



Politechnika Lubelska
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Katedra Urządzeń Elektrycznych i TWN
20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38A
www.kueitwn.pollub.pl

Laboratorium Aparatury Łączeniowej

Ćwiczenie nr 8

Badanie selektywności wyłączników niskiego napięcia

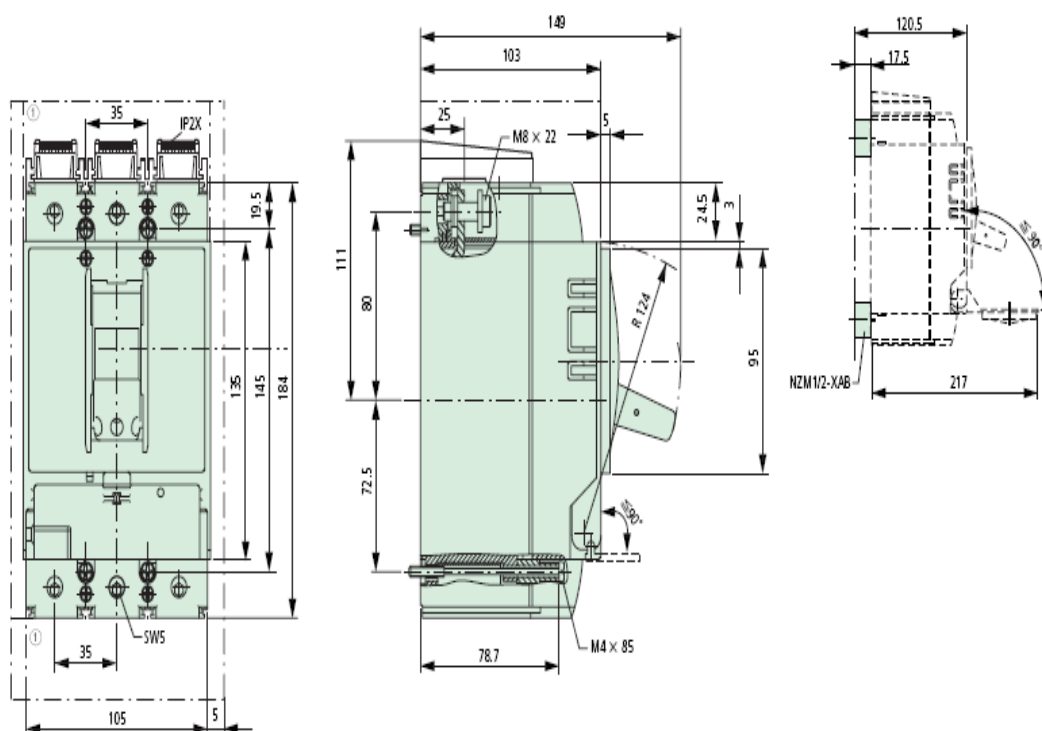
Lublin 2013

1. Cel ćwiczenia

Celem pracy jest przybliżenie budowy i zasady działania wyłączników niskiego napięcia oraz aplikacji wspomagających ich dobór. Wyjaśnienie zasad i warunków, które towarzyszą projektantowi dobierającemu nastawy aparatów elektrycznych przy równoczesnym zachowaniu wybiórczości działania. Wykonanie obliczeń i badań oraz przeanalizowanie otrzymanych wyników.

2. Wstęp teoretyczny

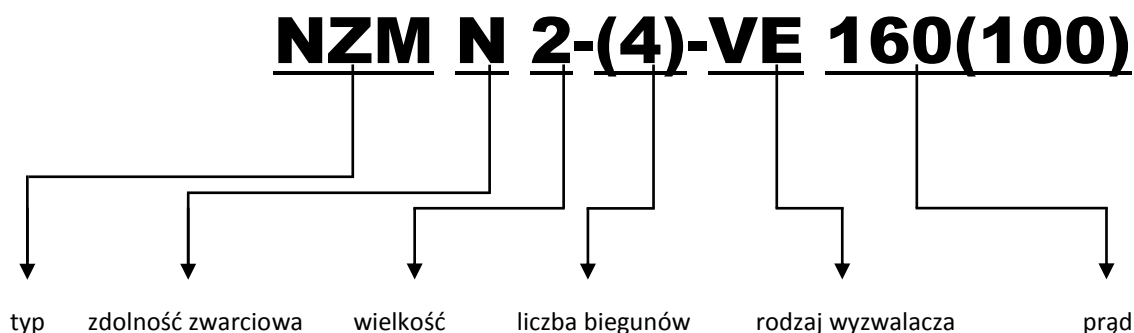
Wyłączniki kompaktowe NZM o prądach znamionowych od 20 do 1600 A służą do zabezpieczania obwodów przed skutkami przeciążeń i zwarć. Pod względem funkcjonalności mogą być wykorzystywane jako zasilające, odpływowe oraz sprzęgłowe. Różnorodność wykonania umożliwia użycie ich do zabezpieczeń instalacji, silników, generatorów czy transformatorów. Cztery wielkości kompaktowe, wersje 3- i 4- biegunowe, zdolność zwarciorowa do 150 kA w połączeniu z nowoczesną konstrukcją, małymi wymiarami i prostotą montażu osprzętu umożliwia pracę w trudnych warunkach. Wyłączniki i rozłączniki projektowane są w taki sposób, aby przy temperaturze otoczenia dochodzącej do 50°C nie występowało obniżenie wartości znamionowego prądu pracy.



