

# Zabezpieczenia firmy Mikronika serii SO-54SR-xxx do zastosowań w liniach SN (reklozery, stacje SN/nN, rozłączniki napowietrzne, itp.)

Obserwujemy postępującą automatyzację linii średnich napięć. Wychodząc naprzeciw temu trendowi MIKRONIKA opracowała szeroką gamę sterowników, przeznaczonych do nadzoru nad aparatami łączeniowymi instalowanymi w głębi sieci. Sterowniki te występują w wariantach przeznaczonych do współpracy z wyłącznikami oraz rozłącznikami, zarówno w wersjach napowietrznych, jak i wewnętrznych. W artykule omówiono ich budowę, najważniejsze funkcje, rodzaje automatów zabezpieczeniowych oraz typy sensorów służących do pomiaru prądów i napięć. Pokazane zostały również przykładowe realizacje, w których zastosowano omawiane sterowniki.

## Typy sterowników obiektowych instalowanych w głębi sieci SN:

1. rodzina sterowników SO-54SR-1xx: nadzór nad wyłącznikiem (1), pełna automatyka zabezpieczeniowa,
2. rodzina sterowników SO-54SR-3xx/4xx/5xx: nadzór nad rozłącznikami (2), zintegrowane sygnalizatory zwarć, automatyka sekcjonalizująca.

### 1. Sterowniki SO-54SR-1xx (do obsługi wyłączników).

Sterowniki SO-54SR-1xx z funkcjami zabezpieczeniowymi przeznaczone są do kompleksowej obsługi wyłączników, integrując funkcje telemechaniki, automatów zabezpieczeniowych i wielokanałowego rejestratora zakłóceń. Na elewacji czołowej umieszczono wyświetlacz dotykowy, panel konfigurowalnych wskaźników diodowych oraz przyciski lokalnego sterowania wyłącznikiem. Z ty-



Rys. 1. Widok sterownika SO-54SR-1xx

łu obudowy umieszczone są złącza wejść sygnalizacyjnych i pomiarowych, wyjść przekaźnikowych oraz zasilania. W dolnej części obudowy umieszczono złącza komunikacyjne. Widok sterownika przedstawia rys. 1.

Obwody zasilania, sygnalizacyjne i sterownicze wykorzystują standardowo napięcie 24V DC. Poziomy napięć i prądów wejść pomiarowych uzależnione są od typu przetworników zastosowanych na

(1) wyłącznik – realizuje operacje z prądami roboczymi i zwarciowymi (wyposażony w automatykę zabezpieczeniową; reklozery napowietrzne, wyłączniki w stacjach wewnętrznych SN/nn, wyłączniki w polach GPZ).  
 (2) rozłącznik – realizuje operacje z obciążeniem roboczym (max. 630A; napowietrzne, wewnętrzne – rozdzielnice).



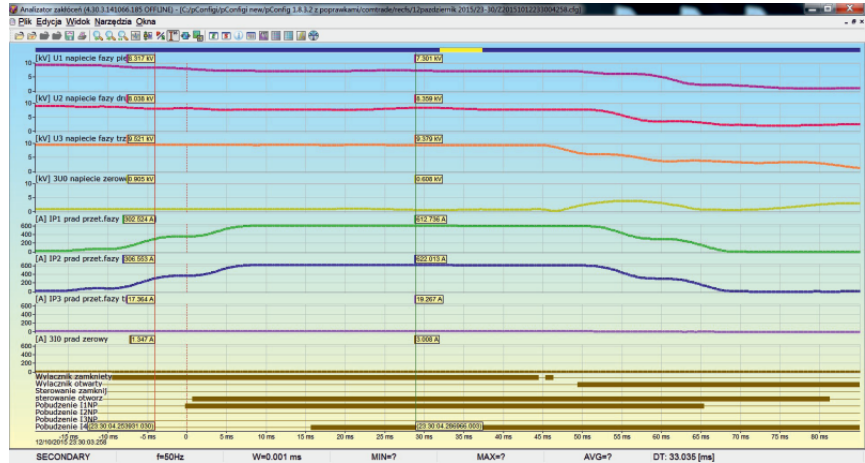
obiekcie. Determinuje to odpowiednie oznaczenie AI (Analog Inputs). Oznaczenia zostaną szczegółowo omówione w punkcie 5. Komunikacja z zabezpieczeniem może odbywać się poprzez interfejsy szeregowo, sieciowe, wbudowany modem LTE lub zewnętrzne modemy/terminale np. TETRA. Do komunikacji z systemem nadrzędnym SCA/DA/DMS wykorzystywane są standardowe protokoły tj. PN-EN 60870-5-101, -103, -104, a także DNP 3.0.

