

ELEKTROENERGETYKA – LABORATORIUM

Ćwiczenie 9.

Temat: **Badanie wyłączników instalacyjnych samoczynnych**

INSTRUKCJA

Cel ćwiczenia

1. Zapoznanie się z budową i zasadą działania wyłączników instalacyjnych
2. Zapoznanie się z podstawowymi parametrami wyłączników
3. Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przy zastosowaniu wyłączników instalacyjnych w układach sieciowych niskiego napięcia typu TN i TT

Program ćwiczenia

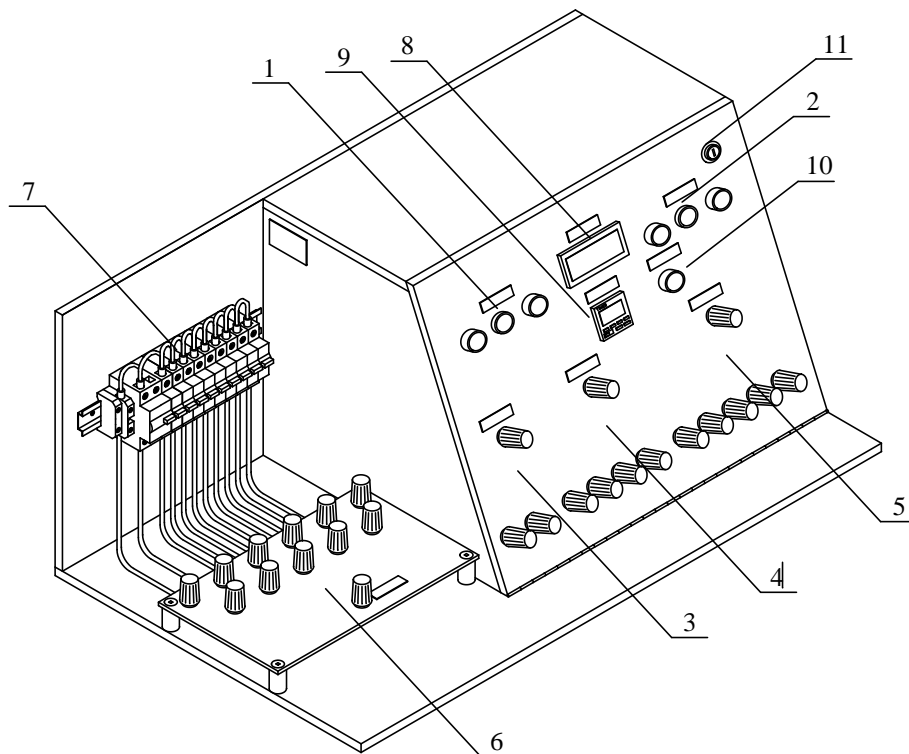
1. Zapoznanie się ze stanowiskiem laboratoryjnym
2. Sprawdzanie skuteczności działania ochronnego wyłączników w sieci typu TN
3. Sprawdzanie skuteczności działania ochronnego wyłączników w sieci typu TT
4. Pomiar wartości prądu zadziałania wyzwalacza bezzwłocznego wyłączników
5. Opracowanie wyników pomiarów

1. Stanowisko laboratoryjne

Stanowisko laboratoryjne umożliwia modelowanie jednofazowego zwarcia części przewodzącej dostępnej z przewodem fazowym, oraz skokową zmianę: impedancji sieci, rezystancji uziemienia, wartości i rodzaju zabezpieczenia przeciwporażeniowego. Przez pomiar czasu zadziałania wyłączników instalacyjnych można ocenić czy warunki ochrony przeciwporażeniowej w konkretnym przypadku są spełnione czy też nie. Na stanowisku laboratoryjnym znajdują się niżej opisane przyciski, rys. 1.