Rys. 1 Wymiary charakteryzujące wyłączniki NZMN2

Omawiane wyłączniki kompaktowe NZM są zwykle najważniejszymi urządzeniami łączeniowymi i ochronnymi w obszarze rozdziału energii elektrycznej.

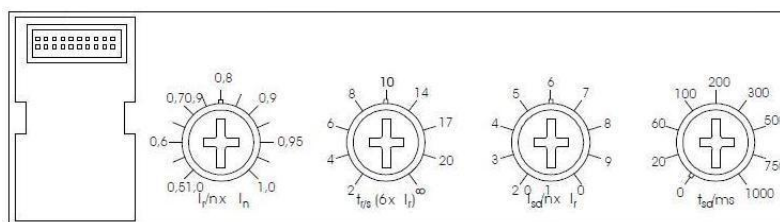
Wymagania jakie stoją przed zabezpieczeniami sieci są bardzo zróżnicowane, żeby móc zapewnić ochronę dla różnego typu odbiorców istnieje cała rodzina wyłączników kompaktowych NZM, a każdy wyłącznik posiada oznaczenie z którego możemy odczytać jakimi dokładnie parametrami charakteryzuje się dany wyłącznik.



Wyłączniki typu NZM przeznaczone są do zastosowań w przemyśle, charakteryzują się zwiększoną dwukrotnie trwałością mechaniczną i elektryczną, wytrzymujący do 20000 cykli łążeń.

- zdolności łączeniowej I_{cs} do 50 kA przy napięciu 415V 50/60Hz.
- Wielkości gabarytowej „2” o wymiarach szer. x wys. x gł. -105x184x149mm.
- Liczbie biegunów 3 (brak symbolu).

W ćwiczeniu wykorzystujemy wyłączniki o prądach znamionowych, odpowiednio 100A oraz 160A. Wartości tego prądu mają decydujący wpływ na nastawy prądów wyzwalacza, ponieważ są one iloczynem prądu I_n . Dzięki możliwości dokonywania zmian prądów i czasów wyzwolenia otrzymujemy pełną elastyczność kształtowania charakterystyki przeciążeniowo-zwarciowej. Dzięki wyzwalaczowi elektronicznemu (na rysunku 2 przedstawiony jest widok panelu) oraz złącza komunikacyjnego mamy możliwość dokonywania własnych nastaw, tak aby dobrać optymalną charakterystykę, dla potrzeb zabezpieczanego odbiornika. Dzięki złącza komunikacyjnego mamy możliwość podłączenia wyłącznika do komputera PC lub modułu.



Rys. 2 Widok wyzwalacza elektronicznego selektywnego NZMN2

Wyłączniki z wyzwalaczami elektronicznymi posiadają bardzo rozbudowane możliwości komunikacyjne. Komunikacja ta jest realizowana poprzez:

- czasowe sprzężenie wyłącznika z laptopem lub komputerem klasy PC;
- trwałe sprzężenie wyłącznika z zewnętrznym interfejsem zarządzania danymi DMI;
- sprzężenie wyłącznika z systemem magistrali do zdalnego komunikowania.

Selektywność działania zabezpieczeń to taki dobór zabezpieczeń, który w razie uszkodzenia jednego z obwodów instalacji powoduje, że zadziała tylko zabezpieczenie znajdujące się najbliżej miejsca uszkodzenia w kierunku źródła zasilania. Takie zadziałanie zabezpieczeń pozwoli wyłączyć tylko ten obwód, w którym nastąpiła usterka, zachowując ciągłość zasilania obwodów nieuszkodzonych.

Selektywność zabezpieczeń możemy podzielić na dwie grupy, a ma to związek z charakterystykami czasowo-prądowymi:

- selektywność całkowita (pełna),
- selektywność częściowa.

