



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Anna Kemblowska
Krzysztof Kemblowski

Wykonywanie pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych 311[08].Z1.07

Poradnik dla nauczyciela

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2005**

Recenzenci:

mgr inż. Jan Krzemiński

mgr Joachim Strzałka

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr Bożena Zając

Korekta:

mgr inż. Jarosław Sitek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[08].Z1.07 „Wykonywanie pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik elektryk.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Scenariusze zajęć	6
5. Ćwiczenia	10
5.1. Badania odbiorcze i eksploatacyjne instalacji elektrycznych	10
5.1.1. Ćwiczenia	10
5.2. Mierniki do pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych	11
5.2.1. Ćwiczenia	11
5.3. Pomiary w instalacjach elektrycznych	12
5.3.1. Ćwiczenia	12
5.4. Badanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej	14
5.4.1. Ćwiczenia	14
6. Ewaluacja osiągnięć ucznia	20
7. Literatura	32

1. WPROWADZENIE

Przekazujemy Państwu Poradnik dla nauczyciela, który będzie pomocny w prowadzeniu zajęć dydaktycznych w szkole kształcącej w zawodzie technik elektryk 311[08].

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne,
- cele kształcenia,
- przykładowe scenariusze zajęć,
- ćwiczenia wraz z instrukcjami,
- narzędzia pomiaru dydaktycznego.

Wskazane jest, aby zajęcia dydaktyczne prowadzone były różnymi metodami ze szczególnym uwzględnieniem: metody ćwiczeń, tekstu przewodniego, projektów i przypadków, wykładu konwersatoryjnego. Należy również wykorzystywać techniki informatyczne z użyciem komputera.

W trakcie realizacji jednostki modułowej będzie dominować: praca grupowa jednolita oraz indywidualna praca uczniów.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej uczeń powinien umieć:

- rozróżniać podstawowe wielkości dotyczące prądu przemiennego jednofazowego i trójfazowego,
- stosować podstawowe prawa i zależności dotyczące obwodów prądu przemiennego jednofazowego i trójfazowego,
- określać oddziaływanie prądu elektrycznego na organizm ludzki,
- rozróżniać klasy ochronności urządzeń elektrycznych i elektronicznych,
- rozróżniać środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym zastosowane w urządzeniach elektrycznych,
- posługiwać się podstawowymi przyrządami i elektronicznym sprzętem pomiarowym,
- posługiwać się schematami elektrycznymi ideowymi i montażowymi,
- posługiwać się dokumentacją techniczną instalacji elektrycznej,
- opracowywać wyniki pomiarów wykorzystując technikę komputerową,
- stosować zasady bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pracy.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej uczeń powinien umieć:

- określić zakres czynności wykonywanych podczas oględzin instalacji elektrycznej,
- przeprowadzić oględziny instalacji w ramach badań okresowych,
- sprawdzić ciągłość przewodów w instalacji elektrycznej,
- dobrać właściwy miernik do pomiaru rezystancji izolacji, rezystancji uziemienia oraz impedancji pętli zwarcia,
- skorzystać z instrukcji obsługi mierników stosowanych w pomiarach sprawdzających w instalacjach,
- posłużyć się miernikami przy pomiarach sprawdzających w instalacjach,
- przygotować poszczególne obwody instalacji elektrycznej do pomiaru rezystancji izolacji,
- zmierzyć rezystancję izolacji w instalacji jednofazowej i trójfazowej,
- ocenić stan techniczny izolacji na podstawie wyników pomiarów, zgodnie z wymaganiami przepisów,
- zmierzyć impedancję pętli zwarcia,
- zmierzyć rezystancję uziemienia ochronnego,
- ocenić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej dla określonego zabezpieczenia, zgodnie z przepisami,
- skorzystać z norm oraz przepisów ochrony przeciwporażeniowej,
- zastosować zasady bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pracy.

4. SCENARIUSZE ZAJĘĆ

Scenariusz zajęć nr 1

Osoba prowadząca

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: Montaż i eksploatacja instalacji elektrycznych 311[08].Z1.

Jednostka modułowa: Wykonywanie pomiarów sprawdzających w instalacjach 311[08].Z1.07

Temat: Przeprowadzanie oględzin instalacji elektrycznej

Cel ogólny: kształtowanie umiejętności posługiwania się normami i przepisami resortowymi.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- określić zakres czynności wykonywanych podczas oględzin instalacji elektrycznej,
- przeprowadzić oględziny instalacji w ramach badań okresowych,
- skorzystać z norm oraz przepisów ochrony przeciwporażeniowej,
- zastosować zasady bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pracy.

Metody nauczania–uczenia się:

- instruktaż wstępny,
- pokaz,
- ćwiczenia.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- grupowa jednolita.

Czas: 135 minut.

Środki dydaktyczne:

- rzeczywista instalacja elektryczna,
- dokumentacja techniczna instalacji elektrycznej,
- Ustawa z dnia 07.07.1994 r. Prawo Budowlane (Dz. U. Nr 89, poz. 414 z późniejszymi zmianami),
- Ustawa z dnia 10.04.1997 r. Prawo Energetyczne (Dz. U. Nr 54, poz. 348 z późniejszymi zmianami),
- PN-IEC 60364-6-61-2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze.
- PN-IEC 60364-4-41 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
- PN-IEC 60364-5-54 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.

Przebieg zajęć:

1. Powitanie uczniów, sprawdzenie listy obecności, podanie celu zajęć, sformułowanie tematu i zapisanie tematu do zeszytu.
2. Zapoznanie uczniów z zasadami bhp obowiązującymi na stanowisku pracy.
3. Omówienie przez nauczyciela sposobu posługiwania się dokumentacją techniczną instalacji elektrycznej.
4. Omówienie ustawy: prawo budowlane i prawo energetyczne.
5. Omówienie prawidłowości doboru przewodów i zabezpieczeń w instalacji elektrycznej.
6. Ocena pracy uczniów i podsumowanie zajęć.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) sprawdzić prawidłowość ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- 2) sprawdzić prawidłowość ochrony przed pożarem i przed skutkami cieplnymi,
- 3) sprawdzić prawidłowość doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia,
- 4) sprawdzić prawidłowość doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
- 5) sprawdzić prawidłowość umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających,
- 6) sprawdzić prawidłowość doboru urządzeń i środków ochrony od wpływów zewnętrznych,
- 7) sprawdzić prawidłowość oznaczenia przewodów neutralnych i ochronnych,
- 8) sprawdzić prawidłowość wymaganego umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych podobnych informacji,
- 9) sprawdzić prawidłowość i kompletność oznaczenia obwodów bezpieczników, łączników, zacisków itp.,
- 10) sprawdzić poprawność połączeń przewodów,
- 11) sprawdzić dostęp do urządzeń umożliwiających ich wygodną obsługę i konserwację.