Sterowniki posiadają wbudowane rejestratory: zdarzeń oraz zakłóceń. Rejestrator zdarzeń dostępny jest w formie dziennika na wyświetlaczu dotykowym oraz poprzez dedykowane oprogramowanie inżynierskie - program pConfig. Zdarzenia gromadzone przez rejestrator oraz wysyłane do systemu nadrzędnego cechowane są znacznikiem czasu z rozdzielczością 1ms, co pozwala na wnikliwą analizę pracy punktu wyłącznikowego. Wielokanałowy rejestrator zakłóceń tworzy oscylogramy w zunifikowanym formacie COMTRADE. Przy użyciu dowolnej przeglądarki plików tego formatu można przeprowadzić analizę działania automatów zabezpieczeniowych przy zakłóceniach w linii SN. Rejestracje te gromadzone są na karcie pamięci micro SD, umieszczonej wewnątrz sterownika. Przykładową rejestrację przedstawia rys. 2.

Oprogramowanie inżynierskie pozwala między innymi na wprowadzanie nastaw członów zabezpieczeniowych, modyfikację listy sygnałów i pomiarów przesyłanych do systemu nadrzędnego, przeglądanie rejestracji COMTRADE, odczyt bieżących stanów wyłącznika, wartości pomiarów, tworzenie funkcji logicznych czy też diagnostykę pracy urządzenia. Oprogramowanie inżynierskie umożliwia także aktualizację firmware sterowników, zdalną lub lokalną. Sterownik oferuje szeroki wachlarz dostępnych modułów zabezpieczeniowych: prądowych (nadprądowych, ziemnozwarciowych), admitycyjnych, napięciowych, częstotliwościowych, automatów SPZ, PDZ, B2H, SCO. Szczegóły zawarto w tabelicy.

## 2. Sterowniki SO-54SR-3xx/4xx/5xx (do nadzoru nad rozłącznikami)

Sterowniki automatyki sieciowej serii SO-54SR-3xx/4xx/5xx przeznaczone są do obsługi rozłączników napowietrznych lub zabudowanych



Rys. 2. Przykładowa rejestracja zakłóceń w formacie COMTRADE

Nazwa	Symbol	Kod NSI
Zabezpieczenie nadprądowe zwarciove I stopień	I1>>	50
Zabezpieczenie nadprądowe zwarciove II stopień	I2>>	50
Zabezpieczenie nadprądowe niezależne I stopień	I3>	50
Zabezpieczenie nadprądowe niezależne II stopień	I4>	50
Zabezpieczenie nadprądowe zależne	I5>	51
Zabezpieczenie od asymetrii prądowej		46
Zabezpieczenie podnapięciowe niezależne I stopień	U<<	
Zabezpieczenie podnapięciowe niezależne II stopień	U<	27
Zabezpieczenie podnapięciowe Uo>	Uo>	
Zabezpieczenie nadnapięciowe niezależne UNN	U>	59
Zabezpieczenie nadczęstotliwościowe	f>	81O
Zabezpieczenie podczęstotliwościowe	f<	81U
Zabezpieczenie nadprądowe ziemnozwarciowe I stopień	I <sub>0</sub> >>	
Zabezpieczenie nadprądowe ziemnozwarciowe II stopień	I <sub>0</sub> >	50N
Zabezpieczenie nadprądowe ziemnozwarciowe kierunkowe	I <sub>0K</sub> >	67N
Zabezpieczenie konduktancyjne G0	G <sub>0</sub> >	-
Zabezpieczenie susceptancyjne B0	B <sub>0</sub> >	-
Zabezpieczenie admitancyjne Y0	Y <sub>0</sub> >	-
Samoczynne ponowne załączenie	SPZ	
Przyspieszenie działania zabezpieczenia zwarciovego	PDZ	50HS
Blokada 2-gą harmoniczną	B2H	
Automatyka SPZ po SCO		

