanie własne]

Nastawiona wartość	Czas zadziałania	Prąd zadziałania
[mA]	[ms]	[mA]
10	133	10,9
10	115	9,5
10	117	9,5
10	89	9,5
10	53	10,9
20	110	21
20	181	19,5
20	97	19,5
20	143	19,5
20	147	21
30	154	29,7
30	178	29,7
30	178	29,7
30	130	29,7
30	184	29,7
40	90	41
40	150	41
40	114	36
40	146	41
40	108	36
90	157	89
90	167	89
90	5	89
90	6	89
90	162	89

Ciekawym aspektem jest wyświetlanie wartości prądu upływu na wyświetlaczu urządzenia oraz w aplikacji. Jest to bardzo przydatna funkcja w przypadku, gdy prąd upływu nie przekracza ustawionej wartości zabezpieczenia, zabezpieczenie nie zadziała natomiast użytkownik widząc wartość prądu upływu ma informację o potencjalnej awarii w chronionym obwodzie.



Rys. 8. Panel frontowy MFP – zarejestrowana wartość prądu upływu [4, opracowanie własne]

III.3 POMIARY MODUŁU NAPIĘCIOWEGO

Skuteczność zadziałania modułu napięciowego została wykonana przy użyciu autotransformatora. Próg zadziałania dla zbyt wysokiego napięcia został ustalony na urządzeniu dla wartości 250V, natomiast zbyt niskiego napięcia dla 160V w obu przypadkach zaprogramowany czas zadziałania zabezpieczenia wynosił 5 sekund. Po uzyskaniu podawanego napięcia powyżej zadanej wartości urządzenie poprawnie zareagowało czego skutkiem było rozłączenie chronionego obwodu po ustalonym czasie.



Rys. 9. Panel frontowy MFP – wzrost wartości napięcia [4, opracowanie własne]

Dla podawanego zbyt niskiego napięcia, MFP również zareagowało poprawnie zapewniając tym samym ochronę przed zbyt niskim napięciem.



Rys. 10. Panel frontowy MFP – spadek wartości napięcia [4, opracowanie własne]

III.4 POMIARY OFEROWANE PRZEZ APLIKACJE MOBILNĄ

Aplikacja mobilna umożliwia nie tylko sprawne wyłączenie oraz włączenie urządzenia za pomocą zdalnego sterowania czy też podgląd w czasie rzeczywistym panujących w sieci parametrów, ale tworzy

wykresy roczne, miesięczne i dzienne dla zużycia energii, wartości prądu, napięcia i mocy.



Rys. 11. Obraz z aplikacji mobilnej – wykres a) zużycia energii, b) prądu, c) napięcia, d) mocy [4, opracowanie własne]

Wykonane pomiary potwierdzają zapewnienie producenta urządzenia MFP dotyczące oferowanych funkcji. Wszystkie zadane wartości zapewniły pełną ochronę przed potencjalnym zagrożeniem dla odbiorców energii elektrycznej. Na szczególne uznanie zasługuje natomiast sama aplikacja, która w sposób wzorcowy przedstawia użytkownikowi wszystkie niezbędne dane w sposób szybki i klarowny dodatkowo tworząc oczekiwane wykresy.

IV. ZESTAWIENIE PARAMETRÓW OBECNYCH ZABEZPIECZEŃ Z OMAWIANYM URZĄDZENIEM MULTI FUNCTION – PROTECTOR

IV.1 ZESTAWIENIE MFP Z WYŁĄCZNIKIEM NADPRĄDOWYM

Porównując MFP i klasyczne zabezpieczenie nadprądowe z początku można nie zauważyć pewnych subtelnych, ale jakże pozytywnie ważnych różnic. Na wstępie należy podkreślić, że w MFP można zastosować niestandardową wartość maksymalną prądu poprzez odpowiednie ustawienie w menu kalibracyjnym. Kolejnym

aspektem jest możliwość ustawienia w MFP czasu zadziałania wyłącznika nadprądowego, czasu jego powrotu oraz ilości uruchomień.