Zakończenie zajęć

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach:

- anonimowe ankiety ewaluacyjne dotyczące sposobu prowadzenia zajęć i zdobytych umiejętności

Scenariusz zajęć nr 2

Osoba prowadząca

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: Montaż i eksploatacja instalacji elektrycznych 311[08].Z1.

Jednostka modułowa: Wykonywanie pomiarów sprawdzających w instalacjach 311[08].Z1.07

Temat: Pomiar rezystancji izolacji

Cel ogólny: kształtowanie umiejętności posługiwania się przyrządami pomiarowymi.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- dobrać właściwy miernik do pomiaru rezystancji izolacji,
- skorzystać z instrukcji obsługi mierników stosowanych w pomiarach sprawdzających w instalacjach,
- posłużyć się miernikami przy pomiarach sprawdzających w instalacjach,
- przygotować poszczególne obwody instalacji elektrycznej do pomiaru rezystancji izolacji,
- zmierzyć rezystancję izolacji w instalacji jednofazowej i trójfazowej,
- ocenić stan techniczny izolacji na podstawie wyników pomiarów, zgodnie z wymaganiami przepisów.

Metody nauczania–uczenia się:

- instruktaż wstępny,
- pokaz,
- ćwiczenia.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- grupowa jednolita.

Środki dydaktyczne:

- norma PN-IEC 60364-6-61,
- dokumentacja techniczna instalacji,
- instrukcja obsługi miernika do pomiaru rezystancji izolacji,
- miernik do pomiaru rezystancji izolacji,
- rzeczywista lub modelowa instalacja elektryczna.

Czas: 135 minut.

Przebieg zajęć

1. Powitanie uczniów, sprawdzenie listy obecności, podanie celu zajęć, sformułowanie tematu i zapisani tematu do zeszytu.
2. Zapoznanie uczniów z zasadami bhp obowiązującymi na stanowisku pracy.
3. Omówienie przez nauczyciela sposobu posługiwania się dokumentacją techniczną instalacji elektrycznej.
4. Omówienie obsługi miernika do pomiaru rezystancji izolacji.
5. Przygotowanie instalacji do pomiarów rezystancji izolacji.
6. Pomiar rezystancji izolacji.
7. Ocena stanu technicznego izolacji.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z dokumentacją techniczną instalacji elektrycznej,
- 2) rozpoznać elementy instalacji w układzie modelowym lub rzeczywistym,
- 3) rozpoznać rodzaj instalacji elektrycznej,
- 4) przygotować instalację do pomiaru (odłączyć zasilanie, określić: wilgotność, temperaturę i napięcie, przy jakim będzie odbywał się pomiar, czas pomiaru),
- 5) dobrać przyrządy pomiarowe (przygotować miernik do pomiaru izolacji),
- 6) rezystancję izolacji mierzyć pomiędzy kolejnymi parami przewodów czynnych oraz pomiędzy każdym przewodem czynnym i ziemią. Przewody ochronne PE i ochronno-neutralne PEN traktować jako ziemię, a przewód neutralny N jako przewód czynny. Odczytać wartość rezystancji izolacji,
- 7) porównać wartość rezystancji izolacji zmierzonej z wymaganą wartością zawartą w normie PN-IEC 60364-6-61,
- 8) ocenić stan techniczny izolacji na podstawie uzyskanych wyników pomiarów.

Zakończenie zajęć

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach:

- anonimowe ankiety ewaluacyjne dotyczące sposobu prowadzenia zajęć i zdobytych umiejętności.

5. ĆWICZENIA

5.1. Badania odbiorcze i eksploatacyjne instalacji elektrycznej

5.1.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Sprawdź prawidłowość montażu i zgodność wykonania instalacji z dokumentacją techniczną.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) rozpoznać symbole elementów instalacji elektrycznej występujące w dokumentacji technicznej,
- 2) zapoznać się z dokumentacją techniczną instalacji,
- 3) sprawdzić prawidłowość montażu złącza, wewnętrznej linii zasilającej i instalacji odbiorczej,
- 4) sprawdzić zgodność montażu z dokumentacją techniczną instalacji oświetleniowej,
- 5) sprawdzić zgodność montażu z dokumentacją techniczną instalacji siłowej,
- 6) sprawdzić zgodność montażu z dokumentacją techniczną instalacji sterowniczej,
- 7) sprawdzić zgodność montażu z dokumentacją techniczną instalacji sygnalizacyjnej.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- dokumentacja techniczna instalacji,
- przepisy budowy i eksploatacji urządzeń energetycznych,
- rzeczywista instalacja jednofazowa i trójfazowa.

Ćwiczenie 2

Przeprowadź oględziny instalacji elektrycznej.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) sprawdzić prawidłowość ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- 2) sprawdzić prawidłowość ochrony przed pożarem i przed skutkami cieplnymi,

- 3) sprawdzić prawidłowość doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia,
- 4) sprawdzić prawidłowość doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
- 5) sprawdzić prawidłowość umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających,
- 6) sprawdzić prawidłowość doboru urządzeń i środków ochrony od wpływów zewnętrznych,
- 7) sprawdzić prawidłowość oznaczenia przewodów neutralnych i ochronnych,
- 8) sprawdzić prawidłowość umieszczenia oznaczeń, tablic ostrzegawczych lub innych podobnych informacji,
- 9) sprawdzić prawidłowość i kompletność oznaczenia obwodów bezpieczników, łączników, zacisków itp.,
- 10) sprawdzić poprawność połączeń przewodów,
- 11) sprawdzić dostęp do urządzeń umożliwiający ich wygodną obsługę i konserwację.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- rzeczywista instalacja elektryczna,
- dokumentacja techniczna instalacji elektrycznej,
- Ustawa z dnia 07.07.1994 r. Prawo Budowlane. (Dz. U. Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami),
- Ustawa z dnia 10.04.1997 r. Prawo Energetyczne. (DZ. U. Nr 54, poz. 348 z późniejszymi zmianami),
- PN-IEC 60364-6-61-2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze,
- PN-IEC 60364-4-41 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
- PN-IEC 60364-5-54 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.

5.2. Mierniki do pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych

5.2.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przeanalizuj instrukcje obsługi mierników stosowanych do pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z instrukcją obsługi indukcyjnego miernika izolacji,
- 2) określić zakres pomiarowy i przydatność miernika do pomiarów rezystancji izolacji,
- 3) zapoznać się z instrukcją miernika impedancji pętli zwarcia,
- 4) określić zakres pomiarowy i przydatność miernika do pomiarów impedancji pętli zwarcia,
- 5) zapoznać się z instrukcją mierników uniwersalnych do pomiaru parametrów instalacji elektrycznej,
- 6) określić zakres pomiarowy i przydatność mierników uniwersalnych do pomiaru parametrów instalacji elektrycznej.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- instrukcje obsługi miernika indukcyjnego,
- instrukcje obsługi miernika skuteczności zerowania,
- instrukcje obsługi miernika mostków do pomiaru rezystancji,
- instrukcje obsługi mierników uniwersalnych do pomiaru parametrów instalacji,
- mierniki indukcyjne,
- mierniki skuteczności zerowania,
- mostki do pomiaru rezystancji,
- mierniki uniwersalne parametrów instalacji.

