

5



ELEKTRYK

**Stosowanie środków ochrony
od porażeń prądem elektrycznym**



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Eleonora Muszyńska

Stosowanie środków ochrony od porażenia prądem elektrycznym 724[01].O1.05

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007**

Recenzenci:

mgr inż. Elżbieta Burlaga
mgr Ireneusz Wróblewski

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Barbara Kapruziak

Konsultacja:

mgr inż. Ryszard Dolata

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 724[01].O1.05 „Stosowanie środków ochrony od porażenia prądem elektrycznym” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu elektryk,

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	4
2. Wymagania wstępne	6
3. Cele kształcenia	7
4. Materiał nauczania	8
4.1. Skutki oddziaływania przepływu prądu elektrycznego stałego i przemiennego na organizm człowieka	8
4.1.1. Materiał nauczania	8
4.1.2. Pytania sprawdzające	9
4.1.3. Ćwiczenia	10
4.1.4. Sprawdzian postępów	10
4.2. Podstawowe pojęcia dotyczące ochrony od porażen prądem elektrycznym	11
4.2.1. Materiał nauczania	11
4.2.2. Pytania sprawdzające	13
4.2.3. Ćwiczenia	13
4.2.4. Sprawdzian postępów	14
4.3. Układy sieci niskiego napięcia	15
4.3.1. Materiał nauczania	15
4.3.2. Pytania sprawdzające	16
4.3.3. Ćwiczenia	17
4.3.4. Sprawdzian postępów	18
4.4. Klasy ochronności urządzeń elektrycznych. Rodzaje ochrony od porażen prądem elektrycznym	19
4.4.1. Materiał nauczania	19
4.4.2. Pytania sprawdzające	21
4.4.3. Ćwiczenia	22
4.4.4. Sprawdzian postępów	23
4.5. Środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim	24
4.5.1. Materiał nauczania	24
4.5.2. Pytania sprawdzające	25
4.5.3. Ćwiczenia	25
4.5.4. Sprawdzian postępów	26
4.6. Środki ochrony przed dotykiem pośrednim (samoczynne szybkie wyłączenie zasilania, urządzenia o II klasie ochronności, separacja elektryczna, izolacja stanowiska, połączenia wyrównawcze)	27
4.6.1. Materiał nauczania	27
4.6.2. Pytania sprawdzające	31
4.6.3. Ćwiczenia	31
4.6.4. Sprawdzian postępów	33
4.7. Budowa i zasada działania wyłączników różnicowoprądowych	34
4.7.1. Materiał nauczania	34
4.7.2. Pytania sprawdzające	35
4.7.3. Ćwiczenia	36
4.7.4. Sprawdzian postępów	38

4.8. Sprzęt ochronny. Zasady postępowania podczas ratowania osób porażonych prądem elektrycznym	39
4.8.1. Materiał nauczania	39
4.8.2. Pytania sprawdzające	41
4.8.3. Ćwiczenia	41
4.8.4. Sprawdzian postępów	42
5. Sprawdzian osiągnięć	43
6. Literatura	48

1. WPROWADZENIE

Poradnik, który masz przed sobą, będzie Ci pomocny w kształtowaniu umiejętności z zakresu oceny niebezpieczeństwa wystąpienia zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym oraz dobierania środków ochrony przeciwporażeniowej.

Wiadomości i umiejętności z tej dziedziny zostały określone w jednostce modułowej 724[01].O1.05 „Stosowanie środków ochrony od porażen prądem elektrycznym”. Jest to jednostka modułowa zawarta w module „Podstawy elektrotechniki i elektroniki” (schemat układu jednostek modułowych przedstawiony jest na stronie 5 tego poradnika).

W poradniku zamieszczono:

- szczegółowe cele kształcenia,
- materiał nauczania dotyczący poszczególnych tematów,
- pytania sprawdzające,
- sprawdziany postępów,
- przykładowy zestaw zadań testowych przygotowany dla potrzeb sprawdzenia efektywności kształcenia.

Jednostka modułowa pt. „Stosowanie środków ochrony od porażen prądem elektrycznym” została podzielona na 8 tematów. Każdy z nich zawiera ćwiczenia i materiał nauczania niezbędny do ich wykonania.

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczeń, odpowiedz na pytania sprawdzające, które są zamieszczone w każdym rozdziale, po materiale nauczania. Udzielone odpowiedzi pozwolą Ci sprawdzić czy jesteś dobrze przygotowany do wykonania zadań.

Treść programu jednostki modułowej zawiera podstawowe zagadnienia związane z ochroną przeciwporażeniową. W wyniku realizacji programu powinieneś między innymi opanować umiejętności:

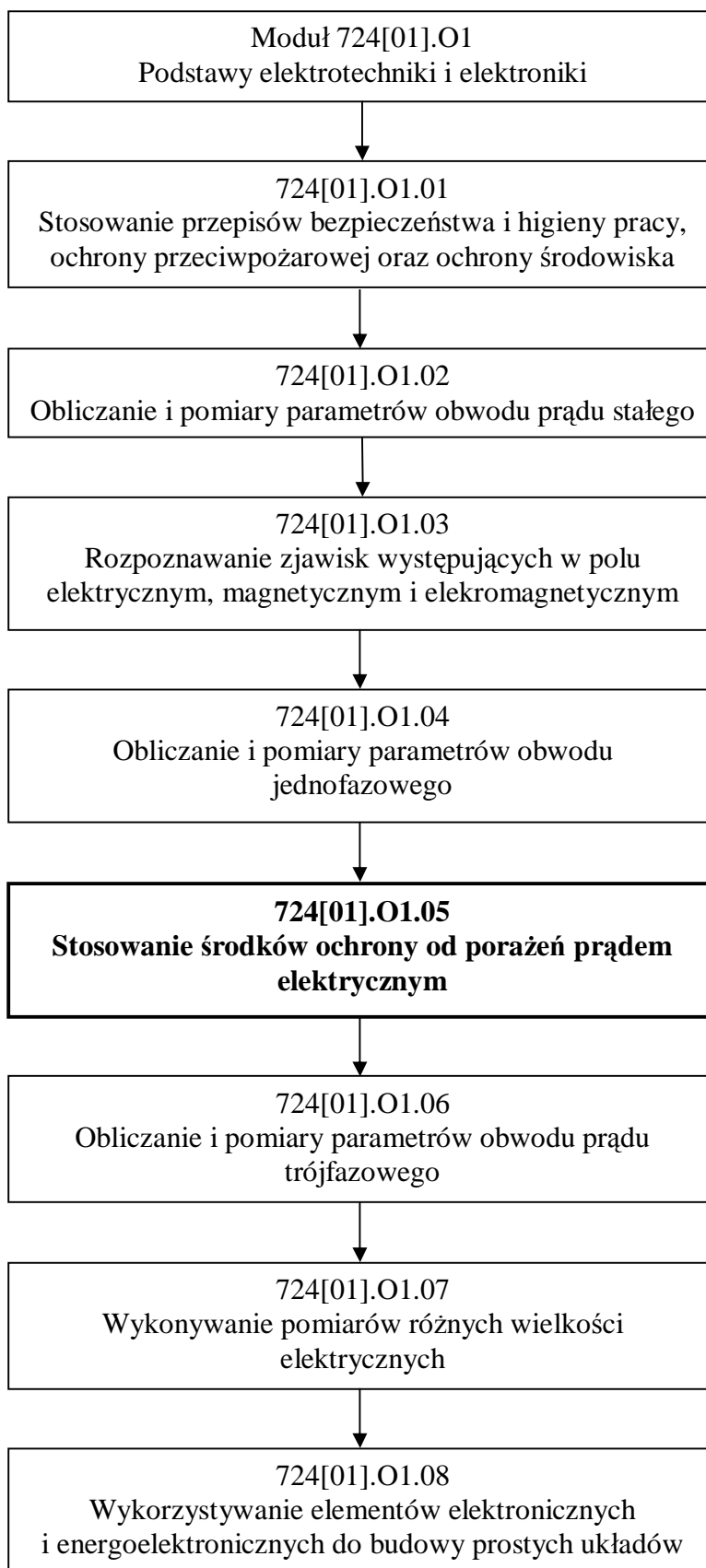
- rozpoznawania rodzaju zastosowanego środka ochrony od porażen prądem elektrycznym,
- dobierania właściwego środka ochrony od porażen prądem elektrycznym,
- udzielania pierwszej pomocy osobie porażonej prądem elektrycznym.