W instalacjach elektrycznych spotykane są następujące układy zabezpieczeń:

- bezpiecznik-bezpiecznik
- wyłącznik-bezpiecznik
- wyłącznik-wyłącznik

Selektywność całkowita

Występuje, w takim układzie zabezpieczeń, w którym podczas zakłóceń, bez względu na wartość prądu zakłócenieniowego i czas jego trwania, wyłączeniu ulegnie tylko obwód znajdujący się w danej chwili pod wpływem zakłócenia i zadziała wyłącznik znajdujący się najbliżej punktu zakłócenia. Charakterystyki czasowo-prądowe nie

przecinają się i nie mają punktów wspólnych, oraz zachowany jest pewien margines czasowy pomiędzy charakterystykami, $\Delta t \leq 100 \text{ ms}$.

Selektywność częściowa

Selektywnością częściową nazywa się taki układ zabezpieczeń, w którym podczas zakłócenia jest zachowana selektywność wyłączników tylko w pewnym przedziale wartości impulsu zakłóceniewego. W przypadku prądu zakłóceniewego o małej wartości zadziała tylko zabezpieczenie znajdujące się najbliżej źródła zakłóceń, ale gdy prąd zwarcia przekroczy pewną wartość zadziałają również inne zabezpieczenia.

Brak selektywności

Występuje, gdy każde charakterystyki czasowo – prądowe wyłączników W1 i W2 pokrywają się, lub charakterystyka W2 znajduje się nad charakterystyką W1. Skutkuje to wyłączeniem całej instalacji, a nie tylko uszkodzonej części.

Dobór nastaw pod względem selektywności

Odpowiednie dobranie zabezpieczeń, połączonych szeregowo, nie gwarantuje zachowania selektywności instalacji elektrycznej. Konieczne jest odpowiedni dobór wyzwalaczy nadprądowych wyłącznika.

Dzięki możliwości nastaw odpowiednich parametrów wyłączników kompaktowych, jesteśmy w stanie dobrać je tak aby układ działał wybiórczo. Niestety dla najwyższych prądów nie jesteśmy w stanie zapewnić pełnej selektywności mając do dyspozycji nawet wyłączniki z wyzwalaczem elektronicznym który umożliwia nam szereg nastaw charakterystyki wyzwolenia.

Zmianę kształtu charakterystyki czasowo-prądowej umożliwiają nam nastawy:

- Nastawa części przeciążeniowej I_r
- Nastawa czasowa części przeciążeniowej t_r
- Nastawa prądu zwarcia krótkozwłocznego I_{sd}
- Nastawa czasowa krótkozwłoczna t_{sd}
- Nastawa prądu zwarcia bezzwłocznego

Pomocne wzory i zależności przy dobieraniu nastaw:

- moc zwarciovą:

$$S_{kQ}'' = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_k'' = \frac{c_{\max} \cdot U_n^2}{Z_{kQ}}$$

gdzie:

S_{kQ}'' - moc zwarciova systemu elektroenergetycznego w charakterystycznym punkcie sieci elektroenergetycznej, w [MVA],

Z_{kQ} - impedancja zastępcza systemu elektroenergetycznego, w [Ω]

U_n - znamionowe napięcie w miejscu zwarcia, w [kV].

- prąd obciążenia odbiorników trójfazowych:

$$I_B = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_n}$$

gdzie:

I_B - obliczeniowy prąd obciążenia przewodu lub kabla, w [A],

U_n - napięcie międzyfazowe, w [V]

$\cos \varphi$ - współczynnik mocy, w [-]

S - moc pozorna obciążenia przewodu lub kabla, w [kVA]

P - moc czynna obciążenia przewodu lub kabla, w [kW].

Dobór zabezpieczenia od przeciążenia:

$$\begin{cases} I_B \leq I_n \leq I_Z \\ I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \\ I_2 = k_2 \cdot I_n \end{cases}$$

gdzie:

I_n - prąd znamionowy lub prąd nastawienia zabezpieczenia przewodu, w [A],

I_Z - wymagana minimalna długotrwała obciążalność prądowa przewodu, w [A],

I_2 - wartość prądu obciążenia powodująca zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w określonym umownym czasie, w [A],

k_2 - współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w określonym umownym czasie, przyjmowany: dla wyłączników nadprądowych 1,45; dla przekładników termobimetalowych 1,2.

Moeller Curve Select V1.07

Program jest nakładką Excela umożliwiającą wykreślanie charakterystyk następujących wyłączników firmy Eaton Meller:

- kompaktowych NZM,
- wyłączników mocy IZM,
- wyłączników silnikowych PKZ,
- przekaźników przeciążeniowych ZB,
- bezpieczników mocy niskiego napięcia.