5.3. Pomiary w instalacjach elektrycznych

5.3.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dokonaj sprawdzenia ciągłości żył przewodów roboczych i ochronnych.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z dokumentacją techniczną instalacji elektrycznej,
- 2) rozpoznać elementy instalacji w układzie modelowym lub rzeczywistym,
- 3) wyłączyć zasilanie instalacji,
- 4) dobrać metodę pomiarową,
- 5) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 6) sprawdzić ciągłość żył przewodów roboczych,
- 7) sprawdzić ciągłość żył przewodów ochronnych.

- Zalecane metody nauczania–uczenia się:
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- dokumentacja techniczna instalacji,
- instalacja rzeczywista lub modelowa,
- mostek, omomierz,
- woltomierz, amperomierz prądu stałego lub zmiennego,
- źródło napięcia prądu stałego lub zmiennego o wartości od 4 V do 24 V.

Ćwiczenie 2

Wykonaj pomiar rezystancji izolacji instalacji jednofazowej i trójfazowej.

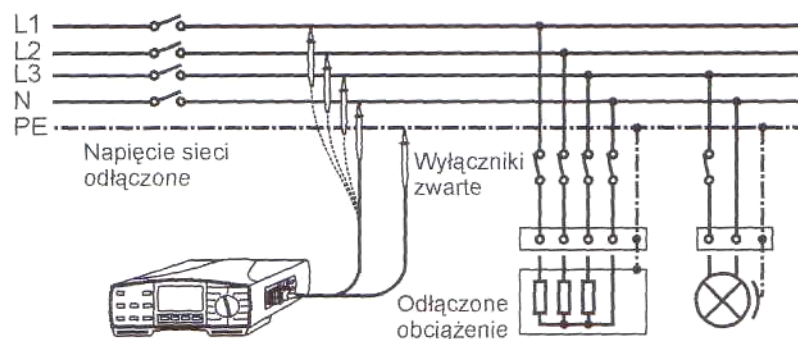
Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z dokumentacją techniczną instalacji elektrycznej,
- 2) rozpoznać elementy instalacji w układzie modelowym lub rzeczywistym,
- 3) rozpoznać rodzaj instalacji elektrycznej,
- 4) przygotować instalację do pomiaru:
 - odłączyć wszystkie urządzenia podłączone do gniazd wtykowych,
 - w urządzeniach podłączonych trwale wyłączyć wyłączniki zasilania,
 - włączyć wyłączniki pośrednie dla gniazd wtykowych,
 - włączyć wyłączniki obwodów oświetleniowych,
 - odłączyć źródła światła w oprawach oświetleniowych.
- 5) dobrać przyrządy pomiarowe (przygotować miernik do pomiaru izolacji),
- 6) rezystancję izolacji mierzyć pomiędzy kolejnymi parami przewodów czynnych oraz pomiędzy każdym przewodem czynnym i ziemią. Przewody ochronne PE i ochronno-neutralne PEN traktować jako ziemię, a przewód neutralny N jako przewód czynny (przykładowy schemat do pomiaru rezystancji izolacji).



Rys. 5.3.1 Pomiar rezystancji izolacji między przewodem PE a pozostałymi przewodami przy użyciu przyrządu EUROTEST 61557 [2]

Zaleca się wykonanie pomiarów między następującymi przewodami:

- przewód dwużyłowy : L – PEN,
 - przewód trójżyłowy : L – N, L – PE, N – PE,
 - przewód czteryżyłowy : L1 – L2, L2 – L3, L3 – L1, L1 – PEN, L2 – PEN, L3 – PEN,
 - przewód pięćżyłowy : L1 – L2, L2 – L3, L3 – L1, L1 – PE, L2 – PE, L3 – PE,
L1 – N, L2 – N, L3 – N, PE – N.
- 7) odczytać wartość rezystancji izolacji,
 - 8) porównać wartość rezystancji izolacji zmierzonej z wymaganą wartością zawartą w normie PN-IEC 60364-6-61,
 - 9) ocenić stan techniczny izolacji na podstawie uzyskanych wyników pomiarów.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- norma PN-IEC 60364-6-61,
- dokumentacja techniczna instalacji,
- instrukcja obsługi miernika do pomiaru rezystancji izolacji,
- miernik do pomiaru rezystancji izolacji.

5.4. Badanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

5.4.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dokonaj pomiaru impedancji pętli zwarcia.

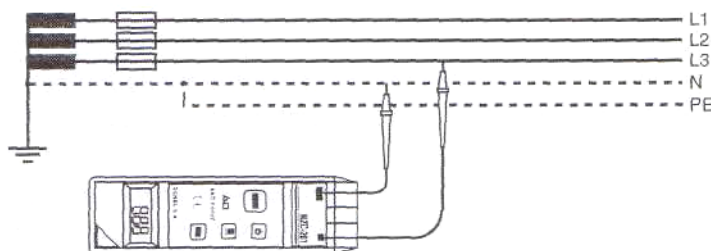
Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

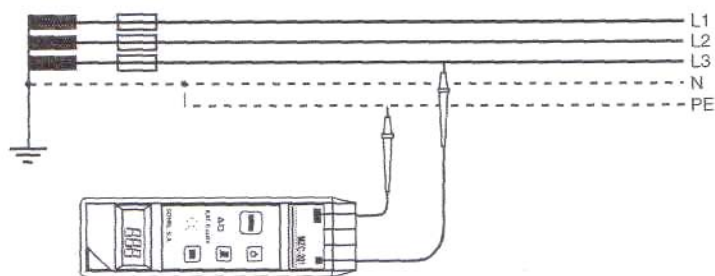
Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

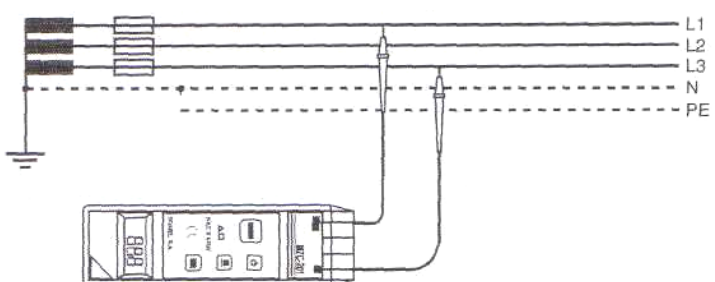
- 1) zapoznać się z dokumentacją techniczną instalacji elektrycznej,
- 2) rozpoznać elementy instalacji elektrycznej w układzie modelowym lub rzeczywistym,
a)



b)



c)