1. Przyciski **ZASILANIE STANOWISKA**. Przycisk zielony włącza zasilanie, przycisk czerwony wyłącza zasilanie. Świecąca zielona lampka sygnalizuje, że zasilanie jest włączone.
2. Przyciski **ZAŁĄCZENIE ZWARCIA**. Przycisk zielony załącza obwód zwarcia, przycisk czerwony wyłącza obwód zwarcia. Świecąca czerwona lampka sygnalizuje, że obwód zwarcia jest załączony, co oznacza że na transformator podane jest napięcie zasilające.
3. Zaciski **RODZAJ SIECI** – umożliwiają wybór układu sieci TN lub TT.
4. Zaciski **REZYSTANCJA UZIEMIENIA** – umożliwiają zmianę wartości rezystancji uziemienia R_A . W przypadku załączenia rodzaju sieci na TN (pkt 3), zaciski rezystancji uziemienia są nieaktywne.
5. Zaciski **REZYSTANCJA SIECI** – umożliwiają zmianę wartości rezystancji (impedancji) pętli zwarcia.
6. Zaciski **WYBÓR ZABEZPIECZENIA**. Do zacisków 1 ÷ 9 przyporządkowany jest konkretny (opisany na tabliczkach) wyłącznik instalacyjny lub różnicowoprądowy. Zacisk 10 nie posiada żadnej funkcji (stanowi zapas). Załączenie obwodu zwarcia przez zacisk 11 powoduje, niezabezpieczenie tego obwodu żadnym z wyłączników 1 ÷ 9. Obwód ten zabezpieczony jest jedynie wyłącznikiem głównym C25 A.

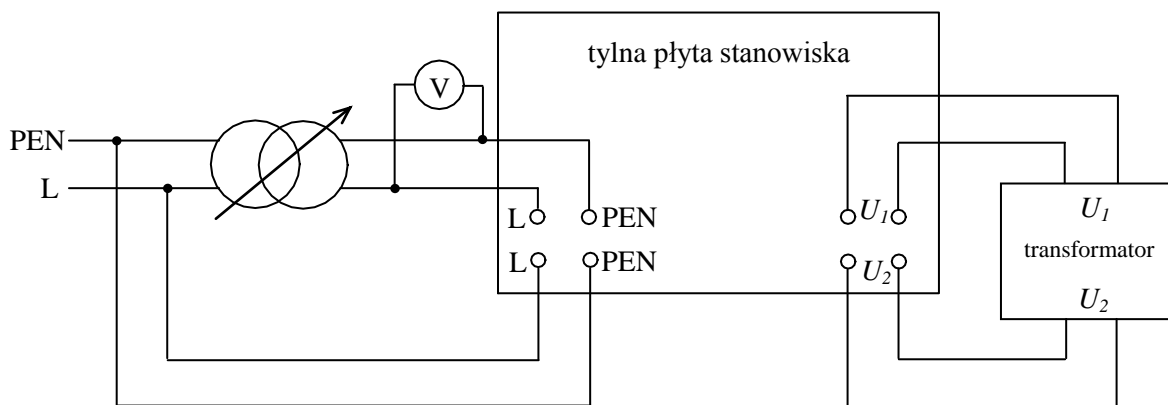
7. Wyłączniki nadprądowe i różnicowoprądowy.
8. Amperomierz cyfrowy o zakresie 100 A mierzący prąd w obwodzie zwarcia.
9. Czasomierz mierzący czas zadziałania wyłączników.
10. Przycisk kasujący (zerujący) czasomierz, używany przed rozpoczęciem załączenia zwarcia
11. Zamek płyty czołowej, uchylnej.



Rys. 1. Widok ogólny stanowiska laboratoryjnego (oznaczenia w tekście)

Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy do stanowiska podłączyć współpracujące z nim następujące urządzenia zewnętrzne, rys. 2:

- transformator o mocy min. 1 kVA, znamionowym napięciu uzwojenia pierwotnego 230 V i uzwojenia wtórnego 10 V,
- autotransformator sieciowy o regulowanym napięciu wyjściowym $0 \div 250$ V,
- woltomierz napięcia przemiennego o zakresie pomiarowym 300 V.