IV.2 ZESTAWIENIE MFP Z WYŁĄCZNIKIEM RÓŻNICOWOPRĄDOWYM

Jeśli porównamy ze sobą MFP i klasyczne zabezpieczenie różnicowoprądowe otrzymamy przewagę MFP nad zabezpieczeniem różnicowoprądowym. Podobnie jak w przypadku zabezpieczenia nadprądowego możemy ustawić w menu kalibracyjnym niestandardową wartość prądu upływu. Ponadto MFP daje nam możliwość ustawienia czasu powrotu oraz ilości uruchomień po zadziałaniu zabezpieczenia różnicowoprądowego.

IV.3 ZESTAWIENIE MFP Z OGRANICZNIKIEM PRZEPIĘĆ

Biorąc pod uwagę MFP i klasyczny ogranicznik przepięć możemy zauważyć, że MFP nie posiada zabezpieczenia przed przepięciami. Jednak posiada szereg innych cech takie jak: ustawienie górnej granicy dla nad napięć, ustawienie dolnej granicy dla pod napięć, czasy zadziałania oraz czas powrotu, dzięki, którym jest w stanie zapewnić ponad to co posiada klasyczny aparat zabezpieczeniowy.

Po kompleksowym porównaniu omawianych aparatów zabezpieczeniowych z MFP widzimy dzielące je różnice oraz wspólne cechy. Jednakże MFP dzięki personalizacji parametrów zabezpieczeń oraz zastosowanej w pewnym rodzaju automatyce okazuje się być bardziej uniwersalny w porównaniu do pojedynczych zabezpieczeń.

V. WADY I ZALETY MULTI FUNCTION – PROTECTOR

Zalety MFP

- Posiada podstawowe zabezpieczenia.
- Jest prostym analizatorem jakości energii.
- Posiada dedykowaną aplikację.
- Umożliwia tworzenie harmonogramu.
- Mały rozmiar.
- Dokładność i powtarzalność pomiarów.

Wady MFP

- Na chwilę obecną nie posiada certyfikacji.
- Brak pełnego programowania przez samą aplikację.
- Nie zabezpiecza przed przepięciem.
- Do pełnej funkcjonalności potrzebuje stałego dostępu do sieci bezprzewodowej.
- Dostępny tylko na rynku azjatyckim.

VI. WNIOSKI

Biorąc pod uwagę wszystkie dotychczasowe wykonane pomiary i zakres możliwości MFP możemy stwierdzić, że takie urządzenia mogą w niedalekiej przyszłości stać się codziennością w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia. Spowodowane jest to pewnego rodzaju ewolucją zabezpieczeń jakimi podążają aparaty zabezpieczeniowe. Warto wspomnieć, że taka ewolucja już miała miejsce, która wystąpiła podczas zastępowania bezpieczników topikowych na wyłączniki nadprądowe. Potencjalną przyczyną kolejnych zmian, mogą okazać się