Szczególną uwagę zwróć na prawidłowe posługiwanie się terminologią z zakresu ochrony przeciwporażeniowej.

Po zakończeniu realizacji programu tej jednostki modułowej nauczyciel sprawdzi Twoje wiadomości i umiejętności za pomocą testu pisemnego. Abyś miał możliwość dokonania ewaluacji swoich działań rozwiąż przykładowy test sumujący zamieszczony na końcu poniższego poradnika.

Bezpieczeństwo i higiena pracy

W czasie pobytu w pracowni musisz przestrzegać regulaminów, przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonywanych prac. Przepisy te poznasz podczas trwania nauki.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- rozpoznawać podstawowe wielkości elektryczne i ich jednostki,
- wyjaśniać zjawiska występujące w polu elektrycznym i magnetycznym,
- stosować ważniejsze wzory z zakresu elektrotechniki, do obliczania prostych obwodów prądu stałego i przemiennego,
- wykonywać pomiary parametrów obwodu prądu stałego i przemiennego,
- odczytywać proste schematy elektryczne i na ich podstawie dokonywać analizy działania,
- łączyć proste układy elektryczne na podstawie schematów montażowych,
- rozróżniać przewody fazowe, neutralne i ochronne po ich barwnym oznaczeniu,
- rozpoznawać środki ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska stosowane w pracy elektryka,
- korzystać z literatury technicznej, podręczników, norm, katalogów,
- posługiwać się dokumentacją techniczną,
- pracować w grupie i indywidualnie,
- analizować wyniki swojej pracy i wyciągać wnioski,
- oceniać swoje umiejętności,
- uczestniczyć w dyskusji,
- stosować różne formy przekazywania przygotowanych informacji,
- interpretować podstawowe akty prawne, prawa i obowiązki pracownika i pracodawcy związane z bezpieczeństwem i higieną pracy,
- przestrzegać podstawowe przepisy bezpieczeństwa higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- wyjaśnić działanie prądu elektrycznego na organizm człowieka,
- ocenić niebezpieczeństwo wystąpienia zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym,
- rozróżnić sposoby ochrony od porażień prądem elektrycznym,
- rozpoznać na schemacie elektrycznym i w warunkach naturalnych środki ochrony od porażień prądem elektrycznym,
- wyjaśnić działanie podstawowych środków ochrony od porażień prądem elektrycznym,
- rozpoznać klasę ochronności urządzenia elektrycznego,
- zastosować odpowiedni do warunków środków ochrony od porażień prądem elektrycznym,
- zamontować zgodnie ze schematem elektrycznym różne rodzaje zabezpieczeń,
- rozpoznać podstawowy sprzęt ochronny,
- określić zasady stosowania sprzętu ochronnego,
- udzielić pierwszej pomocy osobie porażonej prądem elektrycznym.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Skutki oddziaływania przepływu prądu elektrycznego stałego i przemiennego na organizm człowieka

4.1.1. Materiał nauczania

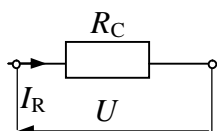
Znajomość oraz przestrzeganie przepisów i zasad bhp, a także dbałość o ład i porządek na swoim stanowisku pracy jest podstawowym obowiązkiem każdego pracownika. Przede wszystkim jednak, każdy pracownik, a zwłaszcza elektryk, powinien mieć świadomość zagrożeń wywołanych prądem elektrycznym oraz znać skuteczne sposoby zapobiegania tym zagrożeniom.

Negatywne działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki podzielić można na działanie bezpośrednie i pośrednie. Z działaniem bezpośrednim mamy do czynienia wtedy, gdy prąd rażeniowy I_R przepływa wprost przez organizm człowieka, natomiast skutkami działania pośredniego mogą być różnego rodzaju urazy mechaniczne (np. stłuczenia lub złamania), uszkodzenia wzroku, słuchu, poparzenia itp.

Prąd elektryczny przepływając bezpośrednio przez organizm człowieka może powodować w jego ciele:

- wydzielanie energii cieplnej, zwłaszcza w miejscu zetknięcia się ciała człowieka z częściami będącymi pod napięciem,
- oddziaływanie na układ nerwowy, krążenia i oddechowy, co objawia się skurczami mięśni, przez które płynie prąd,
- zjawiska elektrochemiczne, czyli np. nieodwracalna elektroliza krwi, mogąca doprowadzić do śmierci.

Zgodnie z prawem Ohma wartość prądu I_R przepływającego przez rezystancję R_C ciała człowieka jest wprost proporcjonalna do przyłożonego napięcia U , a odwrotnie proporcjonalna do tej rezystancji.



Rys. 1. Ilustracja graficzna prawa Ohma (R_C oznacza rezystancję ciała człowieka) [własne]

Rezystancja R_C ciała człowieka jest sumą rezystancji skóry oraz rezystancji wewnętrznej (żył, mięśni, ścięgien, chrząstek i kości). Podczas porażenia prądem w pierwszej kolejności ulega zniszczeniu naskórek, którego rezystancja jest największa (wynosi do kilku tysięcy Ω).

Po usunięciu naskórka rezystancja ciała ludzkiego wynosi około 1000 Ω . Stąd do bardzo wielu uproszczonych obliczeń, jako rezystancję ciała człowieka przyjmuje się właśnie tę wartość oporu.

Uwzględniając fakt, że wartość prądu rażeniowego zależy od napięcia U i rezystancji R_C , można stwierdzić, że stopień porażenia człowieka prądem elektrycznym zależy od następujących czynników:

- wartości prądu i czasu jego przepływu,
- drogi przepływu,
- rodzaju prądu (przemienny lub stały),
- stanu psychicznego i fizycznego człowieka.

- ad a) Im większa jest wartość prądu rażeniowego i dłuższy jest czas rażenia tym groźniejsze są skutki jego przepływu.
Orientacyjnie przyjmuje się, że prąd elektryczny o częstotliwości 50 Hz wywołuje następujące objawy:
- (0÷1) mA – prąd jest niewyczuwalny przy nieokreślonym czasie jego przepływu,
 - (1÷15) mA – występują skurcze mięśni, uczucie bólu i objawy te są tym większe im dłuższy jest czas rażenia,
 - (15÷30) mA – pojawiają się silne skurcze mięśni, utrudniony jest oddech, wzrasta ciśnienia krwi,
 - (30÷50) mA – przy czasie działania do minuty prąd taki wywołuje nieregularną pracę serca, utratę przytomności,
 - (50÷kilkaset) mA – może pojawić się silny wstrząs, migotanie komór serca, utrata przytomności i istnieje duże prawdopodobieństwo utraty życia.
- ad b) najbardziej niebezpieczne jest porażenie, przy którym prąd elektryczny przepływa przez klatkę piersiową i serce, a więc na drodze „ręka-ręka”, „prawa ręka-nogi”, „prawa ręka-płecy”. Prąd taki może spowodować porażenie mięśni oddechowych i zatrzymanie oddechu.
- ad c) badania wykazały, że najbardziej niebezpieczny dla człowieka jest prąd o częstotliwości 50 Hz. Prądy o częstotliwości większej niż 50 Hz są dla człowieka mniej niebezpieczne. Ludzie są również mniej wrażliwi na działanie prądu stałego w porównaniu z prądem przemiennym. Wartości napięć dotykowych bezpiecznych (dopuszczalnych długotrwale) prądu stałego są więc dla człowieka nieco większe niż prądu przemiennego (tabela 1, str. 11).
- ad d) zły stan fizyczny i psychiczny człowieka mają duży wpływ na zwiększenie ryzyka porażenia prądem – człowiek zmęczony, zdenerwowany, spocony, ma mniejszą zdolność koncentracji, częściej popełnia błędy a szybkość jego reakcji jest opóźniona. Intensywność porażenia wzmagają również: podeszły wiek, spożycie alkoholu lub zwiększona wilgotność otoczenia.