Rys. 5.4.1 Pomiary impedancji pętli zwarcia różnych obwodów [2]

- a) pomiar impedancji pętli zwarcia w obwodzie roboczym L – N,
- b) pomiar impedancji pętli zwarcia w obwodzie roboczym L – PE
- c) pomiar impedancji pętli zwarcia w obwodzie roboczym L – L
- 3) rozpoznać rodzaj instalacji elektrycznej,
- 4) przygotować instalację do pomiaru,
- 5) dobrać metodę pomiaru (metoda techniczna, przy pomocy miernika skuteczności zerowania na przykład: MOZ, MZC-300, MZC-310S itp.),
- 6) dobrać przyrządy pomiarowe (przygotować miernik do pomiaru impedancji pętli zwarcia).
- 7) wykonać trzy pomiary dla każdej fazy obwodu zasilającego,
- 8) wyznaczyć: U_0 – napięcie przed zwarcie, Z_p – impedancja pętli zwarcia, I_b – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego obwód,
- 9) obliczyć skuteczność zerowania w obwodach zabezpieczonych wkładką bezpiecznikową typu Bi-Wts (obliczenia wykonać zgodnie z instrukcją miernika MOZ-1 i MZC-300),
- 10) obliczyć skuteczność zerowania w obwodach zabezpieczonych wyłącznikiem nadmiarowo prądowym serii S190 lub S300,
- 11) ocenić stan skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- norma PN-IEC 60364-6-61,
- dokumentacja techniczna instalacji,
- instalacja elektryczna modelowa lub rzeczywista,
- instrukcja obsługi miernika do pomiaru skuteczności zerowania,
- miernik do pomiaru skuteczności zerowania.

Ćwiczenie 2

Dokonaj pomiaru rezystancji uziemienia ochronnego.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z dokumentacją techniczną instalacji elektrycznej,
- 2) rozpoznać elementy instalacji w układzie modelowym lub rzeczywistym,
- 3) rozpoznać rodzaj instalacji elektrycznej,
- 4) przygotować instalację do pomiaru,
- 5) dobrać metodę pomiaru (metoda techniczna, metoda kompensacyjna, przy pomocy miernika do pomiaru uziemień, na przykład IMU itp.),
- 6) dobrać przyrządy pomiarowe (przygotować miernik do pomiaru rezystancji uziemienia),
- 7) wykonać pomiary rezystancji uziemienia ochronnego,
- 8) określić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej na podstawie pomiarów.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- norma PN-IEC 60364-6-61,
- dokumentacja techniczna instalacji,
- instalacja elektryczna modelowa lub rzeczywista,
- instrukcja obsługi miernika do pomiaru rezystancji uziemienia,
- miernik do pomiaru rezystancji uziemienia.

Ćwiczenie 3

Dokonaj badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w układzie z wyłącznikiem różnicowo-prądowym:

- a) badanie skuteczności działania wyłącznika przyciskiem testującym,
- b) sprawdzenie działania wyłącznika różnicowoprądowego przy płynnym narastaniu prądu uszkodzeniowego w sieci TN,
- c) sprawdzenie działania wyłącznika różnicowoprądowego przy płynnym narastaniu prądu uszkodzeniowego w układzie sieci TT.

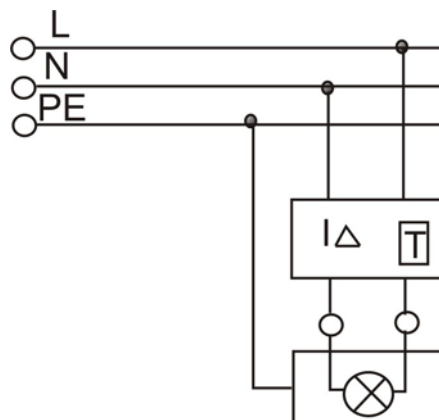
Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

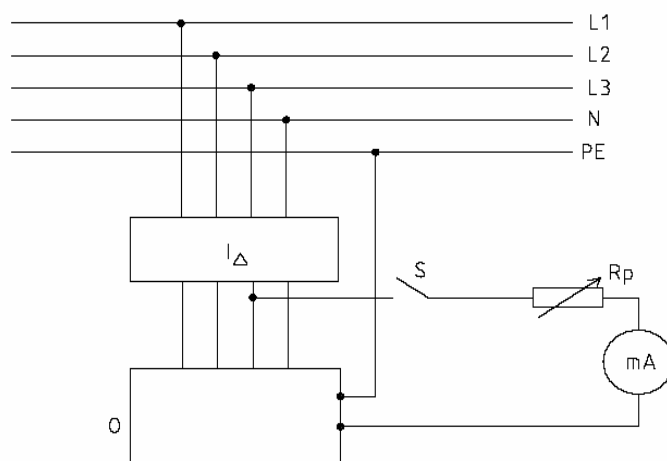
Uczeń powinien:

- przy badaniu skuteczności działania wyłącznika przyciskiem testującym:
- 1) zapoznać się z budową i działaniem wyłącznika różnicowoprądowego,
- 2) zapoznać się z parametrami wyłącznika różnicowoprądowego,
- 3) połączyć układ pomiarowy jak na rysunku,



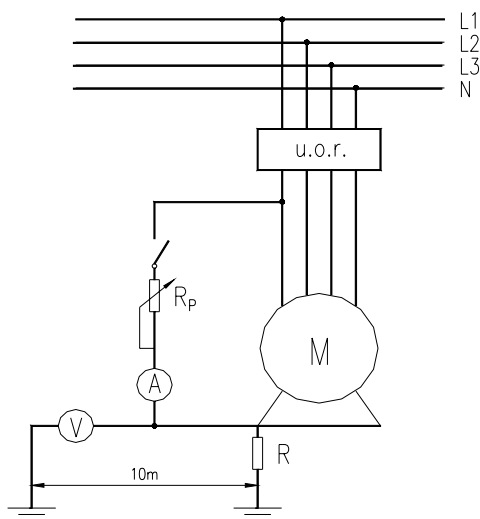
Rys. 5.4.2 Badanie skuteczności działania wyłącznika przyciskiem testującym

- 4) sprawdzić działanie za pomocą przycisku TEST,
- 5) ocenić sprawność działania wyłącznika różnicowoprądowego,
Sprawdzenie działania wyłącznika różnicowoprądowego przy płynnym narastaniu prądu uszkodzeniowego w sieci TN
- 6) połączyć układ pomiarowy jak na rysunku,



Rys.5.4.3 Układ do badania poprawności działania wyłącznika w sieci TN [2]

- 7) dobrać wartość rezystancji rezystora R_p ,
- 8) wykonać pomiary prądu I_p ,
- 9) ocenić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej.
– przy sprawdzeniu działania wyłącznika różnicowoprądowego przy płynnym narastaniu prądu uszkodzeniowego w układzie sieci TT:
- 10) połączyć układ pomiarowy jak na rysunku.



