

MOŻLIWOŚCI KOMUNIKACYJNE NOWOCZESNYCH WYŁĄCZNIKÓW NISKIEGO NAPIĘCIA

Piotr LEŚNIEWSKI

Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk
tel: (58) 347-14-66 fax: (58) 347-21-36 e-mail: p.lesniewski@ely.pg.gda.pl

Streszczenie: Nowoczesne systemy rozdzielu energii stawiają przed wyłącznikami mocy coraz większe wymagania, przekraczające realizację funkcji ochronnych i zabezpieczeniowych. Z tego względu nowoczesna aparatura łączeniowa niskiego napięcia powinna spełniać wymagania stawiane przez zaawansowane systemy sterowania, uwzględniające przede wszystkim: możliwości komunikacyjne, wsparcie programowe, diagnostykę i możliwości szybkiej archiwizacji zdarzeń.

Słowa kluczowe: wyłączniki mocy, diagnostyka, komunikacja.

1. WIADOMOŚCI WSTĘPNE

Do niedawna zadaniem wyłączników mocy była ochrona instalacji rozdzielczych, przyłączonych za nimi, przed skutkami zwarć i przeciążeń. Niektóre z zalet wyłączników, szczególnie, gdy porównać je z bezpiecznikami, to właściwość rozłączania wszystkich biegunów, możliwości określania przyczyn wyzwolenia, jak również zdolność do zdalnego ponownego załączenia, jeżeli pozwala na to wcześniej wykryte uszkodzenie. Użytkownicy wymagają jednak szeregu funkcji komunikacyjnych pozwalających na szybkie zlokalizowanie miejsca awarii czy szybki odczyt parametrów sieci w dowolnym miejscu budynku czy sieci. Stosowane muszą być inteligentne aparaty, wykorzystujące komunikację za pomocą magistrali przemysłowych, np. Profibus-DP [1], które elastycznie dostosowują się do istniejących układów instalacji.

Właściwa ochrona przed przeciążeniem i zwarciem związana jest m.in. z poprawnym wyborem nastaw bloku zabezpieczeń wyłącznika – charakterystyki prądowo-czasowej wyłącznika. Dla zapewnienia jak najwygodniejszego i jak najłatwiejszego wprowadzania nastaw, zespoły zabezpieczeń elektronicznych, można bezpośrednio połączyć z komputerem. Nastawy bloków zabezpieczeń, kształtowanie charakterystyk wyłączników oraz analiza selektywności niejednokrotnie przysparza użytkownikom wiele trudności. Firmy opracowują aplikacje, w których w łatwy sposób można wykreślać oraz analizować charakterystyki. Musi zostać spełniony jednak jeden podstawowy warunek: aparaty muszą być wykonane w standardzie elektronicznych zabezpieczeń przeciążeniowo-zwarciovych. Takie rozwiązanie udostępnia również funkcje diagnostyczne zabezpieczeń.

Możliwości komunikacyjne nowoczesnych wyłączników niskiego napięcia przedstawiono w oparciu o wyłączniki typu NZM i IZM firmy Moeller [2, 3].

2. Wyłączniki kompaktowe NZM

2.1. Możliwości komunikacyjne

Wyłączniki kompaktowe stosowane są najczęściej jako wyłączniki w polach odpiływowych, spełniając różnego zadania ochronne w instalacjach niskonapięciowych. Stosowane są również w polach zasilających w małych systemach rozdzielczych (do 1600 A). Właściwa ochrona przed zakłóceniami (przeciążenia i zwarcia) związana jest między innymi z poprawnym wyborem nastaw bloku zabezpieczeń (charakterystyk czasowo-prądowych). W tradycyjnych rozwiązaniach z wyzwalaczami elektromagnetycznymi i termobimetalowymi, dobór nastaw może następować tylko lokalnie. Rozwój techniki cyfrowej pozwolił na zaprojektowanie cyfrowych bloków zabezpieczeń z interfejsami komunikacyjnymi.