Uwaga:

Porażonego prądem elektrycznym, nieprzytomnego można uratować, pod warunkiem, że zacznie mu się udzielać skutecznie pomocy przedlekarskiej przed upływem 4 minut od chwili porażenia (patrz rozdział 4.8.1).

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Kiedy mówimy o działaniu bezpośrednim prądu elektrycznego na organizm ludzki?
2. Kiedy mówimy o działaniu pośrednim prądu elektrycznego na organizm ludzki?
3. Czym może objawiać się działanie pośrednie prądu elektrycznego?
4. Od jakich czynników zależy stopień porażenia prądem elektrycznym?
5. Od czego zależy wartość prądu przepływającego przez żywy organizm?
6. Jaką wartość przyjmuje się dla rezystancji wewnętrznej ciała człowieka?
7. Jaka wartość prądu nie stanowi dla przeciętnego człowieka żadnego zagrożenia?
8. Dlaczego najbardziej niebezpieczny jest przepływ prądu elektrycznego na drodze „ręka-ręka” i „ręka-nogi”?
9. Jaka jest różnica pomiędzy działaniem na człowieka prądu stałego i przemiennego?
10. Dlaczego stan fizyczny i psychiczny może mieć wpływ na zwiększenie niebezpieczeństwa porażeniowego?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Korzystając z wiadomości zdobytych na zajęciach lekcyjnych oraz wyszukując informacje w innych źródłach, określ przyczyny i skutki pośredniego działania prądu elektrycznego na organizm człowieka.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wyjaśnić pojęcia: „działanie bezpośrednie prądu” i „działanie pośrednie prądu”,
- 2) sklasyfikować możliwe przyczyny pośredniego działania prądu,
- 3) scharakteryzować ewentualne skutki pośredniego działania prądu,
- 4) wskazać środki zapobiegające omówionym zdarzeniom niepożądanym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt do ćwiczeń,
- podręczniki, poradniki dla elektryków lub czasopisma fachowe.

Ćwiczenie 2

Pracownik, podczas pracy, przez nieuwagę, dotknął do części czynnej urządzenia elektrycznego i znalazł się pod działaniem napięcia 230 V prądu przemiennego. Oblicz wartość prądu rażeniowego i oceń ewentualne skutki działania tego prądu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapisać (zgodnie z prawem Ohma) wzór umożliwiający obliczenie prądu rażeniowego I_R ,
- 2) obliczyć wartość prądu rażenia I_R , przyjmując $R_C = 1000 \Omega$ jako wartość rezystancji ciała człowieka,
- 3) na podstawie uzyskanego wyniku, ocenić skutki działania tego prądu na organizm pracownika.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt do ćwiczeń, długopis,
- kalkulator.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić czynniki decydujące o stopniu porażenia prądem?
2) scharakteryzować skutki pośredniego działania prądu na ciało człowieka?
3) scharakteryzować skutki działania bezpośredniego prądu?
4) obliczyć wartość prądu znając wartość napięcia i rezystancji?
5) ocenić stopień zagrożenia na podstawie danej wartości prądu rażeniowego?
6) wyjaśnić, jaki wpływ na stopień porażenia mają tzw. warunki środowiskowe?

4.2. Podstawowe pojęcia dotyczące ochrony od porażen prądem elektrycznym

4.2.1. Materiał nauczania

Podstawowe terminy, definicje oraz aktualne wymagania, dotyczące zapewnienia skutecznej ochrony od porażen prądem elektrycznym, w instalacjach zasilanych napięciem znamionowym do 1000 V prądu przemiennego lub 1500 V prądu stałego, zawarte są w normie PN-IEC 60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”. Norma ta podzielona jest na 7 części, z których część 4 nosi tytuł „Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa”. W celu odszukania informacji na temat ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach niskiego napięcia, należy skorzystać z arkusza 41 tej części, a więc z normy oznaczonej symbolem: PN-IEC 60364-4-41:2000.

Najważniejsze pojęcia dotyczące ochrony od porażen prądem elektrycznym [1 i 7]:

1. Część czynna – przewód lub część przewodząca instalacji elektrycznej mogąca znaleźć się pod napięciem w warunkach normalnej pracy instalacji (łącznie z przewodem neutralnym N lecz z wyłączeniem przewodu ochronnego PE i ochronno-neutralnego PEN).
2. Część przewodząca dostępna – część przewodząca instalacji elektrycznej, która może być dotknięta i która w czasie normalnej pracy instalacji nie znajduje się pod napięciem, ale może znaleźć się pod napięciem w wyniku uszkodzenia izolacji.
3. Część przewodząca obca – część przewodząca, która nie jest elementem instalacji i która może znaleźć się pod określonym potencjałem (np. instalacje centralnego ogrzewania, instalacje gazowe lub wodne).
4. Dotyk bezpośredni – dotknięcie przez człowieka lub zwierzę do części czynnej.
5. Dotyk pośredni – dotknięcie przez człowieka lub zwierzę do części przewodzącej, która znalazła się pod napięciem w wyniku awarii.
6. Napięcie znamionowe U_N – napięcie, na które instalacja elektryczna została zaprojektowana oraz zbudowana.
7. Napięcie dotykowe – napięcie pojawiające się między częściami jednocześnie dostępnymi w przypadku uszkodzenia izolacji.
8. Napięcie dotykowe bezpieczne U_L – najwyższa dopuszczalna wartość napięcia dotykowego, które może się utrzymywać długotrwale w określonych warunkach środowiskowych.
9. Warunki środowiskowe – lokalne warunki otoczenia, w których ma pracować instalacja elektryczna lub urządzenia elektryczne.

W_1 – warunki środowiskowe pierwsze, czyli takie, w których rezystancja ciała człowieka względem ziemi wynosi co najmniej 1000 Ω .

W_2 – warunki środowiskowe drugie, czyli takie, w których rezystancja ciała człowieka względem ziemi jest mniejsza niż 1000 Ω .

Wartości napięcia bezpiecznego U_L w warunkach W_1 i W_2 wynoszą odpowiednio:

Tabela 1. Wartości napięć bezpiecznych [1, s.16]

Rodzaj prądu	Wartość napięcia U_L	
	W_1	W_2
prąd przemienny	50 V	25 V
prąd stały	120 V	60 V

10. Stopień ochrony IP (wg. PN-EN 60529:2003) – stopień ochrony przed dotknięciem do części czynnych i elementów ruchomych oraz przed przedostawaniem się do wnętrza urządzenia ciał stałych, a także przed dostępem wody. Pełny symbol składa się z liter IP oraz dwóch cyfr (np. IP 44 lub IP 56). Pierwsza cyfra oznacza stopień ochrony przed dotknięciem do części czynnych, ruchomych i przedostawaniem się ciał stałych, a druga określa stopień ochrony przed dostępem do wnętrza urządzenia wody. Im większa cyfra, tym większy stopień ochrony. Cyfra 0 oznacza całkowity brak ochrony.
11. Przewód roboczy – przewód przeznaczony do przesyłu energii elektrycznej.
Dla prądu przemiennego:
 - przewód fazowy L (L1, L2, L3),
 - przewód neutralny N (barwa jasnoniebieska),
 - przewód ochronno-neutralny PEN (barwa żółto-zielona a na końcach jasnoniebieska).Dla prądu stałego:
 - przewód skrajny L+, L-,
 - przewód środkowy M.
12. Przewód ochronny PE – żółto-zielony przewód lub żyła przewodu, wymagany przez określone środki ochrony przeciwporażeniowej i przeznaczony do elektrycznego połączenia następujących części:
 - dostępnej przewodzącej,
 - obcej przewodzącej,
 - uziomu lub uziemionego punktu neutralnego źródła zasilania,
 - zacisku uziemiającego lub głównej szyny uziemiającej.
13. Przewód uziemiający – przewód ochronny łączący główną szynę (zacisk) uziemiający z uziomem.
14. Przewód wyrównawczy – przewód ochronny zapewniający wyrównanie potencjałów.
15. Główna szyna uziemiająca – szyna lub zacisk przeznaczone do przyłączania do uziomu przewodów ochronnych, w tym również przewodów połączeń wyrównawczych oraz przewodów uziemień roboczych, jeśli one występują.
16. Urządzenie różnicowoprądowe (wyłącznik różnicowoprądowy) – urządzenie reagujące na wartość prądu różnicowego (różnicę prądów wpływających i wypływających) w danym obwodzie, większego od znamionowego prądu wyzwalającego. Służy do ochrony przed niebezpiecznymi prądami rażeniowymi lub pożarem instalacji.
17. Uziom – metalowy przedmiot lub zespół przedmiotów umieszczonych w ziemi, tworzący elektryczne połączenie przewodzące z tym gruntem. Rozróżniamy uziomy naturalne i sztuczne.
18. Uziemienie ochronne – uziemienie jednego lub wielu punktów sieci, instalacji lub urządzenia dla celów bezpieczeństwa.
19. Uziemienie robocze (funkcjonalne) – uziemienie jednego lub wielu punktów sieci, instalacji lub urządzenia dla celów innych niż bezpieczeństwo elektryczne (dla zapewnienia prawidłowej pracy urządzeń w warunkach normalnych i zakłóceń).
20. Prąd rażeniowy – prąd przepływający przez ciało człowieka, który wywołuje skutki uznawane za niedopuszczalne.