Rys. 5.4.4 Układ do badania wyłącznika w sieci TT [1]

- 11) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 12) dobrać wartość rezystancji R_p ,
- 13) obliczyć wartość rzeczywistą napięcia U_{rz} w czasie przepływu prądu $I_{\Delta N}$ z zależności:

$$U_{rz} = U_{zm} \frac{I_{\Delta N}}{I_{\Delta}}$$

U_{zm} – zmierzona wartość napięcia,

$I_{\Delta N}$ – znamionowy prąd różnicowy wyłącznika,

I_{Δ} – prąd różnicowy, przy którym zostało zmierzone napięcie U_{zm} .

- 14) ocenić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- schemat instalacji elektrycznej,
- rezystory obciążeniowe,
- amperomierze i woltomierze prądu zmiennego,
- instalacja elektryczna modelowa lub rzeczywista z wyłącznikiem różnicowo prądowym.

Ćwiczenie 4

Wypełnij formularze protokołów z pomiarów

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania oraz zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z formularzami protokołów:
 - pomiaru stanu izolacji obwodów i urządzeń,
 - skuteczności ochrony przeciwporażeniowej instalacji,

- skuteczności ochrony przeciwporażeniowej instalacji i urządzeń zabezpieczonych wyłącznikiem różnicowoprądowym,
 - pomiaru rezystancji uziemienia uziomu,
 - badań odbiorczych instalacji elektrycznej.
- 2) wypełnić formularze protokołów na podstawie oględzin i pomiarów wykonanych wcześniej.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- formularze protokołów,
- instalacja modelowa lub rzeczywista,
- schemat instalacji elektrycznej.

6. EWALUACJA OSIĄGNIĘĆ UCZNIA

Przykłady narzędzi pomiaru dydaktycznego

Test 1

Test sumujący z zakresu „Wykonywanie pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych”

Punktacja zadań:

Za każde poprawne wykonanie zadania uczeń otrzymuje punkty, zgodnie z arkuszem rozwiązań.

Proponuje się następujące normy wymagań – uczeń otrzyma następujące oceny szkolne:

- niedostateczny – 0 – 4 pkt,
- dopuszczający – 5 – 8 pkt,
- dostateczny – 9 – 12 pkt,
- dobry – 13 – 16 pkt,
- bardzo dobry – 17 – 20 pkt,

Plan testu

Nr zadania	Cel operacyjny	Kategoria celu	Poziom wymagań
1	Zdefiniować wielkości charakteryzujące pomiary sprawdzające w instalacjach elektrycznych	B	P
2	Przygotować sieć do pomiarów	C	P
3	Połączyć układ na podstawie schematu	C	P
4	Dobrać przyrządy pomiarowe	C	P
5	Zmierzyć wielkości pozwalające wyznaczyć impedancję pętli zwarcia	C	P
6	Wyznaczyć impedancję pętli zwarcia	C	P
7	Ocenić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej	B	P

8	Sprawdzić prawidłowość doboru zabezpieczenia zwarciovego	C	P
9	Zmodyfikować układ do pomiaru pętli zwarcia	C	PP
10	Sprawdzić poprawność modyfikacji	C	P
11	Zanalizować pracę układu na podstawie uzyskanych pomiarów	C	PP
12	Opracować wyniki pomiarów	C	P

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

Test składa się z dwunastu zadań – zadanie numer 1 jest zadaniem pisemnym, pozostałe zadania są zadaniami praktycznymi. Uczniowie wykonują zadania indywidualnie, a zatem nauczyciel musi przygotować stanowiska pomiarowe i zapewnić sprzęt pomiarowy dla każdego ucznia. Test należy przeprowadzić w czasie jednej jednostki metodycznej – w czasie nie dłuższym niż 90 min. Pozostałe informacje dotyczące przeprowadzenia badań sumujących przy użyciu tego testu znajdują się w instrukcji dla ucznia.

Instrukcja dla ucznia

Przystępujesz do wykonania zadania, sprawdzającego w jakim stopniu opanowałeś wiadomości i jakie posiadasz umiejętności z jednostki modułowej „Wykonywanie pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych”. Wynik tego testu pozwoli ci stwierdzić, jakie jeszcze masz braki w danej dziedzinie, czyli nad czym jeszcze musisz popracować.

Przystępując do rozwiązywania podanego zadania:

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tę czynność 5 minut. Jeżeli są wątpliwości, zapytaj nauczyciela.
2. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
3. Na rozwiązanie zadań masz 90 minut.
4. W czasie rozwiązywania zadań możesz korzystać z dokumentacji technicznej instalacji.
5. Test zawiera 12 zadań. Zadania od nr 1 do 8 wykonujesz według podanej kolejności.
6. Jeśli nie potrafiłbyś wykonać zadań od 9 do 11, przejdź do rozwiązywania zadania 12.
7. Przeliczenie punktów na ocenę szkolną przedstawi nauczyciel po zakończeniu testu.

Materiały dla ucznia

- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Podaj definicje:
 - a) impedancji pętli zwarcia
 - b) różnicowego prądu wyzwalającego
 - c) bezpiecznego napięcia dotykowego(1 punkty)
2. Przygotuj sieć do wyznaczania impedancji pętli zwarcia. (2 punkty)
3. Dobierz przyrządy pomiarowe. (2 punkty)
4. Połącz układ do pomiaru impedancji pętli zwarcia metodą techniczną. (2 punkty)
5. Zmierz wielkości: napięcie, prąd potrzebne do wyznaczenia impedancji. (2 punkty)
6. Wyznacz impedancję pętli zwarcia. (1 punkty)
7. Oceń skuteczność ochrony przeciwporażeniowej. (1 punkty)
8. Sprawdź prawidłowość doboru zabezpieczenia zwarciovego. (2 punkty)
9. Zmodyfikuj układ do pomiaru impedancji pętli zwarcia w sieci z wyłącznikiem różnicowoprądowym. (2 punkty)
10. Sprawdź poprawność modyfikacji. (1 punkty)
11. Zanalizuj pracę układu na podstawie uzyskanych wyników pomiarów. (2 punkty)
12. Na podstawie wykonanych pomiarów i obliczeń sporządź sprawozdanie. (2 punkty)