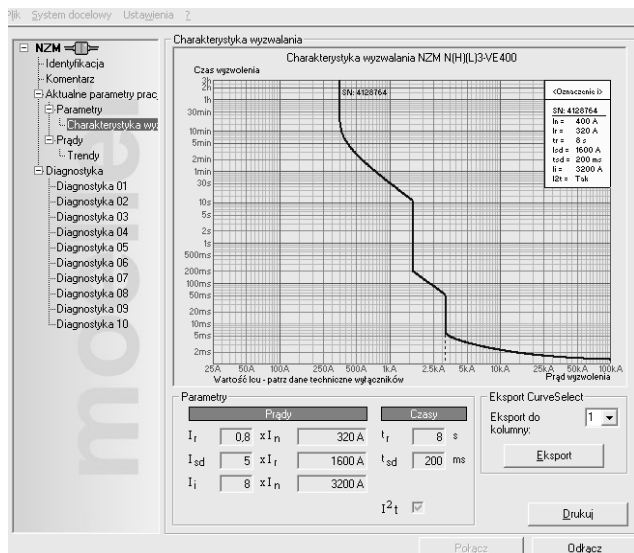
Komunikacja z wyłącznikiem możliwa jest w trojaki sposób:

- wyłącznik podłączony lokalnie do komputera;
- wyłącznik podłączony lokalnie do modułu DMI;
- wyłącznik podłączony poprzez DMI oraz dodatkowy interfejs (np. Profibus) do sieci przemysłowej i sterownika PLC.

W przypadku lokalnego podłączenia do komputera przy użyciu odpowiedniego okablowania sygnałowego i dedykowanego oprogramowania NZM-XPC-Soft możliwe jest między innymi:

- wyświetlenie i ewentualny wydruk rzeczywistej charakterystyki wyłącznika;
- rejestrację wartości prądu płynącego przez wyłącznik.

Zmieniając nastawy poszczególnych bloków zabezpieczeń, można obserwować, w jaki sposób zmiany te wpływają na kształt poszczególnych części charakterystyk wyzwolenia wyłącznika. Widok aktualnej (dla danych nastaw bloku zabezpieczeń) charakterystyki czasowo-prądowej wyzwalaczy wyłącznika przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Charakterystyka czasowo-prądowa wyłącznika NXM

W celu określenia charakterystyki wyłącznika przy danych nastawach bloków zabezpieczeń, nie ma potrzeby analizowania danych katalogowych, gdyż w każdej chwili jest ona dostępna na ekranie komputera i w każdym momencie można ją wydrukować. Wydruk opatrzony jest etykietą określającą: typ i numer seryjny wyłącznika oraz wartości aktualnych nastaw.

Komunikacja wyłącznika z komputerem umożliwia również odczyt aktualnej wartości prądu płynącego przez dany aparat. Wartość prądu można określić w odniesieniu procentowym względem nastawy członu przeciążeniowego lub w jednostkach bezwzględnych (A). Istnieje również możliwość zapisu danych na dysku twardym komputera z minimalnym czasem próbkowania 1 s. W tym trybie dostępne są również 10 ostatnich zdarzeń.

Oprogramowanie do komunikacji NXM-XPC-Soft umożliwia również pracę w trybie symulacyjnym (tryb demo) [4, 5]. Użytkownik łączy się z wirtualnym wyłącznikiem, uzyskując możliwość przetestowania jego działania. W tym trybie istnieje możliwość dokonywania zmian nastaw na wirtualnym bloku zabezpieczeń i obserwować te zmiany na charakterystyce czasowo-prądowej. Istnieje również możliwość wymuszenia wyzwolenia od przeciążenia czy zwarcia, obserwacji prądu płynącego przez wirtualny wyłącznik oraz sprawdzenia historii zdarzeń.

Oprogramowanie NXM-XPC-Soft umożliwia eksport nastaw bloku zabezpieczeń do aplikacji, umożliwiającą wykreślenie charakterystyki czasowo-prądowej. Opcja zapisania charakterystyki jest bardzo przydatną funkcją. Na jednym arkuszu można nanieść rzeczywiste charakterystyki różnych wyłączników a nawet bezpieczników, co ułatwia określenie selektywnej współpracy pomiędzy poszczególnymi aparatami.