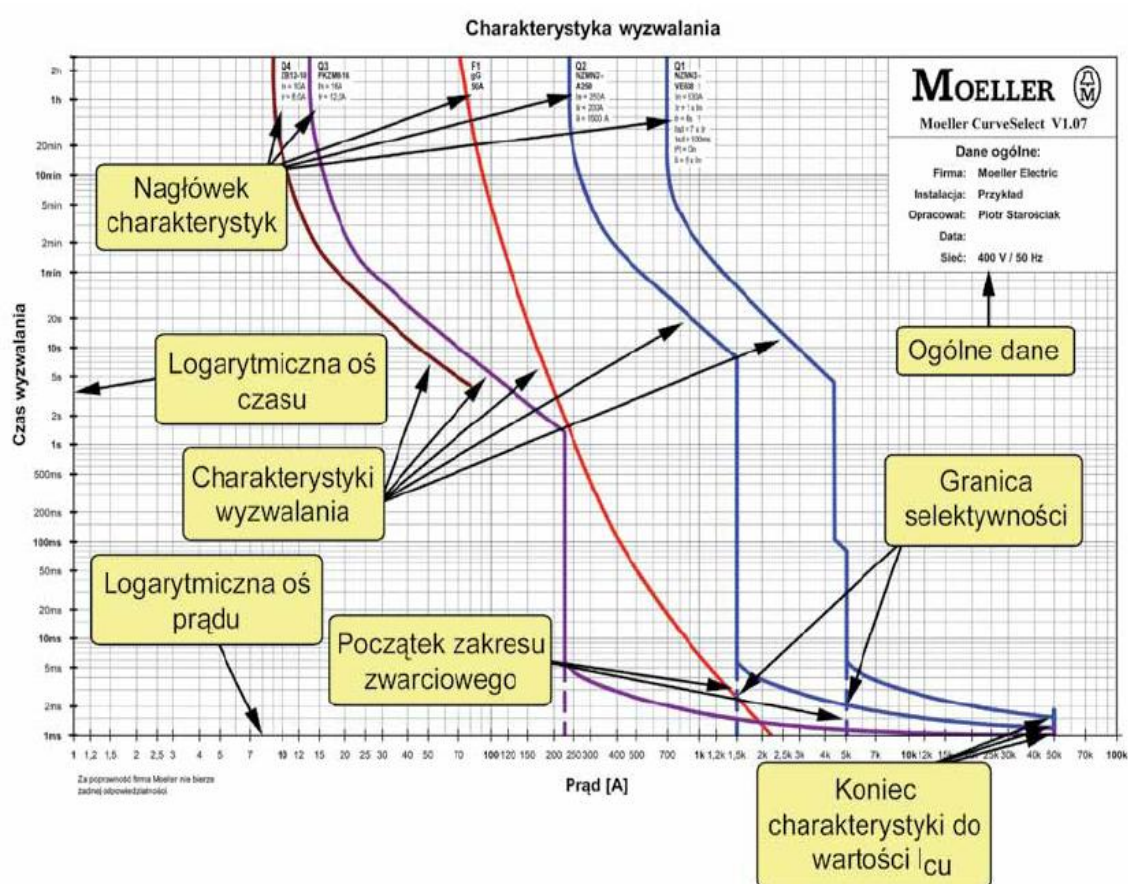
Program rysuje charakterystyki przy wybranych przez użytkownika parametrach nastaw bloków zabezpieczeń, oraz określonej częstotliwości i napięciu sieci zasilającej. Można w ten sposób sprawdzić selektywność oraz udokumentować ten fakt. Program pomaga w doborze nastaw poprzez wyświetlanie granicznych wartości i informowanie o błędach wynikłych ze źle dobranej wartości.

The screenshot shows the 'Moeller Curve Select V1.07' Excel spreadsheet. It is divided into two main sections for two circuit breakers, W1 and W2. The top section, 'Maski wejściowe NZM2', contains input fields for 'Dane wyłącznika 1' and 'Dane wyłącznika 2'. Below this, there are tables for 'Zakres danych wejściowych' (Input data range) and 'Wybrane nastawy' (Selected settings). The 'Zakres danych wejściowych' table includes fields for 'Nazwa' (Name), 'Wł. znam.' (Rated current), 'I_n' (Rated current), 'I_{tr}' (Trip current), 'I_{sd}' (Short-circuit current), 'I_{sc}' (Short-circuit current), 'U_n' (Nominal voltage), 'U_e' (Rated voltage), 'I_{cu}' (Ultimate breaking capacity), and 'I_{cs}' (Short-circuit capacity). The 'Wybrane nastawy' table includes fields for 'I_n' (Rated current), 'I_{tr}' (Trip current), 'I_{sd}' (Short-circuit current), 'I_{sc}' (Short-circuit capacity), 'U_n' (Nominal voltage), 'U_e' (Rated voltage), 'I_{cu}' (Ultimate breaking capacity), and 'I_{cs}' (Short-circuit capacity). The bottom section, 'Zakres danych wyjściowych' (Output data range), contains fields for 'Nazwa' (Name), 'Wł. znam.' (Rated current), 'I_n' (Rated current), 'I_{tr}' (Trip current), 'I_{sd}' (Short-circuit current), 'I_{sc}' (Short-circuit capacity), 'U_n' (Nominal voltage), 'U_e' (Rated voltage), 'I_{cu}' (Ultimate breaking capacity), and 'I_{cs}' (Short-circuit capacity). The spreadsheet also includes a 'Wyswietlenie do maksymalnych zdolności łączeniowych' (Display to maximum connection capacity) section and a 'Wyswietlenie wartości nastaw w jednostkach bezwzględnych' (Display of setting values in absolute units) section. The bottom of the spreadsheet shows a list of circuit breaker types: NZM1, NZM2, NZM3, NZM4, NZM7, NZM10, NZM12, NZM14, IZM1, IZM2, IZM3, IZM32, PKZ, ZB, MCB, FSC, MCB, Fuses, H, and NLM.