Arkusz oceny rozwiązania testu

Nr	Nazwa czynności	Liczba punktów	Kryterium oceny	Liczba punktów		
				Uczeń 1	Uczeń 2	Uczeń 3
1	Podanie definicji i wzoru wielkości charakteryzujących pomiary sprawdzające w instalacjach elektrycznych	1	prawidłowe			
		0	nieprawidłowe			
2	Przygotowanie sieci do pomiaru impedancji pętli zwarcia	2	bezbłędne			
		0	z błędami			
3	Połączenie układu pomiarowego	2	bezbłędne			
		0	z błędami			
4	Dobór przyrządów pomiarowych	2	bezbłędne			
		0	z błędami			
5	Pomiar wielkości	2	bezbłędnie			
		0	z błędami			
6	Wyznaczenie impedancji pętli zwarcia	1	bezbłędnie			
		0	z błędami			
7	Ocena skuteczności ochrony przeciwporażeniowej	1	prawidłowo			
		0	nieprawidłowo			
8	Sprawdzenie doboru zabezpieczenia zwarciovego	2	prawidłowo			
		0	nieprawidłowo lub z licznymi błędami			
9	Modyfikacja układu do pomiaru pętli zwarcia	2	bezbłędnie			
		0	z błędami lub brak modyfikacji			
10	Sprawdzenie modyfikacji zgodnie z założeniami	1	prawidłowe na podstawie pomiarów			
		0	z błędami			
11	Analiza pracy układu	2	prawidłowo			
		0	nieprawidłowo			
12	Sporządzenie sprawozdania	2	bezbłędnie			
		0	z błędami			
Suma						

Test 2

Test pisemny dwustopniowy do badań sumujących z zakresu „Wykonywanie pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych”

Punktacja zadań:

Za każdą poprawną odpowiedź uczeń otrzymuje 1 punkt, za złą lub brak odpowiedzi uczeń otrzymuje 0 punktów.

Proponuje się następujące normy wymagań – uczeń otrzyma następujące oceny szkolne:

- dopuszczający – 8 pkt z poziomu P,
- dostateczny – $9 \div 10$ pkt z poziomu P i 3 pkt z poziomu R,
- dobry – zaliczony poziom P (8 pkt) i $4 \div 6$ pkt z poziomu R,
- bardzo dobry – zaliczony poziom P (8 pkt) i $7 \div 8$ pkt z poziomu R,

Klucz odpowiedzi: 1. a, 2. c, 3. b, 4. b, 5. a, 6. d, 7. d, 8. c, 9. b, 10. c, 11. c, 12. b, 13. d, 14. a, 15. a, 16. c, 17. a, 18. b, 19. b, 20. d.

Plan testu

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Poprawna odpowiedź
5	Określić parametry elementów instalacji	B	P	5a
12	Dobrać właściwy miernik do pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych	C	R	12b
2	Przeprowadzić oględziny instalacji w ramach badań okresowych	C	P	2c
3		C	P	3b
7		C	P	7d
13		C	P	13d
1	Zastosować zasady bhp obowiązujące na stanowisku pracy	C	P	1a
4		B	P	4b
6		B	P	6d
8	Ocenić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej dla określonego zabezpieczenia	C	R	8c
9	Obliczyć impedancję pętli zwarcia	C	R	9b
18		C	R	18b
10	Obliczyć wartość prądu zwarcowego	C	R	10c
17		C	P	17a

19	Obliczyć rezystancję uziemienia	C	R	19b
14 16	Dobrać właściwy układ pomiarowy do pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych	C C	R P	14a 16c
15	Ocenić stan techniczny izolacji na podstawie wyników pomiarów	C	R	15a
11 20	Rozpoznać elementy instalacji elektrycznej	B B	P P	11c 20d

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

1. Uczeń rozwiązuje 20 zadań testowych wielokrotnego wyboru.
2. W każdym zadaniu jest tylko jedna poprawna odpowiedź.
3. Uczeń zaznacza poprawną odpowiedź, zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
4. W przypadku pomyłki bierze złą odpowiedź w kółko i zaznacza właściwą.
5. W trakcie rozwiązywania testu uczeń może korzystać z charakterystyk czasowo-prądowych wkładek topikowych i wyłączników nadprądowych.
6. Na rozwiązanie testu uczeń ma 40 minut oraz 5 minut na zapoznanie się z instrukcją.
7. Po zakończeniu testu uczeń podnosi rękę i czeka, aż nauczyciel odbierze od niego pracę.

Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tę czynność 5 minut. Jeżeli są wątpliwości, zapytaj nauczyciela.
2. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
3. Na rozwiązanie zadań masz 40 minut.
4. W czasie rozwiązywania zadań nie możesz korzystać z żadnych pomocy.
5. Zaznacz poprawną odpowiedź, zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
6. W przypadku pomyłki weź złą odpowiedź w kółko i zaznacz właściwą.
7. W każdym zadaniu jest tylko jedna poprawna odpowiedź.
8. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj, aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

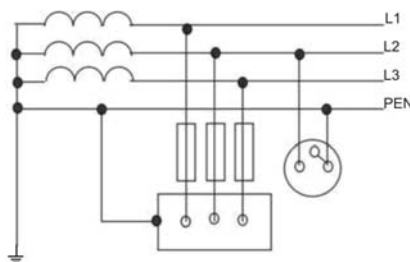
Powodzenia!