2.2. Moduł DMI

Komunikacja wyłącznik NXM – komputer posiada ograniczenia, a najważniejszym z nich jest brak możliwości zdalnego dokonywania nastaw bloków zabezpieczeń. Sytuacja taka nie występuje przy wykorzystaniu modułu interfejsu zarządzania danymi - DMI (Data Management Interface) [6]. Moduł ten pozwala na parametryzację, monitoring oraz sterowanie pracą wyłącznika. W połączeniu z wyłącznikiem dedykowanym do ochrony silników, istnieje

również możliwość implementacji funkcji rozrusznika silnika. Dodatkowo istnieje możliwość zastosowania interfejsów sieci przemysłowych (np. Profibus, CANOpen, Modbus). Takie rozwiązanie umożliwia komunikację nie tylko na poziomie lokalnym, ale również ze sterownikiem PLC, znajdującym się np. w głównej sterowni obiektu. Moduł DMI jest przekaźnikiem programowalnym, którego głównym zadaniem jest zapewnienie niezawodnej komunikacji z wyłącznikiem, bez możliwości programowania operacji logicznych, z wyjątkiem możliwości programowania funkcji rozrusznika silnika.



Rys. 2. Podłączenie modułu DMI –NXM; sterowanie napędem silnikowym oraz wyzwalaczami napięciowymi [7]

DMI posiada rozbudowane menu, umożliwiające zdalną konfigurację i diagnostykę, zarówno wyłącznika jak i samego modułu. Menu można podzielić na dwie podstawowe funkcje: wprowadzanie i wyświetlanie nastaw, diagnostykę, status wyłącznika oraz modułu DMI.

Z poziomu menu „wprowadzanie” możliwe jest zdalne ustawienie parametrów wyzwalacza wyłącznika. Istnieją tu pewne ograniczenia – nadrzędna jest zawsze nastawa na bloku wyzwalacza. Możliwe jest wymuszenie zmiany nastawy przez DMI, jednak tylko w zakresie do rzeczywistej nastawy na bloku wyzwalacza.

Moduł DMI posiada 7 wyjść cyfrowych, którym można przypisać różne funkcje informacyjne, załączające dane wyjście. Informacją taką może być np. wyzwolenie przez prąd zwarcia, przeciążeniowy, temperaturę, asymetrię, itp. Informacja taka może zostać wyświetlona, np. na drzwiach rozdzielni lub wysłana do obsługi.

Z poziomu menu wyświetlania istnieje możliwość wyświetlania nastaw, prądów w poszczególnych fazach, statusu wyjść lub wejść modułu DMI, numeru seryjnego, nastaw wyzwalaczy. Dodatkowo istnieje możliwość zaprogramowania wartości domyślnych wyświetlanych na ekranie DMI.

Bardzo ważną rolę pełni menu „diagnostyka”, w którym przechowywane są informacje diagnostyczne na temat 10 ostatnich zdarzeń z historii działania wyłącznika jak i DMI. Dostępnymi danymi są informacje na temat: alarmów, ostrzeżeń spowodowanych przeciążeniami, wyzwoleniami, itp. Każda informacja zawiera charakterystyczny „stempel czasowy”: datę i godzinę oraz

nastawy parametrów, podczas wystąpienia zdarzenia. Z pozycji tego menu, istnieje możliwość sprawdzenia aktualnych nastaw bloku zabezpieczeń, godziny pracy wyłącznika oraz liczby załączeń.

Z pozycji menu „status NZM” istnieje możliwość odczytania przyczyny wyzwolenia, alarmu (np. przeciążenie, asymetria, itp.), informacji o wyłączniku (typ, numer seryjny). Menu „status DMI” umożliwia sprawdzenie wersji oprogramowania oraz poprawności komunikacji.