Uwaga:

Znaczenie pojęć dotyczących ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektroenergetycznych wysokiego napięcia (powyżej 1 kV), jest identyczne (lub bardzo podobne) jak w odniesieniu do instalacji niskiego napięcia. Jednak ze względu na zwiększone niebezpieczeństwo porażeniowe, rodzaje ochrony oraz zasady jej stosowania normują odrębne akty prawne i dokumenty normalizacyjne.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co to jest część czynna, a co to jest dostępna część przewodząca?
2. Co to jest część przewodząca obca?
3. Co to jest napięcie znamionowe i napięcie bezpieczne?
4. W jaki sposób oznacza się stopień ochrony maszyn i urządzeń elektrycznych?
5. Jakim symbolem literowym oznacza się przewód fazowy?
6. Jakim symbolem literowym oznacza się przewód ochronny i jaką ma barwę?
7. Jakim symbolem literowym oznacza się przewód neutralny i jaką ma barwę?
8. Co to jest uziom i jakie znasz rodzaje uziomów?
9. Jaką rolę pełni uziemienie ochronne, a jaką uziemienie funkcjonalne?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dokonaj oględzin urządzeń zgromadzonych na Twoim stanowisku pracy, a następnie określ stopnie ochrony obudów tych urządzeń.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wyjaśnić, w jaki sposób, za pomocą symbolu literowo-cyfrowego, określa się stopnie ochrony obudów maszyn i urządzeń elektrycznych,
- 2) podać znaczenie poszczególnych cyfr w oznaczeniu stopnia ochrony,
- 3) odszukać miejsce usytuowania parametrów znamionowych zgromadzonych urządzeń,
- 4) odczytać symbol oznaczający stopień ochrony obudowy każdego urządzenia,
- 5) określić związek stopnia ochrony z rodzajem obudowy każdego urządzenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- urządzenia elektryczne lub obudowy urządzeń o różnych stopniach ochrony (silniki, łączniki, oprawy, szafki natynkowe itp.).

Ćwiczenie 2

Rozpoznaj i wskaż części czynne oraz części dostępne przewodzące, w maszynach i urządzeniach elektrycznych, zgromadzonych na Twoim stanowisku pracy. Wyjaśnij, co to są części przewodzące obce i podaj przykłady tych części w Twojej pracowni.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) podać definicję części czynnej, części przewodzącej dostępnej i przewodzącej obcej, zwracając uwagę na poprawne posługiwanie się tymi pojęciami,
- 2) rozpoznać i wskazać części czynne oraz części dostępne w dostępnych na stanowisku maszynach i urządzeniach,
- 3) podać definicję części przewodzącej obcej,
- 4) rozpoznać i wskazać części przewodzące obce w pracowni, w której odbywają się zajęcia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- co najmniej dwa urządzenia elektryczne (np. dowolny silnik, przekładnik lub licznik).

Ćwiczenie 3

Na podstawie barwy materiału izolacyjnego, określ przeznaczenie poszczególnych żył w przewodzie dostępnym na Twoim stanowisku pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) dokonać oględzin przewodu dostępnego na stanowisku pracy,
- 2) rozpoznać i wskazać żyłę ochronną, a następnie podać jej symbol literowy oraz określić przeznaczenie w instalacji,
- 3) rozpoznać i wskazać żyłę neutralną, a następnie podać jej symbol literowy oraz określić przeznaczenie w instalacji,
- 4) rozpoznać i wskazać żyły robocze, podać sposób oznaczania żył roboczych w przewodach.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odcinek przewodu wielożyłowego stosowanego w instalacjach mieszkaniowych.

Ćwiczenie 4

Wyszukując informacje w różnych źródłach, przygotuj krótką prezentację na temat: „Uziomy naturalne i sztuczne – rodzaje, budowa i zastosowanie”.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) podać definicję uziomu, a następnie sklasyfikować uziemienia ze względu na funkcję pełnioną w instalacjach elektrycznych,
- 2) scharakteryzować budowę i rodzaje uziomów sztucznych,
- 3) scharakteryzować budowę uziomów naturalnych oraz możliwości ich zastosowania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradniki dla elektryka,
- stanowisko z dostępem do Internetu.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) zdefiniować pojęcie części czynnych, dostępnych przewodzących oraz części obcych?
2) wskazać części czynne i części dostępne w instalacji i urządzeniu?
3) rozróżnić przewody fazowe, neutralne i ochronne na podstawie ich oznaczenia literowego oraz barwy izolacji?
4) przeznaczenie uziemienia roboczego i ochronnego?
5) wyjaśnić, w jaki sposób oznacza się stopień ochrony obudów urządzeń elektrycznych?
6) wyjaśnić co oznacza symbol IP44?

4.3. Układy sieci niskiego napięcia

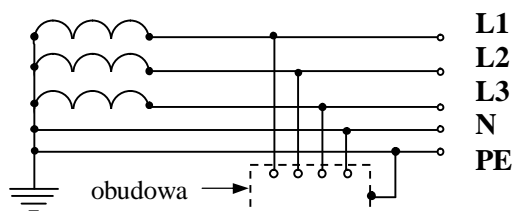
4.3.1. Materiał nauczania

Rodzaj układu sieci niskiego napięcia (w instalacjach elektrycznych do 1 kV) uzależniony jest od sposobu połączenia tej sieci z ziemią oraz od związku między ziemią a dostępnymi częściami przewodzącymi. Rozróżnia się pięć systemów sieci oznaczonych, zgodnie z normą PN-IEC 60364, za pomocą następujących symboli literowych: **TN-C**, **TN-S**, **TN-C-S**, **TT**, **IT**.

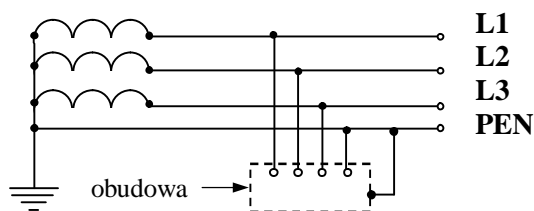
Poszczególne litery w oznaczeniu układu sieciowego symbolizują odpowiednio:

- T** - (na pierwszym miejscu w nazwie) wskazuje na bezpośrednie połączenie z ziemią jednego punktu układu sieciowego (najczęściej połączenie punktu neutralnego transformatora z uziemieniem roboczym).
- I** - (na pierwszym miejscu w nazwie) świadczy, że układ jest izolowany względem ziemi, czyli wszystkie części czynne są odizolowane od ziemi lub uziemione przez impedancję.
- N** - (na drugim miejscu w nazwie) oznacza połączenie dostępnych części przewodzących (przewodzących korpusów urządzeń elektrycznych) z uziemionym punktem układu sieciowego.
- T** - (na drugim miejscu w nazwie) oznacza bezpośrednie połączenie z ziemią dostępnych części przewodzących, niezależnie od uziemienia punktu neutralnego.
- S** - (na trzecim miejscu w nazwie) świadczy, że w układzie zastosowano osobno przewód ochronny PE i neutralny N.
- C** - (na trzecim miejscu) oznacza, że funkcję przewodu ochronnego i neutralnego spełnia jeden wspólny przewód ochronno-neutralny PEN.
- C-S** - oznacza, że w pierwszej części układu (patrząc od strony zasilania) zastosowany jest przewód PEN, a w drugiej osobny przewód PE i N.