Materiały dla ucznia

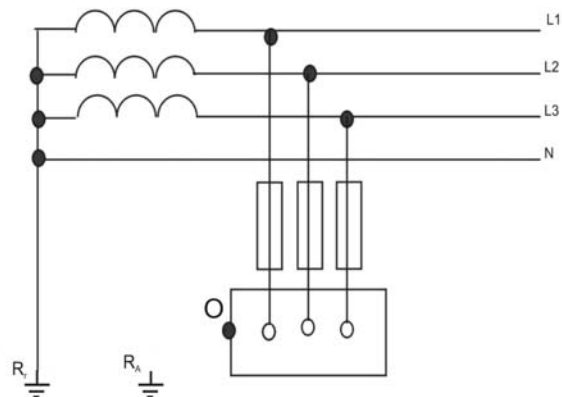
- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Jaki jest prąd rażenia przepływający przez ciało człowieka przy napięciu dotykowym 50V i rezystancji ciała człowieka $1k\Omega$ (inne rezystancje występujące w obwodzie rażenia pominać):
 - a) 50mA
 - b) 20mA
 - c) 5mA
 - d) 10mA
2. Jakich przewodów nie wolno zabezpieczać:
 - a) fazowych, ochronnych i odgromowych,
 - b) ochronnych PE i PEN i fazowych,
 - c) ochronnych PE i PEN oraz uziemień ochronnych i roboczych,
 - d) uziemień ochronnych i roboczych, fazowych.
3. Jaką wartość prądu zadziałania I_2 urządzenia wyłączającego w zabezpieczeniu przeciążeniowym przewodów przyjmuje się w praktyce:
 - a) $I_2 = 0,5 I_n$,
 - b) $I_2 = 1,45 I_n$,
 - c) $I_2 = 2,35 I_n$,
 - d) $I_2 = 6,25 I_n$.
4. Od czego zależą skutki przepływu prądu przez organizm ludzki:
 - a) rodzaju prądu, zabezpieczenia i doboru bezpieczników,
 - b) rodzaju prądu, wartości prądu i czasu przepływu,
 - c) rodzaju prądu, zabezpieczenia i czasu przepływu,
 - d) czasu przepływu, zabezpieczenia i doboru bezpieczników.
5. Jaki najważniejszy parametr ma wyłącznik różnicowoprądowy:
 - a) różnicowy prąd wyzwalający,
 - b) czas przepływu prądu,
 - c) napięcie znamionowe,
 - d) rodzaj prądu.
6. Ile wynosi minimalna niebezpieczna dla człowieka wartość prądu płynącego przez jego ciało przez dłuższy czas:
 - a) 30 mA prądu przemiennego i 30 mA prądu stałego,
 - b) 50 mA prądu przemiennego i 90 mA prądu stałego,
 - c) 70 mA prądu przemiennego i 30 mA prądu stałego,
 - d) 30 mA prądu przemiennego i 70 mA prądu stałego.
7. Układ sieciowy pokazany na rysunku to:
 - a) IT,
 - b) TT,
 - c) TN -S,
 - d) TN -C.



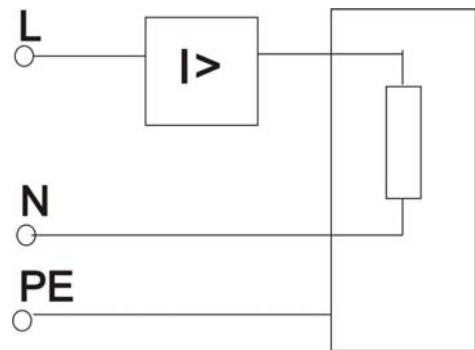
8. Samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TN nastąpi, gdy spełniony jest warunek:
- $Z_S \cdot I_a > U_O$, U_O – napięcie znamionowe względem ziemi
 - $Z_S \cdot I_a \leq U_L$, U_L – napięcie dotykowe bezpieczne
 - $Z_S \cdot I_a \leq U_O$,
 - $Z_S \cdot I_a > U_L$.
9. Sieć TN-C o napięciu fazowym $U=230$ V zabezpieczona jest bezpiecznikami Bi-Wts 20 A. Dla tego bezpiecznika przyjęto współczynnik $k=5$ dla czasu wyłączenia $t_w = 0,4$ s. Ile wynosi impedancja pętli zwarcia ?
- 4,4 Ω ,
 - 2,3 Ω ,
 - 3,6 Ω ,
 - 6,4 Ω .
10. Jaka może być największa wartość prądu zwarciovego płynącego w instalacji wykonanej przewodami miedzianymi o przekroju $2,5 \text{ mm}^2$ w izolacji polwinitowej w czasie 5s, aby nie nastąpiło uszkodzenie przewodów.
- 156 A,
 - 248 A,
 - 128 A,
 - 76 A.
11. W sieci pokazanej na rysunku punkt O obudowy urządzenia chronionego należy przyłączyć do:
- przewodu N,
 - przewodu L1,
 - uziemienia R_A ,
 - nie przyłączać.



12. Do pomiaru rezystancji uziemienia użyto woltomierza o zakresie 50 V i klasie 0,5. Jaki maksymalny błąd można popełnić używając tego przyrządu:
- 1,25 V,
 - 0,25 V,
 - 2,25 V,
 - 0,5 V.

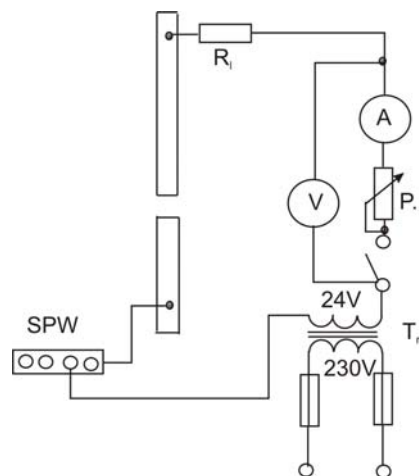
13. Na rysunku przedstawiono obwód z urządzeniem:

- a) ochronnym– napięciowym,
- b) wyłącznikiem różnicowo-prądowym,
- c) przekaźnikiem prądowym,
- d) ochronnym-przetężeniowym.



14. Układ jak na rysunku służy do pomiaru:

- a) rezystancji przewodów ochronnych,
- b) impedancji pętli zwarcia,
- c) rezystancji przewodów roboczych,
- d) rezystancji uziemienia.

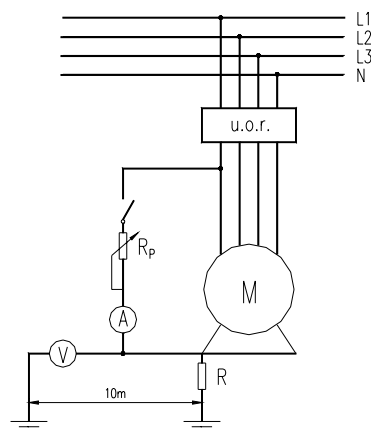


15. Jaka powinna być minimalna wartość rezystancji izolacji R_i odbiorników zasilanych w układzie sieciowym TN lub TT przy napięciu znamionowym U_N do 500 V

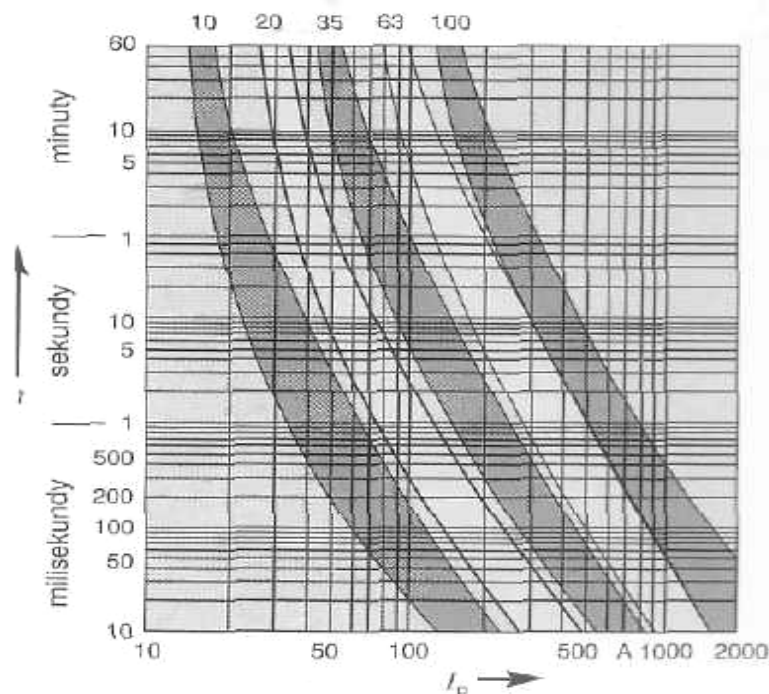
- a) $0,5 \text{ M}\Omega$,
- b) $2,5 \text{ M}\Omega$,
- c) $0,25 \text{ M}\Omega$,
- d) $0,0025 \text{ M}\Omega$.