Rys. 2. Schemat połączenia stanowiska

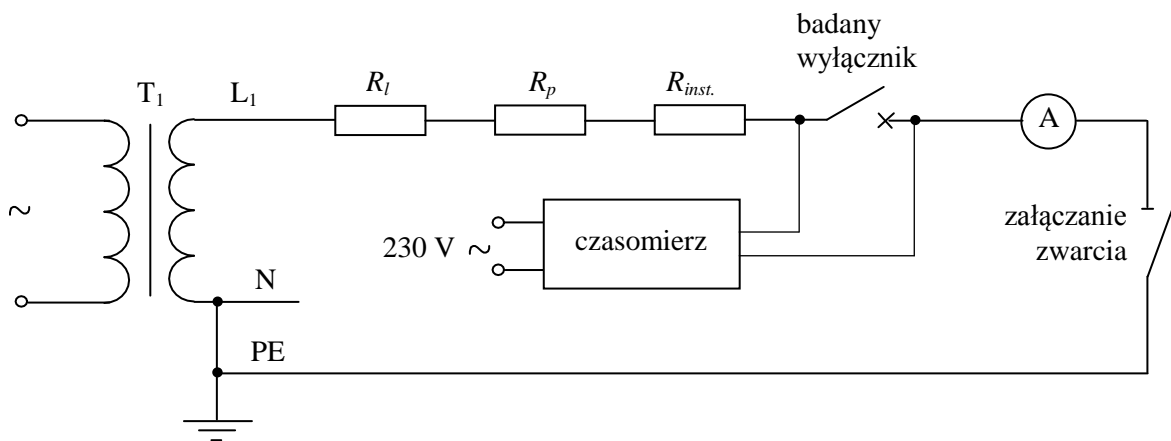
2. Sprawdzanie skuteczności działania ochronnego wyłączników w sieci typu TN

2.1. Obliczeniowe sprawdzenie skuteczności ochronnej wyłączników

Dla każdego zacisku przełącznika REZYSTANCJA SIECI (rys. 1.) na płycie czołowej stanowiska przyporządkowane są konkretne wartości impedancji pętli zwarcia (tabela 1, rys. 3).

Tabela 1. Impedancje pętli zwarcia wybierane przełącznikiem na płycie czołowej stanowiska

	Zacisk 1	Zacisk 2	Zacisk 3	Zacisk 4
	Z_{S1} [Ω]	Z_{S2} [Ω]	Z_{S3} [Ω]	Z_{S4} [Ω]
rezystancja transformatora – R_t	0,03	0,03	0,03	0,03
rezystancja linii napowietrznej – R_l	1,1	1,1	0,6	0,6
rezystancja przyłącza elektrycznego – R_p	0,5	0,5	0,2	0,2
rezystancja instalacji elektrycznej – R_{inst}	6,8	3,5	2,6	1,67



Rys. 3. Schemat ideowy badanego układu

Obliczyć impedancję pętli zwarcia dla każdego przypadku sieci elektroenergetycznej przyjmując że: $Z_s = \sum R_i$.

gdzie: R_i - rezystancja i-tej części sieci elektroenergetycznej

Można założyć, że wartości reaktancji poszczególnych elementów są pomijalne $X \approx 0$, stąd impedancje pętli zwarcia obliczamy jako sumę rezystancji.

Dla wszystkich wariantów impedancji pętli zwarcia obliczyć prąd zwarciaowy:

$$I_K = \frac{U_0}{Z_s},$$

dla $U_0 = 230$ V. Na podstawie charakterystyk czasowo-prądowych przedstawionych w części teoretycznej instrukcji (rys. 1, tabela 1) określić prąd powodujący szybkie samoczynne zadziałanie zabezpieczeń (I_a) dla wszystkich zastosowanych w stanowisku wyłączników.

2.2. Pomiar czasu działania ochronnego wyłączników

Kolejność czynności:

1. Włączyć zasilanie stanowiska.
2. Na wyjściu autotransformatora ustawić napięcie 230 V (odczyt na woltomierzu).
3. Za pomocą przełącznika RODZAJ SIECI wybrać wymagany rodzaj układu sieciowego (TN).
4. Przełącznik WYBÓR ZABEZPIECZENIA dołączyć do zacisku 1. Za pomocą napędu ręcznego załączyć odpowiedni wyłącznik instalacyjny.
5. Przełącznik REZYSTANCJA SIECI dołączyć do zacisku 1 (impedancja sieci Z_{S1} zgodnie z tabelą 1).
6. Przyciskiem KASOWANIE CZASOMIERZA na pulpicie sterowniczym wyzerować czasomierz.
7. Przyciskiem zielonym ZAŁĄCZENIE ZWARCIA załączyć układ. Sygnalizowane to będzie czerwoną lampką kontrolną umieszczoną na pulpicie.
8. Jeżeli zadziałało (wyłączyło) urządzenie zabezpieczające, lub czas zwarcia $t > 5$ s wyłączyć układ przyciskiem czerwonym ZAŁĄCZENIE ZWARCIA (gdy czas wyłączenia jest dłuższy od 5 sekund w tabeli 2 zapisać $t > 5$ s).
9. Jeżeli nastąpiło wyłączenie samoczynne, odczytać czas i zanotować w tablicy 2.
10. Przełącznik REZYSTANCJA SIECI dołączyć do zacisku 2
11. Badanie przeprowadzić jak w pkt 6 ÷ 9.
12. Analogicznie dokonać pomiaru dla pozostałych wartości impedancji pętli zwarcia.
13. Przełącznik WYBÓR ZABEZPIECZENIA dołączyć do zacisku 2. Za pomocą napędu ręcznego załączyć odpowiedni wyłącznik.
14. Pomiary wykonać jak dla poprzedniego urządzenia zabezpieczającego.

W podany sposób należy przeprowadzić pomiary czasu działania pozostałych wyłączników. Wyniki pomiarów zanotować w tabeli 2.

Tabela 2. Pomiar czasu zadziałania wyłączników w sieci TN

Typ wyłącznika	Czas zadziałania zabezpieczenia przeciwporażeniowego [s]			
	Zacisk 1	Zacisk 2	Zacisk 3	Zacisk 4
	Z_{S1}	Z_{S2}	Z_{S3}	Z_{S4}

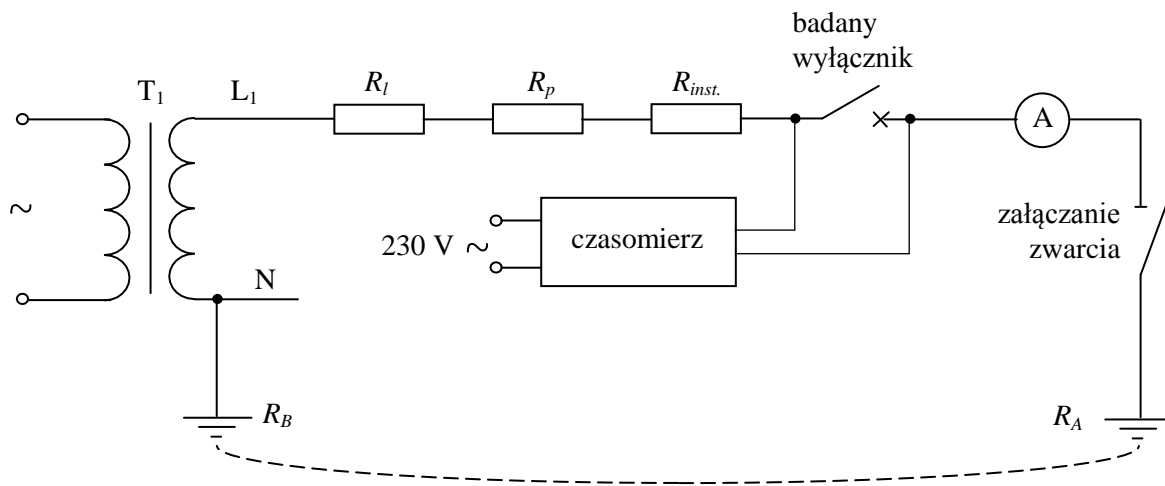
3. Sprawdzanie skuteczności działania ochronnego wyłączników w sieci typu TT

3.1. Obliczeniowe sprawdzenie skuteczności ochronnej wyłączników

Dla każdego zacisku przełącznika rezystancji uziemienia (rys. 1) na płycie czołowej stanowiska przyporządkowane są konkretne wartości rezystancji uziemienia części przewodzącej dostępnej R_A . (tabela 3, rys. 4).