Wszelkie nastawy DMI możliwe są zarówno z pozycji modułu (lokalnie) jak i zdalnie, przy pomocy komputera i dedykowanego oprogramowania. W przypadku firmy Moeller jest to ten sam program NZM-XPC-Soft, co do komunikacji wyłącznika z komputerem, wybiera się tylko odpowiedni tryb pracy (NZM lub DMI).

3. Wyłączniki mocy IZM

Aparaty IZM realizują ideę otwartych wyłączników, budowanych na prądy znamionowe od 630 do 6300 A. Wyłączniki mocy IZM są standardowo wyposażone w sterowane mikroprocesorowo wyzwalacze elektroniczne. Do wyboru jest pięć różnych wyzwalaczy, zapewniających optymalne zabezpieczenie: poczynając od zwykłego zabezpieczenia maszyn i urządzeń z wyzwalaczem przeciążeniowym i zwarciovym, aż po wyzwalacz cyfrowy z wyświetlaczem graficznym oraz możliwością tworzenia sieci z selektywnością czasową.

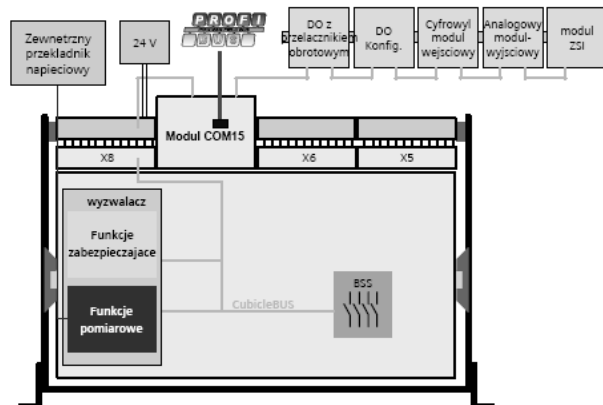
Dzięki właściwościom komunikacyjnym, wyłączniki IZM stwarzają nowe możliwości w dziedzinie optymalnego rozdziału energii. Umożliwiają one przesyłanie wszystkich, istotnych dla eksploatacji, parametrów pracy. W ten sposób uzyskuje się większą przejrzystość instalacji oraz skraca czas reakcji na zaistniałe zakłócenia, jak np. przetężenie, asymetria faz, czy przepięcie. Szybka ingerencja w proces może zapobiec poważniejszym awariom oraz pomóc w planowaniu konserwacji. W ten sposób zwiększa się dyspozycyjność instalacji.

Wyłączniki mocy IZM z wyzwalaczami cyfrowymi są standardowo wyposażone w wewnętrzną magistralę komunikacyjną CubicleBus [8, 9, 10], stwarzającą możliwości rozbudowy wyłącznika o szereg modułów, z których każdy pozwala na realizowania dodatkowych funkcji komunikacyjnych, np. sygnalizacji przeciążenia, zadziałania bloku zabezpieczeń, itp. (rys. 3). Za jej pośrednictwem łączone są wszystkie inteligentne podzespoły wyłącznika IZM. Za pomocą złącza komunikacyjnego informacje z/do inteligentnych podzespołów są przesyłane np. do modułu komunikacyjnego IZM-XCOM [10] siecią PROFIBUS DP. Magistrala PROFIBUS umożliwia uzyskanie pełnej kontroli nad wyłącznikiem w zakresie operacji łączeniowych i parametryzacji wyłącznika. Dzięki wbudowanemu wewnątrz wyłącznika modułowi BSS (czujnik stanu wyłącznika) użytkownik otrzymuje następujące informacje:

- pozycję styków głównych;
- stan pracy styków pomocniczych;
- temperaturę wewnątrz wyłącznika;
- wyzwolenie wyłącznika;
- sygnał gotowości do załączenia.

Dodatkowo, jeżeli wyłącznik wyposażony jest w analizator parametrów energii, można otrzymać wyniki pomiarów – wartości maksymalne i minimalne, ostrzeżenia, itp.