16. Przedstawiony na rysunku układ służy do badania wyłącznika różnicowoprądowego. Jakie parametry wyłącznika można sprawdzić w tym układzie

- a) impedancji pętli zwarcia,
- b) napięcia znamionowego i prądu znamionowego obciążenia,
- c) prądu zadziałania i napięcia dotyku,
- d) rezystancji izolacji.

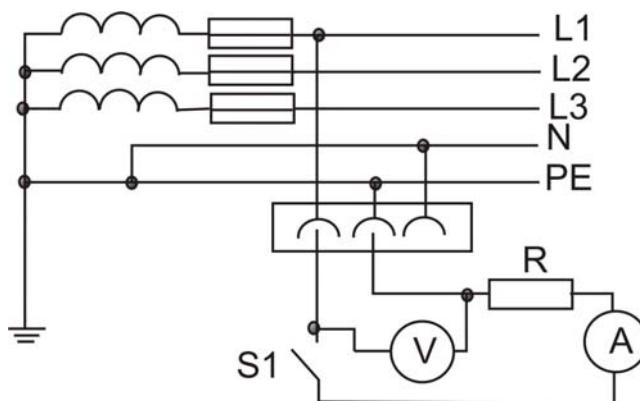


17. Jaki jest prąd wyłączający odbiornik zabezpieczony bezpiecznikiem 10 A w czasie krótszym niż 0,2 s.



Rys. 5.1 Charakterystyki prądowo-czasowe bezpieczników niskonapięciowych [3]

- a) $I_a = 90A$
 b) $I_a = 100A$
 c) $I_a = 60A$
 d) $I_a = 150A$
18. Wykonano pomiar impedancji pętli zwarcia. W stanie nieobciążonym zmierzono wartość napięcia $U_0 = 231\text{ V}$ (rys. 5.2). Przy obciążeniu prądem $I = 7\text{ A}$ napięcie jest równe $U = 228\text{ V}$. Ile wynosi impedancja pętli zwarcia.
- a) $2\ \Omega$,
 b) $0,43\ \Omega$,
 c) $0,12\ \Omega$,
 d) $1,2\ \Omega$



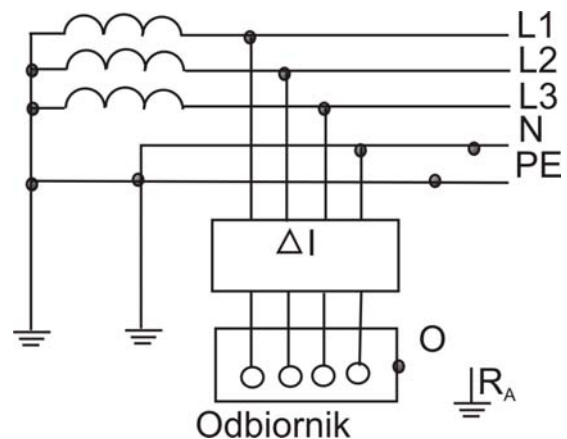
Rys. 5.2 Pomiar impedancji pętli zwarcia [3]

19. Sieć TT zabezpieczona jest bezpiecznikami Bi-Wts 20 A Dla tego bezpiecznika przyjęto współczynnik $k=5$ dla czasu wyłączenia $t_w = 0,4s$. Dopuszczalne napięcie dotykowe $U_L=50V$ Ile wynosi rezystancja uziemienia?

- a) $R_A = 4,4 \Omega$,
- b) $R_A = 0,5 \Omega$,
- c) $R_A = 1 \Omega$,
- d) $R_A = 2,5 \Omega$,

20. W sieci chronionej przez urządzenie różnicowoprądowe punkt O obudowy odbiornika należy przyłączyć do:

- a) przewodu neutralnego N,
- b) uziemienia ochronnego R_A ,
- c) przewodu ochronno-neutralnego PEN,
- d) przewodu ochronno-neutralnego PE.



KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Pomiary sprawdzające w instalacjach elektrycznych

Zaznacz poprawną odpowiedź.

Nr zadania	Odpowiedzi				Punktacja
	a	b	c	d	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Razem					

6. LITERATURA

1. Łasak F.: Badania odbiorcze i eksploatacyjne w instalacjach i urządzeniach elektrycznych do 1 kV. Centralny Ośrodek Szkolenia i Wydawnictw SEP. Warszawa 2005.
2. Kupras K. i in.: Wytyczne pomiary w elektroenergetyce do 1 kV Centralny Ośrodek Szkolenia i Wydawnictw SEP. Warszawa 2006.
3. Bastion P i in. : Praktyczna elektrotechnika ogólna. Wydawnictwo REA s. j. Warszawa 2003.
4. Orlik W.: Egzamin kwalifikacyjny elektryka w pytaniach i odpowiedziach. Wydawnictwo „KaBe” s.c. Krosno 2001
5. PN-IEC 60364-6-61-2000, Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze.
6. PN-IEC 60364-4-41, Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
7. PN-IEC 60364-5-54, Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
8. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. nr 75, poz. 690).
9. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 19 października 1998 r. w sprawie książki obiektu budowlanego (Dz. U. z 1998 r. nr 135, poz. 882).
10. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 3 listopada 1992 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 1992 r. nr 92, poz. 460 oraz z 1995 r. Nr 102, poz. 507).
11. Ustawa z 11 maja 2001 r. Prawo o Miarach (Dz. U. nr 63 z 2001 r. – poz. 636).
12. Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo Budowlane. (Dz. U. Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami).
13. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne (DZ. U. Nr 54, poz. 348 z późniejszymi zmianami).
14. Zarządzenia nr 198 z 1996 r. oraz nr 29 i 30 z 1999 r. Prezesa Głównego Urzędu Miar (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa nr 27/96 i 4/99).
15. Zarządzenie Prezesa Głównego Urzędu Miar nr 12 z dnia 30.03.1999 r. w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o miernikach oporu pętli zwarcia.