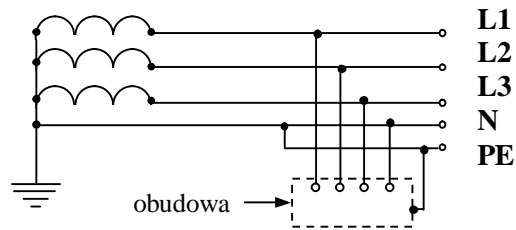
W Polsce sieci niskiego napięcia są zwykle czteroprzewodowe i pracują z uziemionym punktem neutralnym, a więc w układzie TN-C. Ponieważ zgodnie z przepisami, w obwodach rozdzielczych i odbiorczych instalacji elektrycznych, należy stosować oddzielny przewód neutralny N i ochronny PE, więc w miejscu łączącym sieć elektroenergetyczną z instalacją w budynku (w złączu), musi nastąpić rozdział przewodu PEN na PE i N. W ten sposób instalacja odbiorcza wykonana jest w układzie TN-S, a cały budynek jest zasilany w układzie TN-C-S.



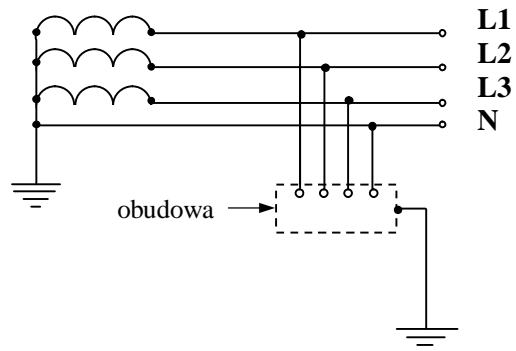
Rys. 2. Schemat układu sieci TN-S [w oparciu o: 6, s.11 i 4, s.47]



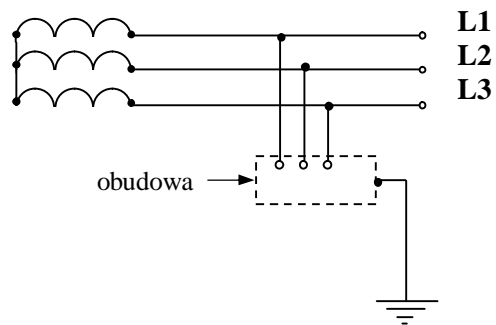
Rys. 3. Schemat układu sieci TN-C [w oparciu o: 6, s.11 i 4, s.47]



Rys. 4. Schemat układu sieci TN-C-S [w oparciu o: 6, s.11 i 4, s.47]



Rys. 5. Schemat układu sieci TT [w oparciu o: 6, s.11 i 4, s.47]



Rys. 6. Schemat układu sieci IT [w oparciu o: 6, s.11 i 4, s.47]

4.3.2. Pytania sprawdzające

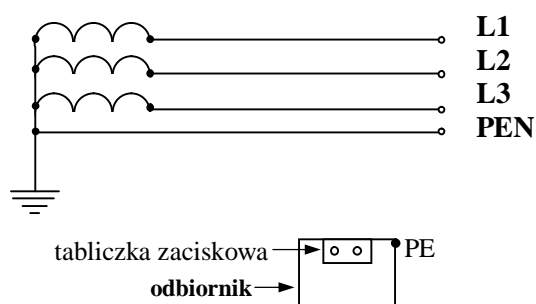
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie znasz rodzaje układów sieci niskiego napięcia?
2. Co oznacza pierwsza litera w nazwie układu sieciowego?
3. Co oznacza druga litera w nazwie układu sieciowego?
4. Co oznacza trzecia i czwarta litera w nazwie układu sieciowego?
5. Jakie cechy wspólne posiadają wszystkie układy TN i czym się różnią?
6. Jakimi cechami charakteryzuje się układ sieci TT?
7. Jakimi cechami charakteryzuje się układ sieci IT?
8. Który układ sieciowy jest stosowany w instalacjach odbiorczych budynków mieszkalnych?
9. W jakim układzie sieciowym wykonuje się sieci rozdzielcze niskiego napięcia?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dana jest sieć trójfazowa (jak na rysunku) oraz odbiornik jednofazowy. Wykonaj (graficznie) połączenie tego odbiornika z siecią zasilającą zgodnie ze wskazaniami właściwymi dla tego układu sieci.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

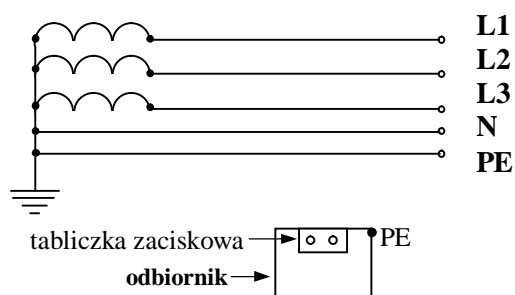
- 1) rozpoznać układ sieci pokazany na rysunku, podać jego symbol literowy,
- 2) nazwać wszystkie przewody w rozpatrywanym układzie sieci i określić ich rolę,
- 3) wskazać punkt neutralny układu,
- 4) dorysować połączenia odbiornika z siecią,
- 5) uzasadnić poprawność połączenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory kreślarskie.

Ćwiczenie 2

Dana jest sieć trójfazowa (jak na rysunku) oraz odbiornik jednofazowy. Wykonaj (graficznie) połączenie tego odbiornika z siecią zasilającą zgodnie ze wskazaniami właściwymi dla tego układu sieci.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) rozpoznać pokazany na rysunku układ sieci, podać jego symbol literowy,
- 2) nazwać wszystkie przewody w tym układzie sieci i określić ich rolę,
- 3) dorysować połączenia odbiornika z siecią,
- 4) uzasadnić poprawność połączenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory kreślarskie.

Ćwiczenie 3

Dany jest odbiornik o I klasie ochronności (np. grzejnik w obudowie metalowej) oraz zabezpieczona niezależnym wyłącznikiem różnicowoprądowym sieć typu TN-S. Podłącz ten odbiornik do sieci, zgodnie ze wskazaniami właściwymi dla tego rodzaju układu zasilania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) pracować przy stole montażowym z doprowadzonym zasilaniem pięcioprzewodowym,
- 2) dokonać oględzin odbiornika i odszukać zaciski wymagające zasilenia,
- 3) zaproponować schemat układu umożliwiający podłączenie odbiornika do istniejącej sieci,
- 4) skonsultować zaprojektowany układ z nauczycielem,
- 5) dobrać przewody pozwalające na połączenie odbiornika z siecią oraz narzędzia potrzebne do ucinania przewodów, ściągania izolacji i zagniatania tulejek i końcówek,
- 6) odizolować końce przewodów, zwracając uwagę na odpowiednią długość podłączanych przewodów, a następnie zaprasować tulejki i końcówki,
- 7) upewnić się o braku napięcia zasilającego w sieci,
- 8) wykonać połączenia elektryczne, zgodnie z zaproponowanym schematem, pamiętając o starannym zaprasowaniu końcówek i wykonaniu połączeń przewodami w kolorach zgodnych z normami,
- 9) sprawdzić poprawność połączeń,
- 10) zachować porządek na stanowisku pracy oraz pamiętać o zasadach bhp podczas wykonywania zadania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko z doprowadzoną siecią typu TN-S, zabezpieczone niezależnym wyłącznikiem różnicowoprądowym,
- odbiornik jedno- lub trójfazowy – urządzenie o I klasie ochronności,
- przewody o różnych barwach izolacji,
- końcówki i tulejki umożliwiające podłączenie przewodów do odbiornika oraz do sieci zasilającej,
- kompletnie wyposażona skrzynka monterska.
- arkusze papieru do zaprojektowania układu,
- przybory kreślarskie,

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) sklasyfikować układy sieci niskiego napięcia?
2) narysować schemat układu sieci TN-S?
3) podłączyć odbiornik trójfazowy do układu sieci TN-S?
4) podłączyć odbiornik jednofazowy do układu sieci TN-S?
5) narysować schemat układu sieci TN-C i TN-C-S?
6) podłączyć odbiornik w układzie sieci TN-C?
7) narysować schemat układu sieci TT i IT?
8) podłączyć odbiornik trójfazowy w układzie sieci TT i IT?
9) zachować bezpieczeństwo podczas podłączania odbiorników?