Tabela 1. Rodzaje modułów zabezpieczeniowych i automatów sterownika SO-54SR-1xx

w polach liniowych w stacjach wnetrzowych. Urządzenia pełnią rolę automatyki zabezpieczeniowej, realizując funkcje sygnalizatora zwarć lub sekcjonalizera. Integrują funkcje pomiarowe, sterownicze, komunikacyjne, a także rejestratora zdarzeń i załknień.

Sterowniki automatyki sieciowej rodziny SO-54SR-3xx/4xx/5xx są wykonane w zwartej obudowie, przeznaczony do montażu na szynę DIN 35mm. Opcjonalnie istnieje możliwość wykonania obudowy przeznaczony do montażu natablicowego.

Na froncie obudowy umieszczone są wszystkie złącza - sygnalizacyjne, pomiarowe, sterownicze, zasilające, gniazda kart SIM, złącza antenowe, panele diod sygnalizacyjnych, złącza interfejsów szeregowych i sieciowych, a także przyciski testu i kasowania sygnalizacji zwarć.

Do komunikacji z zewnętrznymi urządzeniami mogą być wykorzystywane interfejsy szeregowe lub sieciowe, a także łącze modemowe, wykorzystujące transmisję w technologiach 2G/3G/LTE. Istnieje możliwość podłączenia zewnętrznego modułu komunikacyjnego, np. terminala TETRA poprzez interfejsy szeregowe lub routera AMI poprzez interfejs sieciowy. Do komunikacji z systemem nadrzędnym SCADA/DMS standardowo wykorzystywane są protokoły, tj. PN-EN 60870-5-104, DNP3.0. Opcjonalnie jest możliwa implementacja innych protokołów komunikacyjnych. Zasoby sterownika, a w konsekwencji jego konkretny model, konfiguruje się według potrzeb. Należy zdefiniować liczbę sygnalizatorów zwarć (1-3), liczbę wejść i wyjść dwustanowych (16-64 wejść i 4-16 wyjść), a także typ jednostki centralnej (z zabudowanym modemem lub bez). Przykładowe konfiguracje przedstawiono na rys. 3 i 4. Szczegóły konfiguracji określa klucz produktu.

Obwody zasilania, sygnalizacyjne i sterownicze wykorzystują napięcie 24V DC. Poziomy napięć i prądów wejść pomiarowych uzależnione są od typu przetworników zamontowanych przy rozłączniku. Determinuje to odpowiednie oznaczenie AI (Analog Inputs) - sterownika. Oznaczenia zostaną szczegółowo omówione w punkcie 5.

Dzięki pomiarom prądów i napięć sterowniki serii SO-54SR-3xx/4xx/5xx mają możliwość realizacji automatyki sekcjonalizującej oraz sygnalizacji przepływu prądu zwarciowego. Ste-

rowniki wykrywają zwarcia doziemne oraz międzyfazowe w sieciach SN o różnym sposobie pracy punktu neutralnego, tj. kompensowanych z AWSCz, z punktem neutralnym uziemionym przez rezystor lub z punktem neutralnym izolowanym. Dobierając nastawy członów zabezpieczeniowych należy zdefiniować tryb pracy urządzenia jako sygnalizator zwarć lub sekcjonalizer. W obu trybach, po wykryciu zakłócenia

przez dowolne, nastawione kryterium zabezpieczeniowe, zliczane są cykle automatyki SPZ. Liczba cykli jest konfigurowalna w zakresie od 1 do 3.