bardziej ekologiczna produkcja, innowacyjne sterowanie, personalizacja parametrów zabezpieczeń, optymalizacja zajmowanej powierzchni czy choćby odnawialne źródła energii, które w większości gospodarstw domowych stanowią panele fotowoltaiczne. Samo urządzenie jest w stanie ochronić instalację elektryczną przed potencjalnymi skutkami nadmiernego podniesienia napięcia w sieci elektroenergetycznej. Ochronę taką zapewni jeden z zainstalowanych w urządzeniu modułów, który zabezpieczy instalację przed przekroczeniem bezpiecznej wartości napięcia. Dobrym przykładem zastosowania MFP jest mała miejscowość, w której większość domów posiada panele fotowoltaiczne w czasie słonecznego dnia w okresie letnim moduły fotowoltaiczne produkują nadmiar energii elektrycznej, której gospodarstwo domowe nie jest w stanie spożytkować. Problemem może być nieuprawnione przeprogramowanie falowników, aby te mogły podwyższyć napięcie w sieci powyżej ustanowionych limitów. Bez dodatkowych zabezpieczeń może to spowodować nawet trwałe uszkodzenie podłączonego sprzętu do obwodów elektrycznych. Tak więc aby zabezpieczyć się przed takimi zjawiskami należy ustawić w MFP limity napięcia górnego. Z kolei, jeśli odbiorca energii elektrycznej znajduje się w dalekiej odległości od stacji transformatorowej w takim przypadku może dojść do odwrotnej sytuacji. Jeśli sieć energetyczna będzie nadmiernie przeciążona mogą występować spadki napięcia, które mogą powodować trwałe uszkodzenie bądź nieprawidłową pracę podłączonych urządzeń do obwodu elektrycznego. Dlatego również ważne jest ustawienie w menu konfiguracyjnym wartości minimalnej napięcia, aby zapobiec tym sytuacją. Dodatkowo indywidualna personalizacja parametrów zabezpieczeń dla wszystkich obsługiwanych parametrów jest bardzo wygodna i pomocna. Dla zaobserwowania istotności tych parametrów posłużmy następujące porównanie. Jeżeli bezpośrednio porównamy wyłącznik nadprądowy i MFP o tych samych nastawionych wartościach, lecz w przypadku MFP nastawimy opóźnienie czasowe i podłączymy do tych urządzeń silnik, którego prąd potrzebny do rozruchu przewyższa nastawione wartości w takim przypadku klasyczny wyłącznik nadprądowy wyłączy zasilanie. Zabezpieczenie MFP zacznie odliczać zadany czas, w którym prąd został przekroczony, ale proces rozruchu silnika przebiegnie bez przeszkód. Nie zapominając o dedykowanej aplikacji, która daje możliwość zdalnego sterowania i zarządzania instalacją elektryczną za pomocą smartfonu co jest bardzo wygodne i pożądane dla użytkownika. Dobrym przykładem tego jest

choćby zdalne załączenie pompy, która podaje wodę do zraszaczy, przy czym można wykorzystać funkcję harmonogramu i zaprogramować dni oraz godziny włączania i wyłączania pompy. Kolejnym przypadkiem wykorzystania aplikacji może być sytuacja, gdy jesteśmy w podróży i chcemy upewnić się czy aby na pewno wyłączyliśmy dane urządzenie właśnie dzięki aplikacji możemy je zdalnie wyłączyć. Podsumowując MFP prezentuje połączenie wszystkich przedstawionych zabezpieczeń w jedno kompaktowe urządzenie zabezpieczające. Z ciekawymi dodatkami, którymi są: prosty analizator jakości energii, tworzenie harmonogramu, podgląd panujących parametrów i wiele więcej innych ciekawych funkcji. Dlatego takiego typu urządzenia mają szansę w przyszłości na zastąpienie obecnie stosowanych aparatów zabezpieczeniowych.

MULTI FUNCTION – PROTECTOR A FUTURE SOLUTION IN THE PROTECTION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

The aim of the article is to present the latest electrical device "MULTI - FUNCTION PROTECTOR" which is being used to protect, control and measure parameters in a single-phase 230V electrical installations. Discussion about currently used protection devices such as fuses, overcurrent circuit breakers, residual current circuit breakers and surge arresters. There will be also a presentation of MULTI FUNCTION – PROTECTOR parameters, functions and possibilities offered to the user. Therefore there will be introduced the process of programming the device and using the mobile application. Measurements of current, residual current and voltage protection in MFP and applications. Summary of MFP parameters with currently used security measures.

Key words: Smart home, electrical installations, protection, measurements, automation.

BIBLIOGRAFIA

- [1] W. Orlik, Badania i pomiary elektroenergetyczne dla praktyków, KaBe, Krosno 2015.
- [2] A. Bielawski, W. Kuźma, Montaż, uruchamianie i konserwacja instalacji, maszyn i urządzeń elektrycznych, WSiP, Warszawa 2017.
- [3] https://a.aliexpress.com/_ExasI0r (dostęp: 20.05.2024).
- [4] K. Gębka, S. Zarzycki, Zabezpieczenia instalacji i urządzeń elektrycznych w układach napędowych, opracowanie własne, Radom 2024.
- [5] Instruction manual MULTI FUNCTION – PROTECTOR.