4.4. Klasy ochronności urządzeń elektrycznych. Rodzaje ochrony od porażenia prądem elektrycznym

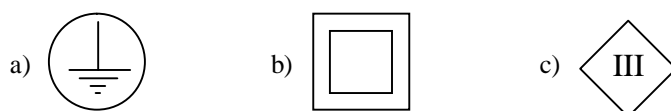
4.4.1. Materiał nauczania

Klasa ochronności urządzenia elektrycznego informuje nie tylko o jego budowie, ale przede wszystkim wskazuje, jakie należy zastosować środki ochrony przeciwporażeniowej, w celu zapewnienia bezpieczeństwa użytkownika tego urządzenia.

Rozróżniamy cztery różne klasy ochronności urządzeń elektrycznych:

1. **Urządzenia o klasie ochronności 0** to urządzenia, w których ochrona przeciwporażeniowa jest zrealizowana przez zastosowanie tylko izolacji podstawowej (w niektórych częściach mogą one mieć izolację podwójną lub wzmocnioną) i nie mają zacisku ochronnego. Przykładem takich urządzeń mogą być, wycofywane z użytku oprawy oświetleniowe lub żyrandole.
2. **Urządzenia o klasie ochronności I** to urządzenia, w których ochrona przeciwporażeniowa jest osiągnięta przez zastosowanie izolacji podstawowej (w niektórych częściach izolacja może być podwójna lub wzmocniona). Są one wyposażone są w zacisk ochronny, który umożliwia połączenie dostępnych części przewodzących z przewodem ochronnym PE. Przykładem takich urządzeń są silniki elektryczne, chłodziarki lub pralki.
3. **Urządzenia o klasie ochronności II** to urządzenia, w których ochronę przeciwporażeniową realizuje się przez zastosowanie podwójnej albo wzmocnionej izolacji. Urządzenia takie nie mają zacisku ochronnego, ale są bezpieczne i mogą być stosowane we wszystkich warunkach, o ile szczegółowe przepisy nie zdecydują inaczej. Przykładem są urządzenia gospodarstwa domowego – młynki do kawy lub roboty kuchenne.
4. **Urządzenia o klasie ochronności III** to urządzenia, w których ochrona przeciwporażeniowa zrealizowana jest przez zastosowanie bardzo niskich napięć bezpiecznych. Mają one zastosowanie m. in. w przenośnych lampach lub wiertarkach.

Klasę ochronności urządzenia elektrycznego można rozpoznać zarówno na podstawie budowy, jak i symbolu graficznego, który powinien być umieszczony w widocznym miejscu na obudowie.



Rys.7. Symbole graficzne klasy ochronności urządzeń: a) klasa I, b) klasa II, c) klasa III.
Dla klasy 0 brak symbolu graficznego [7, s.46]

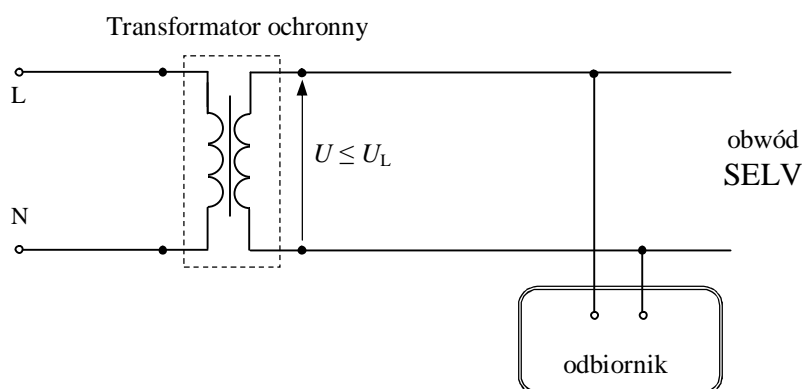
Rodzaj ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych, uzależniony jest od wartości napięcia znamionowego, zasilającego urządzenia odbiorcze.

W sieciach elektrycznych o napięciu do 1 kV stosuje się dwa zakresy napięciowe:

1. **Napięcia zakresu I**, to napięcia nie większe niż 50 V prądu przemiennego i 120 V prądu stałego, czyli tzw. napięcia bezpieczne (ELV).
2. **Napięcia zakresu II**, to napięcia prądu przemiennego o zakresie $50\text{ V} < U \leq 1000\text{ V}$ (dostępne w układach sieciowych TN-S, TN-C, TN-C-S, TT, IT) oraz napięcia prądu stałego o zakresie $120\text{ V} < U \leq 1500\text{ V}$.

Ochrona przeciwporażeniowa polegająca na zastosowaniu bardzo niskich napięć (w sieciach, w których napięcia nie przekraczają górnej granicy napięć zakresu I) nazywana jest również równoczesną ochroną przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim. Rozróżniamy następujące obwody bardzo niskich napięć:

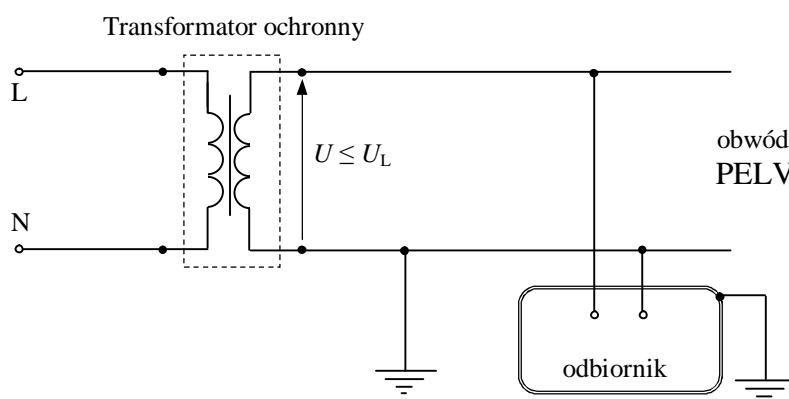
- 1) Bardzo niskie napięcia bezpieczne **SELV**,
- 2) Bardzo niskie napięcia ochronne **PELV**,
- 3) Bardzo niskie napięcia funkcjonalne **FELV**.



Rys. 8. Schemat obwodu SELV [w oparciu o: 6, s.7 i 1, s.56]

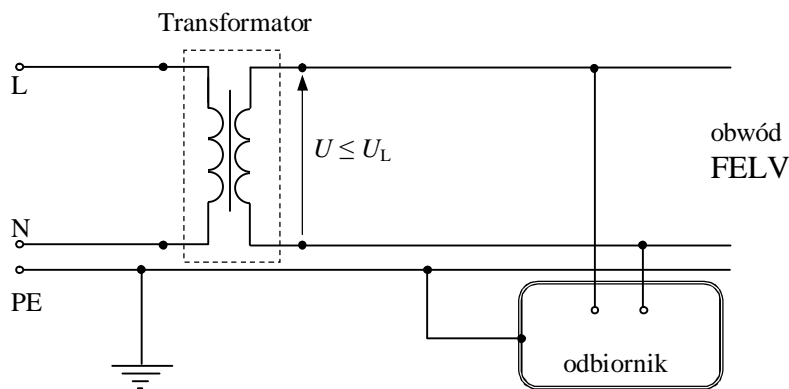
Z rys.8 wynika, że w obwodach SELV źródłem zasilania jest transformator ochronny (może to być również bateria akumulatorów lub elektromaszynowa przetwornica), na którego zaciskach wyjściowych napięcie nie przekracza wartości napięcia bezpiecznego U_L .

W obwodach SELV żadne części czynne oraz części przewodzące dostępne nie powinny być uziemione. Nie powinny też być połączone z częściami czynnymi innych obwodów lub dostępnymi częściami przewodzącymi innych urządzeń.