Tabela 3. Rezystancje uziemienia R_A wybierane przełącznikiem na płycie czołowej stanowiska

	Zacisk 1	Zacisk 2	Zacisk 3	Zacisk 4
	R_{A1} [Ω]	R_{A2} [Ω]	R_{A3} [Ω]	R_{A4} [Ω]
Wartość rezystancji uziemienia R_A	10000	500	22,5	3,5



Rys. 4. Schemat ideowy badanego układu; $U_0 = 230 \text{ V}$, rezystancja uziemienia stacji transformatorowej $R_B = 1 \Omega$, R_A – wg tabeli 3

Zakładając, że dopuszczalne napięcia dotykowe części przewodzącej dostępnej $U_L = 50 \text{ V}$, sprawdzić czy spełniony jest warunek ochrony przeciwporażeniowej w sieci TT dla wszystkich wyłączników, w każdym przypadku dla wszystkich wartości rezystancji uziemienia (tabela 3).

Obliczyć maksymalne (graniczne) wartości rezystancji uziemienia R_A , dla których badane wyłączniki spełniają warunki ochrony przeciwporażeniowej w sieci TT. Wyniki obliczeń zapisać w tabeli 4.

Tabela 4. Maksymalne wartości rezystancji uziemienia R_A [Ω], dla których spełniony jest warunek ochrony przeciwporażeniowej w sieci TT

U_L	Wyłącznik			
	B20	B16	B10	B6
	$I_{a1} = 100 \text{ A}$	$I_{a2} = 80 \text{ A}$	$I_{a3} = 50 \text{ A}$	$I_{a4} = 30 \text{ A}$

3.2. Pomiar czasu działania ochronnego wyłączników

Kolejność czynności:

1. Załączyć zasilanie stanowiska.
2. Na wyjściu autotransformatora ustawić napięcie 230 V.
3. Za pomocą przełącznika RODZAJ SIECI wybrać wymagany rodzaj układu sieciowego (TT).
4. Przełącznik REZYSTANCJA SIECI dołączyć do zacisku 4.
5. Przełącznik REZYSTANCJA UZIEMIENIA dołączyć do zacisku 1.
6. Przełącznik WYBÓR ZABEZPIECZENIA dołączyć do zacisku 1. Za pomocą napędu ręcznego załączyć odpowiedni wyłącznik.
7. Przyciskiem KASOWANIE CZASOMIERZA na pulpicie sterowniczym wyzerować czasomierz.
8. Przyciskiem zielonym ZAŁĄCZENIE ZWARCIA załączyć układ. Sygnalizowane to będzie czerwoną lampką kontrolną umieszczoną na pulpicie.

9. Jeżeli zadziałało (wyłączyło) urządzenie zabezpieczające, lub czas zwarcia $t > 5$ s wyłączyć układ przyciskiem czerwonym **ZAŁĄCZENIE ZWARCIA** (gdy czas wyłączenia jest dłuższy od 5 sekund w tabeli 5 zapisać $t > 5$ s).
10. Jeżeli nastąpiło wyłączenie samoczynne, odczytać czas i zanotować w tabeli pomiarowej.
11. Sprawdzić w podany sposób skuteczność ochrony z zastosowaniem pozostałych urządzeń zabezpieczających.
12. Przełącznik **REZYSTANCJA UZIEMIENIA** dołączyć do zacisku 2.
13. Sprawdzić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej zgodnie z pkt 6 ÷ 11.
14. Zmieniać kolejno rezystancję uziemienia na zacisk 3 i 4, sprawdzać jak wyżej skuteczność ochrony przeciwporażeniowej z zastosowaniem poszczególnych urządzeń zabezpieczających. Wyniki pomiarów zanotować w tabeli 5.

Tabela 5. Pomiar czasu zadziałania wyłączników w sieci TT

Typ wyłącznika	Czas zadziałania zabezpieczenia przeciwporażeniowego [s]			
	Zacisk 1	Zacisk 2	Zacisk 3	Zacisk 4
	R_{A1}	R_{A2}	R_{A3}	R_{A4}

4. Opracowanie wyników badań

Przeprowadzić analizę uzyskanych wyników badań i sformułować wnioski.