Jeżeli urządzenie pracuje jako sekcjonalizer, to podczas zwarć lub doziemień sterownik może wygenerować impuls sterowniczy powodujący otwarcie rozłącznika w wybranej przerwie beznapięciowej cyklu SPZ. Jeśli sterownik pracuje jako sy-



Rys. 3. Widok sterownika SO-54SR-401 z zabudowanym modemem, podwójnym sygnalizatorem zwarć, 32 wejściami dwustanowymi i 8 wyjściami dwustanowymi



Rys. 4. Widok sterownika SO-54SR-524 bez zabudowanego modemu, z potrójnym sygnalizatorem zwarć, 64 wejściami dwustanowymi i 16 wyjściami dwustanowymi; konstrukcja zgodna ze standardem Energa AMI-SG jako element zespołu sterowniczego 2W



gnalizator zwarć, to informacja o zwarciach międzyfazowych i doziemnych przesyłana jest do systemu nadrzędnego po ustaniu automatyki SPZ i wyłączeniu definitywnym linii przez wyłącznik w GPZ lub poprzedzający reklozer. Zapobiega to generowaniu zbędnej sygnalizacji zwarć wyeliminowanych przez automatykę SPZ. Ta funkcjonalność jest szczególnie przydatna przy współpracy sygnalizatorów zwarć z modułem FDIR.

Korzystając z przycisku TEST na elewacji sterownika, można dokonać testu algorytmów zabezpieczeniowych, zakończonego zaświeceniem odpowiednich diod i wysłaniem sygnalizacji przepływu prądu zwarciowego do systemu nadrzędnego. Przycisk KAS umożliwia skasowanie sygnalizacji zwarć, zarówno rzeczywistej, jak i tej wygenerowanej testowo. Te same funkcje można zrealizować poprzez wysłanie odpowiednich sterowań z poziomu systemu dyspozytorskiego.

Zarówno w trybie sygnalizatora, jak i sekcjonalizera, użytkownik ma do wyboru te same funkcje zabezpieczeniowe, konfigurowane w ramach czterech banków nastaw. Kryteria detekcji zwarć zostały zebrane w tablicy 2.

Sterowniki posiadają wbudowane rejestratory: zdarzeń oraz zakłóceń. Rejestrator zdarzeń dostępny jest poprzez dedykowane oprogramowanie inżynierskie - program pCon-

fig. Zdarzenia cechowane są znacznikiem czasu z rozdzielczością 1ms, co pozwala na wnikliwą analizę pracy punktu rozłącznikowego. Wielokanałowy rejestrator zakłóceń tworzy oscylogramy w zunifikowanym formacie COMTRADE. Przy użyciu dowolnej przeglądarki plików tego formatu można przeprowadzić analizę zadziałań automatyk zabezpieczeniowych przy zakłóceniach w linii SN. Rejestracje te gromadzone są na karcie pamięci micro SD, umieszczonej wewnątrz sterownika.

Oprogramowanie inżynierskie pozwala między innymi na wprowadzanie nastaw członów zabezpieczeniowych, modyfikację listy sygnałów i pomiarów przesyłanych do systemu nadrzędnego, przeglądanie rejestracji COMTRADE, odczyt bieżących stanów rozłączników, wartości pomiarów, tworzenie funkcji logicznych czy też diagnostykę pracy urządzenia. Oprogramowanie inżynierskie umożliwia również aktualizację firmware sterowników, zdalną lub lokalną.