Rys. 9. Schemat obwodu PELV [w oparciu o: 6, s.7 i 1, s.57]

Z rys.9 wynika, że podobnie jak w układach SELV, również w obwodach PELV, części czynne powinny być oddzielone elektrycznie od obwodu wysokiego napięcia. Źródłem zasilania jest więc transformator o II klasie ochronności lub inne równie bezpieczne źródło napięcia. W tych obwodach jednak, części czynne i części dostępne przewodzące są połączone z uziemieniami.



Rys. 10. Schemat obwodu FELV [w oparciu o: 6, s.7 i 1, s.58]

W obwodach FELV (rys.10) źródłem zasilania jest zwykły transformator (albo autotransformator) a nie, jak w obwodach SELV i PELV, transformator o II klasie ochronności. Obwody te nie są więc w dostateczny sposób zabezpieczone przed przeniesieniem się do nich wysokiego napięcia.

W celu zapewnienia skutecznej ochrony przed dotykiem pośrednim w obwodach FELV wprowadza się dodatkowy przewód ochronny PE i do niego podłącza się wszystkie części dostępne przewodzące. Dla zapewnienia ochrony przed dotykiem bezpośrednim należy zastosować ogrodzenia, bariery, obudowy o stopniu ochrony co najmniej IP2X lub izolację wytrzymującą co najmniej napięcie probiercze obwodu pierwotnego

Uwaga:

- Władanie wtyczek obwodów SELV i PELV, a także obwodów FELV do gniazd wtyczkowych na inne napięcia powinno być niemożliwe.
- Gniazda wtyczkowe obwodów SELV i PELV nie powinny mieć styku ochronnego.
- Jeżeli w obwodach SELV i PELV napięcie przekracza 25 V prądu przemiennego lub 60 V prądu stałego, to należy dodatkowo zastosować ogrodzenia lub obudowy o stopniu ochrony co najmniej IP2X lub izolację, która wytrzymuje próbę napięciem probierczym 500 V w czasie 1 minuty.

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie cechy charakterystyczne mają urządzenia o I klasie ochronności?
2. Jakie cechy charakterystyczne mają urządzenia o II klasie ochronności?
3. Jaki jest symbol graficzny urządzeń o II klasie ochronności?
4. Czym charakteryzują się urządzenia o klasie ochronności 0?
5. Jaki jest symbol graficzny urządzeń o III klasie ochronności i jakie są to odbiorniki?
6. Co to są napięcia zakresu I, jakie są górne wartości napięć zakresu I?
7. Co to są napięcia zakresu II i jakie są górne wartości napięć zakresu II?
8. Jakie źródła niskiego napięcia mogą być wykorzystane w obwodach SELV i PELV?
9. Jakimi cechami charakterystycznymi odznaczają się obwody SELV?
10. Jakimi cechami charakterystycznymi odznaczają się obwody PELV?
11. Jakimi cechami charakterystycznymi odznaczają się obwody FELV?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wśród urządzeń elektrycznych dostępnych na stanowisku pracy, rozpoznaj i wskaż urządzenia o I oraz o II klasie ochronności. Wybór uzasadnij.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

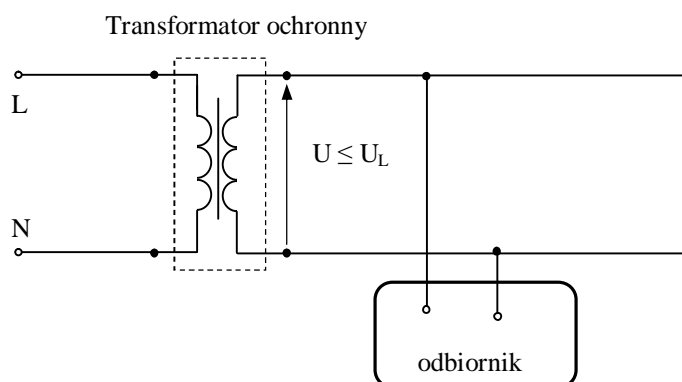
- 1) dokonać szczegółowych oględzin wszystkich urządzeń elektrycznych zgromadzonych na stanowisku pracy,
- 2) odszukać miejsce umieszczenia danych znamionowych na wszystkich urządzeniach,
- 3) odczytać parametry znamionowe oraz podać ich znaczenie,
- 4) rozpoznać i wskazać urządzenia o II klasie ochronności,
- 5) podać cechy charakterystyczne urządzeń o II klasie ochronności,
- 6) rozpoznać i wskazać urządzenia o I klasie ochronności,
- 7) uzasadnić swój wybór, podając cechy charakterystyczne urządzeń o I klasie ochronności.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- co najmniej 10 urządzeń o różnych klasach ochronności (silniki, oprawy, urządzenia gospodarstwa domowego).

Ćwiczenie 2

Rozpoznaj rodzaj zastosowanego środka ochrony przeciwporażeniowej na podstawie przedstawionego obok schematu.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wskazać źródło napięcia zasilającego odbiornik,
- 2) scharakteryzować właściwości źródła zasilającego odbiornik,
- 3) wyjaśnić znaczenie symbolu U_L ,
- 4) wyjaśnić znaczenie zapisu $U \leq U_L$,
- 5) rozpoznać zastosowany środek ochrony,
- 6) scharakteryzować właściwości ochronne rozpoznanego środka ochrony przeciwporażeniowej,
- 7) zapisać do zeszytu przykłady zastosowania rozpatrywanych obwodów w praktyce.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat układu ochronnego,
- zeszyt do ćwiczeń,
- długopis.

Ćwiczenie 3

Spośród urządzeń dostępnych na stanowisku pracy wybierz te, które mogą stanowić źródło napięcia dotykowego bezpiecznego (dopuszczalnego długotrwale).

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) podać wartości napięć bezpiecznych w określonych warunkach środowiska,
- 2) scharakteryzować właściwości bezpiecznych źródeł napięcia,
- 3) dokonać oględzin wszystkich urządzeń zgromadzonych na stanowisku pracy,
- 4) zapoznać się z danymi znamionowymi urządzeń oraz symbolami graficznymi umieszczonymi na ich obudowach,
- 5) rozpoznać i wskazać źródła napięć bezpiecznych, uzasadniając swój wybór,
- 6) wskazać zaciski, do których można podłączyć odbiornik.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- różne typy transformatorów: dwuuzwojeniowe, autotransformatory, transformatory bezpieczeństwa,
- akumulator,
- różne typy prądnic.

Ćwiczenie 4

W układach zasilanych napięciem zakresu II stosuje się niezależnie od siebie środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim oraz pośrednim. Wyjaśnij cel stosowania tych ochron.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wyjaśnić, jakie wartości napięć zaliczamy do napięć zakresu II,
- 2) wyjaśnić co to jest dotyk bezpośredni i co jest celem ochrony przed dotykiem bezpośrednim,
- 3) wyjaśnić co to jest dotyk pośredni i co jest celem ochrony przed dotykiem pośrednim.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt do ćwiczeń,
- długopis.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) rozpoznać klasę ochronności urządzenia na podstawie jego budowy?
2) rozpoznać klasę ochronności urządzenia na podstawie symbolu graficznego?
3) wyjaśnić na czym polega równoczesna ochrona przed dotykiem pośrednim i bezpośrednim?
4) rozpoznać obwód bardzo niskich napięć bezpiecznych na podstawie schematu?
5) scharakteryzować budowę układów SELV i PELV i FELV?
6) scharakteryzować właściwości obwodów SELV, PELV i FELV?
7) rozpoznać i scharakteryzować źródła napięć bezpiecznych?

4.5. Środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim

4.5.1. Materiał nauczania

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa), spełnia swoje zadania w czasie normalnej pracy urządzeń elektrycznych. Celem jej stosowania jest zabezpieczenie ludzi i zwierząt domowych przed zagrożeniami wynikającymi z niezamierzonego dotknięcia do części czynnych instalacji elektrycznej. Cel ten można zrealizować poprzez uniemożliwienie przepływu prądu przez ciało człowieka albo przez ograniczenie tego prądu do wartości mniejszej niż prąd rażeniowy.