Rys. 3 Maski wejściowe

Wprowadzanie danych i analizę wyłącznika rozpoczyna się od wprowadzenia odpowiednich wartości w zakładce „**General**”. Najważniejszymi wartościami, bez których nie będzie możliwe wykreślenie charakterystyk są **częstotliwość i napięcie sieci**. Kolejny etap, czyli wybór typu wyłącznika sprowadza się do wybrania odpowiedniej zakładki w dolnym pasku programu. Po wyborze zakładki wyświetlony zostanie szablon do którego należy wpisać odpowiednie wartości wyłączników. W zależności od typu wyłącznika, mogą to być 2 lub 3 maski danych wejściowych. Przykład wprowadzania danych wejściowych do maski przedstawia rysunek 3.

Dane należy wprowadzać od góry do dołu szablonu zaczynając od symbolu wyłącznika. Wprowadzane poprawnie parametry bloków zabezpieczeń są automatycznie wykreślane na charakterystyce, którą możemy na bieżąco analizować przechodząc do zakładki „**Kennlinien > Curves**”. Przykład sposobu obrazowania charakterystyk czasowo- prądowych przedstawia rysunek 4.



Rys. 4 Wykreślanie charakterystyk w programie Moeller CurveSelect V1.07

Osie wykresu przedstawione są w skali logarytmicznej w podziałce pięć dekad dla osi prądu (1A do 100kA) i siedem dekad dla czasu (1ms do 2h). Osie czasu oraz prądu są w jednostkach bezwzględnych. Wykres nie uwzględnia tolerancji zakresów nastaw. Zakres graniczny elektrodynamiki jest zaznaczony na wykresie za pomocą pionowej kreski, jako wartość reakcji członu zwarciovego bezzwłocznego. Prąd, napięcie i przesunięcie fazowe decydują o całkowitym czasie otwarcia, który jest złożony z opóźnionej reakcji, opóźnieniem łączeniowym i czasem gaszenia łuku - nie jest to uwzględnione na wyświetlanych charakterystykach, dzięki funkcji ograniczania prądu przez wyłącznik wynikającej z efektu elektrodynamiki urządzenia gaszącego łuk.

Dodatkową funkcją programu jest możliwość wykreślania charakterystyk prądu rozruchowego silników asynchronicznych od 0,05 kW do 1000 kW. Należy w takim przypadku określić znamionową moc silnika, liczbę biegunów, średnie obciążenie przy pracy znamionowej oraz szacowany czas rozruchu. Dokładność charakterystyk można zwiększyć poprzez podanie takich parametrów, jak prąd znamionowy, współczynnik mocy, sprawność oraz prąd rozruchowy.

Program domyślnie ma puste pola wyboru, określające wyłączniki i charakterystyki. Wypełnione konfiguracje mogą zostać zapisane w celu wykorzystania w przyszłości. Przy zapisywaniu wybranych charakterystyk należy zmieniać nazwy plików, natomiast ich wydruk jest możliwy dzięki funkcji „**Drukuj**” z menu Excel-a po uprzednim wybraniu zakładki „**Kennlinien** <> **Curves**”. Charakterystyki wyzwalań mogą być również kopiowane i przenoszone do innych programów. Program jest darmowy i ogólnodostępny na stronie producenta.

1. Opis stanowiska laboratoryjnego

Stanowisko laboratoryjne powstało z dwóch samodzielnie istniejących już stanowisk w formie tablic pomiarowych oraz wymuszałnika prądu WPu-4000. Najistotniejszymi elementami obu tablic są wyłączniki NZMN2-VE100 oraz NZMN2-VE160, których selektywność jest badana.