Bez dużych nakładów na oprzewodowanie można połączyć dodatkowe, zewnętrzne moduły rozszerzeń z wyłącznikiem IZM poprzez wewnętrzną magistralę komunikacyjną. W tym celu oferowane są cyfrowe moduły wyjściowe oraz cyfrowe i analogowe moduły wyjściowe.



Rys. 3. Przykład rozbudowanego rozwiązania wewnętrznej magistrali danych wyłącznika IZM [8]

Moduł wyjść cyfrowych występuje w dwóch konfiguracjach: prosty z przełącznikiem obrotowym oraz bardziej zaawansowany, nastawiany poprzez oprogramowanie (parametryzator wyłącznika BDA). Moduły te umożliwiają między innymi:

- odłączenie poszczególnych odbiorów w przypadku wystąpienia przeciążenia;
- wyprowadzenie sygnałów, np. do lampek, o zadziałaniu zabezpieczenia, ostrzeżeniach, itp.; możliwe jest zdefiniowanie do sześciu zdarzeń dla jednego wyjścia.

Moduł wejść cyfrowych umożliwia wybór jednego z dwóch wprowadzonych do pamięci banków nastaw wyzwalacza – dla zasilania podstawowego lub rezerwowego, np. zasilania z sieci elektroenergetycznej i agregatu prądotwórczego (różne parametry zwarciovowe).

Moduł wyjść analogowych umożliwia przetworzenie sygnału cyfrowego, otrzymanego z przekładników prądowych i napięciowych, na sygnał analogowy, który może zostać wykorzystany do np. zasilania wskaźników analogowych na drzwiach rozdzielni, w której zainstalowano wyłącznik.

Jako przykład funkcji komunikacyjnych pomiędzy poszczególnymi wyłącznikami może posłużyć moduł ZSI (selektywności logicznej), który umożliwia skrócenie sterowania selektywnego pomiędzy wyłącznikami IZM [8, 9]. W stosowanych klasycznych rozwiązaniach często można się spotkać z bardzo rozbudowanymi systemami – gdzie istnieje wiele stopni zabezpieczeń. W takich układach bardzo trudno uzyskać poprawne nastawy wyłączników ze względu na selektywność działania. W większości przypadków selektywność naturalna jest niewystarczająca, dodatkowo wydłużają się odstępy czasowe – selektywność czasowa pomiędzy poszczególnymi stopniami zabezpieczeń, co w przypadku zwarcia może spowodować, że szyny czy kable w rozdzielni będą długo narażone na prądy zwarciovowe. Zwłaszcza, gdy okaże się, że zabezpieczenie w pobliżu zwarcia nie jest w stanie wyłączyć danego prądu zwarciovego i cały układ musi czekać na zadziałanie kolejnego stopnia zabezpieczeń. Zainstalowanie modułu ZSI w każdym wyłączniku w systemie spowoduje, że czas wyłączenia bez względu na to, w którym miejscu znajduje się zabezpieczenie zostanie skrócony do około 50 ms (dla

wyłącznika typu IZM). Jeśli wystąpi zwarcie w dowolnym miejscu układu to w ciągu tych 50 ms wyłączniki skomunikują się między sobą i zadziała tylko ten, który jest najbliższy zwarcia; do pozostałych wyłączników zostanie wysłany sygnał blokujący. Korzyści dla użytkownika są następujące:

- zachowana pełna selektywność;
- natychmiastowa identyfikacja miejsca zwarcia;
- w przypadku zwarcia mniejsze uszkodzenia w rozdzielnicach;
- krótszy czas palenia się łuku

Wypożyczenie wyłącznika IZM w moduł BDA (Breaker Data Adapter) pozwala na realizację funkcji komunikacyjnych takich samych jak w sieci Profibus, tylko na platformie internetowej [10]. BDA występuje w dwóch rozwiązaniach: dostęp tylko za pomocą komputera oraz przez sieć internetową. Zaletą BDA jest brak dedykowanego oprogramowania – wystarczy przeglądarka internetowa – wymagane oprogramowanie zaimplementowane jest w module BDA. Istnieje również możliwość zaprogramowania funkcji modemu, który może wysyłać obsłudze informacje za pomocą komunikatów SMS.