Nazwa	Symbol
Zabezpieczenie nadprądowe zwarciowe I stopień	I1>>
Zabezpieczenie nadprądowe zwarciowe II stopień	I2>>
Zabezpieczenie nadprądowe niezależne II stopień	I4>
Zabezpieczenie nadprądowe ziemnozwarciowe	I <sub>0</sub> >
Zabezpieczenie nadprądowe ziemnozwarciowe kierunkowe	I <sub>OK</sub> >
Zabezpieczenie konduktancyjne G <sub>0</sub>	G <sub>0</sub> >
Zabezpieczenie susceptancyjne B <sub>0</sub>	B <sub>0</sub> >
Zabezpieczenie admitancyjne Y <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub> >

Tablica 2. Rodzaje modułów zabezpieczeniowych sterowników SO-54SR-3xx/4xx/5xx



Rys. 6. Rozdzielnica z 1 polem transformatora i 4 polami liniowymi, sterowniki polowe SO-54SR-122 umieszczone w nadbudówkach każdego z pól liniowych



Rys. 7. Widok zespołu sterowniczego SRC-1 do nadzoru nad reklozorem THO-RC27 - sterownik SO-54SR-111-REK-1.4

## Rodzaje przetworników służących do pomiaru prądów i napięć

Sterowniki automatyki sieciowej serii SO-54SR-xxx mogą współpracować z wieloma typami przetworników służących do pomiaru prądów i napięć w linii SN. Mogą być to zarówno przetworniki konwencjonalne, takie jak przekładniki prądowe o stronie wtórnej 1A, przekładniki napięciowe o stronie wtórnej 57,7V, jak i różnego typu sensory – cewki Rogowskiego, dzielniki pojemnościowe, boczniki rezystancyjne itp. Typy sensorów dobiera się ze względu na warunki środowiskowe – łączniki napowietrzne czy też pola rozdzielnic, maksymalne gabaryty, typ głowicy kablowej SN, czy też ze względów ekonomicznych. Wybrany typ sensorów determinuje szczegółowe zasoby sterownika w zakresie wejść analogowych, co przekłada się na odpowiedni oznaczenie AI (Analog Inputs).

Przykładowe oznaczenie AI:

- x2x-AI01 - cewka Rogowskiego 1 mV/A, dzielnik pojemnościowy 33 pF
- x2x-AI80 - cewka Rogowskiego 1,875 mV/A, sensor napięciowy  $(20/\sqrt{3} \div 2/\sqrt{3})V$ ,  $Z = 10M\Omega$
- x2x-AI81 – sensor prądowy 0,75 mV/A, sensor napięciowy  $(20/\sqrt{3} \div 3,25/\sqrt{3})V$ ,  $Z = 200k\Omega$
- x0x-AI08 - przekładnik prądowy xxx A/1A, sensor napięciowy  $(20/\sqrt{3} \div 3,25/\sqrt{3})V$ ,  $Z = 200k\Omega$