Do budowy pierwszej tablicy wykorzystane zostały:

- Wyłącznik kompaktowy NZMN2-VE160 z wyzwaczem wzrostowym NZM2/3-XA208-250AC/DC,
- napęd zdalny NZM2-XRD208-240AC,
- styki pomocnicze M22-K10 i M22-K01,
- rozłącznik trójfazowy RA-160 firmy Apator.

Do budowy drugiej tablicy wykorzystane zostały:

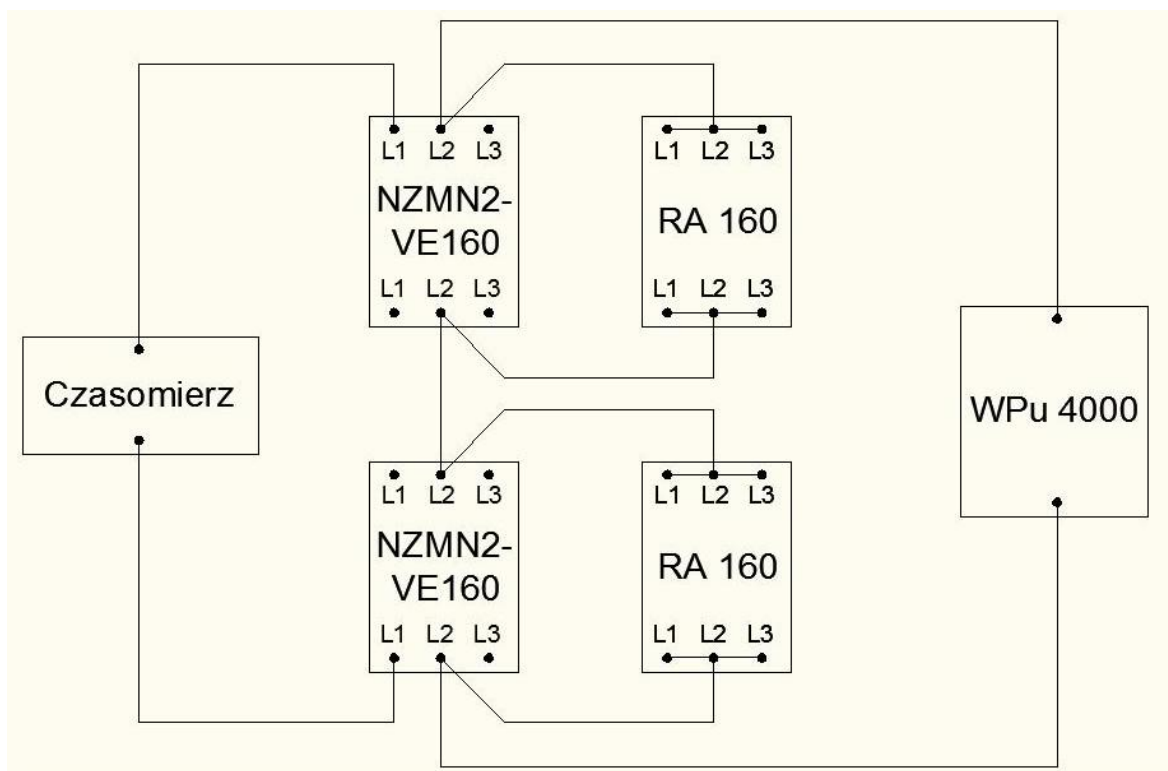
- wyłącznik kompaktowy NZMN2-VE100 z napędem zdalnym NZM2-XRD208-240AC,
- styki pomocnicze M22-K10 i M22-K01,
- rozłącznik trójfazowy RA-160 firmy Apator.

Stanowiska zostały wyposażone w elementy do komunikacji:

- moduł NZM-XDMI612,
- interfejs EASY221-CO z siecią CAN,
- zasilacz EASY400-POW,
- panel operatorski XV-230-57CNN-1-10,
- moduł NZM-XPC.

Połączenie dwóch stanowisk do diagnozowania i do badania wyłączników sieciowych z wymuszalnikiem tworzy stanowisko laboratoryjne przeznaczone do badania selektywności działania wyłączników w układach rozdziału energii elektrycznej nN.

Widok połączonego stanowiska laboratoryjnego w skład którego wchodzi wyłączniki NZMN2-VE100, NZMN2-VE160 (rys. 5) oraz wymuszalnik prądu WPu-4000 (rys. 4), przedstawia rysunki 4 oraz 5. Schemat układu pomiarowego, połączenia elektrycznego poszczególnych elementów stanowiska przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Schemat pomiarowy stanowiska do badania selektywność działania wyłączników kompaktowych NZM

Oznaczenia:

- **NZMN2-VE160** wyłącznik kompaktowy o prądzie znamionowym 160 A, w stanowisku do diagnozowania wyłączników sieciowych,
- **NZMN2-VE100** wyłącznik kompaktowy o prądzie znamionowym 100 A, w stanowisku do badania wyłączników sieciowych,
- **RA 160** rozłącznik trójfazowy o prądzie znamionowym 160 A, w obu tablicach,
- **czasomierz** jako integralna część wymuszalnika, opcjonalnie możliwość podłączenia zewnętrznego stopera do zacisków panelu pomiarowego,
- **WPU-4000** wymuszalnik prądowy z możliwością generacji do 4000 A.