Wyłącznik IZM rozbudować można o funkcje analizatora parametrów sieci. Rozwiązanie takie umożliwia rejestrację przebiegów prądu i napięcia, co jest szczególnie istotne w szczegółowej diagnostyce zdarzeń, w przypadku awarii, gdy istnieje potrzeba analizy przyczyn powstania zakłóceń.

Dużą zaletą funkcji pomiarowej, dla użytkownika jest to, że poza danymi pomiarowymi (które może uzyskać również z niezależnego analizatora sieciowego) otrzymuje wszystkie informacje o stanie pracy wyłącznika np. załączony, gotowy do załączenia, co daje ogromne możliwości kontroli nad wyłącznikiem.

Dodatkową interesującą cechą wyłączników IZM jest możliwość zastosowania wkładki prądu znamionowego (Rating Plug) [9]. Rozwiązanie to umożliwia zmianę prądu znamionowego wyłącznika na mniejszy. Ma to znaczenie, gdy dany odbiorca w początkowej fazie wykorzystuje tylko część zainstalowanej mocy. Pojawia się wówczas problem z właściwym zadziałaniem zabezpieczenia przeciążeniowego (istnieje możliwość nastawy prądu przeciążeniowego 100A dla wyłącznika o prądzie znamionowym 3200A).

4. WNIOSKI KOŃCOWE

W instalacjach elektrycznych coraz częściej wymaga się stosowania inteligentnych wyłączników mocy, które oprócz funkcji zabezpieczeniowych, umożliwiają komunikację i diagnostykę z wykorzystaniem przemysłowych magistral danych, np. sieci ROFIBUS.

Stosując inteligentne wyłączniki z możliwościami komunikacyjnymi można bardzo szybko określić przyczyny wystąpienia zakłócenia oraz podjąć środki zaradcze, w celu wyeliminowania podobnych zdarzeń w przyszłości, wykorzystując informacje diagnostyczne.

Duże możliwości zdalnej parametryzacji, szybka reakcja na zdarzenia niebezpieczne, np. przez odłączenie pewnych grup obciążenia, ułatwiają optymalizację systemu sterowania pracą systemu zasilania, redukując znacznie koszty podczas ewentualnych awarii, w przypadku stosowania klasycznych rozwiązań.

5. BIBLIOGRAFIA

1. PROFIBUS – Technologie i Aplikacje – opis systemu - <http://www.profibus.com>.
2. Wyłączniki mocy NZM1, 2, 3, 4 do 2000 A, HPL0211-2007/2008, www.moeller.pl.
3. Wyłączniki mocy IZM, rozłączniki mocy IN do 6300 A, <http://catalog.moeller.net>.
4. NZM-XPC-Soft NZM Diagnostics and DMI Configuration – user manual, 09/05 AWB1230-1459GB.
5. NZM-XPC-DTM Device specific DTM for NZM, 06/04 AWB277-1547GB, www.moeller.net.
6. Circuit-breaker Communication System, 11/04 AWB1230-1441GB, www.moeller.net.
7. Ciborski K.: Komunikacja z wyłącznikami NZM firmy Moeller – moduł DMI, Elektroinstalator 9/08.
8. Katalog wyłączników SENTRON WL oraz możliwości komunikacyjne. Wydanie: 04/2005, www.siemens.pl
9. Circuit-breaker IZM – Operational manual 08/07 AWB1230-1407GB, www.moeller.net.
10. Leistungsschalter IZM Kommunikation – Bedienungshandbuch 02/07 AWB1230-1465D, www.moeller.net.

THE COMMUNICATION CAPABILITY OF MODERN LV CIRCUIT-BREAKER

Keywords: circuit breaker, diagnostic, communication capability.

Modern power distribution systems demand from circuit breaker more and more complex functions going beyond simple protection. Therefore, modern LV switchgear must comply with new expectation defined by control systems concerning communication, ability of programming, monitoring, recording of events, etc.