### Przykładowe realizacje

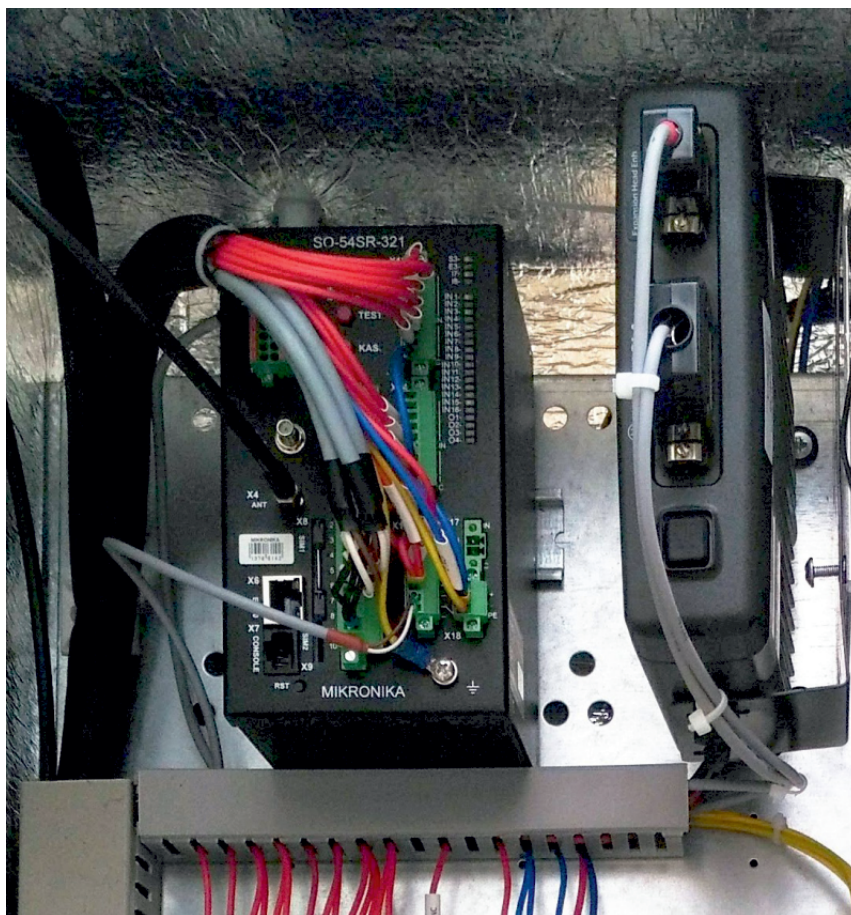
Na rysunkach 6-8 przedstawiono przykłady rzeczywistych realizacji - automatyzacji obiektów na liniach SN, wykorzystujących sterowniki serii SO-54SR-xxx. Sterowniki mogą być zabudowane bezpośrednio w nadbudówce pola liniowego w stacji wewnętrznej lub w osobnej szafie sterowniczej.

### Podsumowanie

Sterowniki automatyki sieciowej SN serii SO-54SR produkcji MIKRONIKA dzielą się na dwie rodziny:

- ⑤ SO-54SR-1xx, przeznaczone do obsługi wyłączników,
- ⑤ SO-54SR-3xx/4xx/5xx, przeznaczone do obsługi rozłączników.

Rodzina sterowników przeznaczonych do obsługi wyłączników ma zaimplementowaną pełną automatykę zabezpieczeniową (działanie na wyłącz, automatyka SPZ, itp.) w oparciu o kryteria nadprądowe, ziemnozwar-



Rys. 8. Szafka nadzoru pojedynczego rozłącznika napowietrznego, wyposażona w sterownik SO-54SR-321 i terminal łączności TETRA

ciowe, częstotliwościowe, napięciowe. Podgląd aktualnych stanów obiektu jest możliwy z poziomu panelu operatorskiego – wskaźniki diodowe, ekran dotykowy.

Rodzina sterowników przeznaczonych do nadzoru nad rozłącznikami ma zaimplementowane algorytmy detekcji zwarć doziemnych i międzyfazowych oraz automatyki sekcjonalizera. Sterowniki te są skalowalne tzn. budowę sterownika determinują požądane funkcje – liczba sygnalizatorów zwarć, liczba wejść sygnalizacyjnych czy wyjść sterowniczych.

Obie rodziny sterowników współpracują z różnymi typami aparatów łączeniowych – zarówno w wersjach napowietrznych, jak i wewnętrznych. W zależności od stosowanych typów sensorów przeznaczonych do pomiaru prądów i napięć dobiera się odpowiednią wersję wejść analogowych (oznaczenie AI). Wszystkie wspomniane sterowniki, oprócz funk-

cji zabezpieczeniowych i telemechaniki, mają funkcje koncentratora danych, konwertera protokołów komunikacyjnych, rejestratora zdarzeń czy też rejestratora zakłóceń (w formacie COMTRADE).

mgr inż. Leszek Wawrzyniak,  
mgr inż. Krzysztof Zaleski,  
Mikronika