Rys. 4. Wymuszalnik prądu WPu-4000



Rys. 5. Tablica z wyłącznikiem NZMN2-VE160 (po lewo),
oraz tablica z wyłącznikiem NZMN2-VE100 (po prawo)

3. Część obliczeniowa i komputerowa

Zadanie 1

W projekcie instalacji elektrycznej dla domku jednorodzinnego dobrano następujące zabezpieczenia:

- bezpiecznik topikowy WTN2gG100 chroniący kabel przyłącza zainstalowany w RGnN w stacji transformatorowej 15/0.42 kV, zasilającej linię napowietrzną $4 \times 75 \text{ mm}^2$.
- zabezpieczenie w szafce złączowo-licznikowej : WTN2gG35
- zabezpieczenie rozdzielnic parteru MCB B32

Wykonując odpowiednie obliczenia, oraz przeprowadzając analizę charakterystyk czasowo-prądowych sprawdzić, czy zostanie zachowana selektywność zabezpieczeń w czasie zwarć. W przypadku nie spełnienia warunków selektywności należy zaproponować zabezpieczenia, które umożliwią wybiórcze działanie bezpieczników.

Zadanie 2

W zakładzie produkcyjnym w celu zabezpieczenia instalacji elektrycznej przed przeciążeniami i prądu zainstalowano szeregowo wyłączniki mocy NZMN2-VE100 i NZMN2-VE160.

Dla wyłączników dobrano następujące nastawy:

- a) Wyłącznika NZMN2-VE160, z panelu dotykowego z zakładki NASTAWA,

Nastawa wyłącznika NZMN3-VE160:

prąd przeciążeniowy $I_r = 0,5 I_n (80\text{A})$

czas opóźnienia przeciążenia $t_r = 2 \text{ s}$

prąd zwarciovzy zwłoczny $I_{sd} = 6 I_r (480\text{A})$

czas zwłoki $t_{sd} = 20 \text{ ms}$

- b) Wyłącznika NZMN3-VE100, z panelu wyzwalacza na wyłączniku,

Nastawa wyłącznika NZMN3-VE100:

prąd przeciążeniowy $I_r = 0,5 I_n$ (50A)

czas opóźnienia przeciążenia $t_r = 14$ s

prąd zwarciovzy zwłoczny $I_{sd} = 6I_r$ (200A)

czas zwłoki $t_{sd} = 100$ ms

W programie Moeller CurveSelect należy sprawdzić poprawność dobranych nastaw, przeprowadzając analizę charakterystyk czasowo-prądowych. W przypadku błędnie dobranych wartości zaproponować nowe wiedząc, że wyłącznik główny (W1) zabezpiecza odbiorniki o mocy znamionowej 67kW, a wyłącznik W2 odbiornik o mocy 40kW. Wybór nastaw poprzedź i uzasadnij obliczeniami.

Wskazówka: Obliczenia wykonać dla sieci trójfazowej.

4. Część pomiarowa:

Zadanie 3

Przeprowadzanie pomiarów na stanowisku pomiarowym.

Sprawdzanie selektywności wyłączników należy przeprowadzić postępując kolejno:

- 1) zapoznać się ze stanowiskiem: rodzaj urządzeń, układ połączeń, poprawność połączeń, rodzaj i zakres regulacji nastaw,
- 2) dokonać nastaw poszczególnych członów zgodnie z wynikami obliczeń z Zadania 2.
- 3) ustawić wyłączniki w pozycji wyłączonym „OFF”,
- 4) rozłączniki przy obu wyłącznikach w pozycji „NASTAWA”,
- 5) przyciskiem „ZAŁ/WYŁ” uruchomić wymuszalnik,
- 6) przyciskiem „NAS/REG” wybrać opcję „nastawa” co zasygnalizowane zostanie zapaleniem się diody „N” na panelu „NASTAWA”,
- 7) przyciskiem „A/R” wybrać tryb „praca automatyczna” – zapali się dioda „A”,

- 8) za pomocą „↓” oraz „↑” nastawić żadaną wartość prądu widoczną na wyświetlaczu cyfrowym „**NASTAWA**”,
- 9) sprawdzić pozycje wyłącznika-„**OFF**” i rozłącznika-„**NASTAWA**”,
- 10) pomiary wykonać dla następujących wartości prądów roboczych:
200 A, 400 A, 600 A, 800 A, 1000 A, 1200 A,
- 11) przyciskiem sterującym „**START/STOP**” uruchomić przepływ prądu przez rozłącznik co sygnalizowane jest zapaleniem się diody „**PRACA**” ;
na wyświetlaczu cyfrowym „**I1/U**” zaczekać na przybliżoną stabilizację prądu do zadanej uprzednio wartości po czym niezwłocznie nacisnąć przycisk „**START/STOP**” i sprawdzić czy dioda „**PRACA**” zgasła,

Nastawę prądów na wymuszalniku opisanych wyżej, należy wykonać jak najszybciej – nie dłużej niż 5 sekund, ze względu na duże wartości prądów co wiąże się z szybkim nagrzewaniem obwodu.

- 12) po upewnieniu się że prąd nie jest generowany do obwodu pomiarowego zerujemy stoper naciskając przycisk „**STOP↓**” oraz dwa razy przycisk „**P**”;
czasomierz powinien pracować w trybie pracy „**P1**”,
- 13) przyciskiem „**A/R**” wybrać tryb „**praca ręczna**” – zapali się dioda „**R**”,
- 14) przyciskiem „**NAS/REG**” wybrać opcję „**regulacja**” co zasygnalizowane zostanie zgaśnięciem diody „**N**” na panelu „**NASTAWA**”,
- 15) rozłączniki ustawić w pozycji „**POMIAR**”,
- 16) wyłączniki natomiast ustawić w pozycji „**ON**” (menu STAN WYŁĄCZNIKA, nacisnąć ON)
- 17) przyciskiem sterującym „**START/STOP**” uruchomić przepływ prądu przez wyłącznik co sygnalizowane jest zapaleniem się diody „**PRACA**”,
- 18) po wyzwoleniu wyłącznika niezwłocznie nacisnąć przycisk „**START/STOP**” i sprawdzić czy dioda „**PRACA**” zgasła, a następnie odczytać i zapisać wartości prądu i czasu,
- 19) wyłączyć wymuszalnik przyciskiem „**ZAŁ/WYŁ**” i odczekać około 5 minut do następnego pomiaru w celu obniżenia się temperatury elementów,
- 20) powtórzyć kolejno powyższe czynności dla wszystkich wartości prądów z punktu 10.

Zadanie 4

Postępując zgodnie z powyższym schematem wykonać pomiary przy nastawach narzuconych uprzednio w Zadaniu 2. Po wykonaniu pomiarów zanotować wnioski.

- a) Wyłącznika NZMN3-VE160, z panelu dotykowego z zakładki NASTAWA,

Nastawa wyłącznika NZMN3-VE160:

prąd przeciążeniowy $I_r = 0,5 I_n$ (80A)

czas opóźnienia przeciążenia $t_r = 2$ s

prąd zwarciovzy zwłoczny $I_{sd} = 6 I_r$ (480A)

czas zwłoki $t_{sd} = 20$ ms

- b) Wyłącznika NZMN3-VE100, z panelu wyzwalacza na wyłączniku,

Nastawa wyłącznika NZMN3-VE100:

prąd przeciążeniowy $I_r = 0,5 I_n$ (50A)

czas opóźnienia przeciążenia $t_r = 14$ s

prąd zwarciovzy zwłoczny $I_{sd} = 6 I_r$ (200A)

czas zwłoki $t_{sd} = 100$ ms

5. Wykonanie sprawozdania

W sprawozdaniu należy zamieścić:

- Obliczenia do zadań z części laboratorium wykonywanej przy komputerze,
- Uzasadnienie wyboru nastaw wyłączników i wartości znamionowych bezpieczników oraz określenie granicy selektywności,
- Charakterystyki czasowo-prądowe do proponowanych oraz wyliczonych nastaw wyzwalaczy,
- Wyniki badań na stanowisku pomiarowym w postaci tabel,
- Zestawienie charakterystyk czasowo-prądowych otrzymanych w wyniku badań i porównanie z charakterystykami wykreślonymi w programie Moeller CurveSelect,
- Wnioski końcowe.

6. Literatura

- [1] Boczkowski A.: Wymagania techniczne dla instalacji elektrycznych niskiego napięcia w budynkach. Wydanie I, Warszawa 2008
- [2] Markiewicz H.: Instalacje elektryczne, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.
- [3] Miesięcznik Elektroinstalator, 06/2002: „Selektywność działania wyłączników”
- [4] Instrukcje i uwagi dotyczące programu "Moeller CurveSelect" V1.07
- [5] Katalog główny firmy Moeller: „Aparatura przemysłowa 2008”.