Do środków ochrony przed dotykiem bezpośrednim zaliczamy:

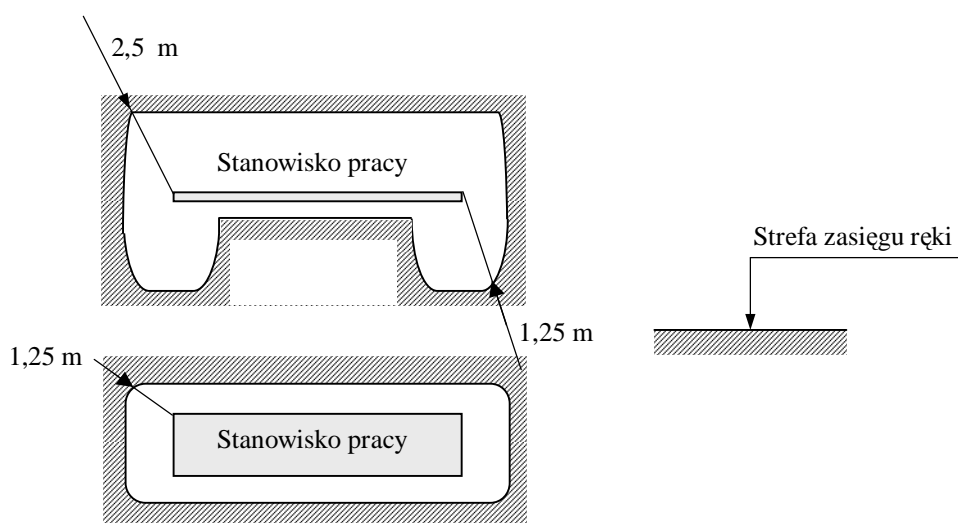
1. Ochronę polegającą na izolowaniu części czynnych urządzeń elektrycznych,
2. Ochronę przy użyciu ogrodzeń (przegród), osłon lub obudów,
3. Ochronę przy użyciu barier,
4. Ochronę polegającą na umieszczeniu poza zasięgiem ręki,
5. Ochronę uzupełniającą za pomocą urządzeń różnicowoprądowych.

Ad1. Izolacja, jaką pokrywa się części czynne urządzeń powinna być wytrzymała na działania chemiczne, termiczne, elektryczne oraz obciążenia mechaniczne. Może być ona usunięta tylko przez jej zniszczenie. Należy pamiętać, że w miarę eksploatacji izolacja ulega starzeniu i może nie spełniać wymagań odpowiednich norm.

Ad2. Obudowy, osłony oraz ogrodzenia, wewnątrz których umieszcza się części czynne aparatów i urządzeń, powinny być zamocowane w sposób trwały, mieć dostateczną stabilność oraz stopień ochrony co najmniej IP2X (z wyjątkiem przypadków, gdy niższy stopień ochrony występuje podczas wymiany niektórych części, np. opraw oświetleniowych lub gniazd wtyczkowych).

Ad3. Bariery mają zabezpieczać człowieka tylko przed przypadkowym dotknięciem do części czynnych. Mogą być usunięte bez użycia narzędzi, ale powinny być zabezpieczone przed niezamierzonym usunięciem.

Ad4. Uniedostępnianie to zachowanie odpowiedniej odległości części czynnych od miejsc dostępnych dla człowieka. Dwie części uznaje się za jednocześnie dostępne, jeżeli znajdują się w odległości od siebie mniejszej niż 2,5m.



Rys. 11. Ilustracja strefy zasięgu ręki człowieka. [w oparciu o 6, s.9]

Ad5. Wyłączniki różnicowoprądowe (omówione w rozdziale 4.7 tego poradnika) reagują na prąd uszkodzeniowy płynący do ziemi, do uziemionego przewodu ochronnego lub przez ciało człowieka. Nie istnieją one jednak jako samodzielne środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim, lecz stosuje się je jedynie w celu zwiększenia skuteczności innych środków tej ochrony. Urządzenia różnicowoprądowe mogą być jednak zakwalifikowane do uzupełniających środków ochrony podstawowej, tylko pod warunkiem, że ich znamionowy różnicowy prąd zadziałania $I_{\Delta N}$ nie przekracza wartości 30 mA (są to tzw. wysokoczułe wyłączniki różnicowoprądowe).

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jaki jest cel stosowania ochrony przed dotykiem bezpośrednim?
2. Jakie środki ochrony przed dotykiem pośrednim wyróżnia norma PN-IEC 60364?
3. Co to jest izolacja podstawowa i jaką pełni rolę w ochronie przed dotykiem bezpośrednim?
4. W jaki sposób można zrealizować ochronę przez zastosowanie barier, ogrodzeń, osłon i obudów?
5. Co to jest uniedostępnianie i jakie są warunki tego środka ochrony?
6. Jakie są granice zasięgu ręki człowieka na stanowisku pracy?
7. Jaka rolę w ochronie przed dotykiem bezpośrednim pełnią wyłączniki różnicowoprądowe?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Scharakteryzuj możliwości uchronienia człowieka przed zagrożeniami wynikającymi z dotyku do części czynnych instalacji elektrycznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

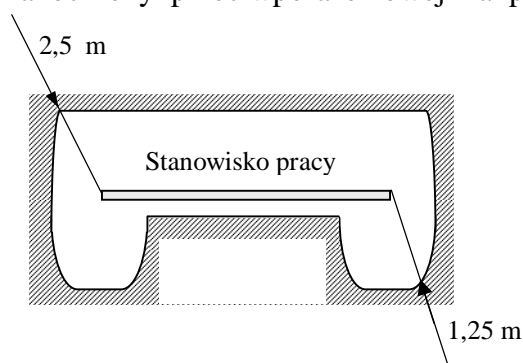
- 1) wyjaśnić, co to jest część czynna instalacji elektrycznej, podać przykłady tych części i wskazać je na stanowisku pracy,
- 2) wyjaśnić, w jaki sposób można uniemożliwić kontakt ciała człowieka z częściami czynnymi, a tym samym uniemożliwić przepływ prądu elektrycznego przez ciało człowieka (podać przykłady rozwiązań uniemożliwiających przepływ prądu przez człowieka),
- 3) wyjaśnić, w jaki sposób można ograniczyć prąd, jaki może przepłynąć przez człowieka do wartości bezpiecznej (podać przykłady rozwiązań),
- 4) podać pełną nazwę ochrony zapobiegającej niebezpiecznym skutkom dotknięcia do części czynnych urządzeń elektrycznych.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- przewody, silniki lub inne urządzenia elektryczne z widocznymi częściami czynnymi,
- zeszyt do ćwiczeń,
- podręczniki, poradniki, normy.

Ćwiczenie 2

Rozpoznaj rodzaj zastosowanego środka ochrony przeciwporażeniowej na podstawie przedstawionego schematu.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wyjaśnić co to jest strefa zasięgu ręki człowieka i jakie są wartości strefy zasięgu ręki,
- 2) rozpoznać i podać poprawną nazwę zastosowanego środka ochrony,
- 3) scharakteryzować wymagania dotyczące skuteczności zastosowanego środka ochrony.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt do ćwiczeń,
- podręczniki, poradniki, normy.

Ćwiczenie 3

Rezystancja izolacji w dobrym stanie, osiąga bardzo dużą wartość. Mając do dyspozycji miernik do pomiaru rezystancji izolacji oraz przeznaczoną do niego instrukcję użytkowania, wykonaj pomiar rezystancji izolacji odcinka instalacji elektrycznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) pobrać z magazynu miernik do pomiaru rezystancji izolacji oraz zapoznać się z instrukcją dołączoną do miernika,
- 2) upewnić się, czy w badanym odcinku linii (wskazanym przez nauczyciela) łączniki są zamknięte a odbiorniki odłączone,
- 3) wykonać pomiar zgodnie z zaleceniami, odczytać oraz ocenić wyniki pomiaru.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- miernik do pomiaru rezystancji izolacji wraz z instrukcją,

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) podać cel ochrony przed dotykiem bezpośrednim?
2) wymienić środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim?
3) scharakteryzować środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim?
4) określić granice zasięgu ręki człowieka?
5) wykonać pomiar rezystancji izolacji oraz ocenić stan izolacji odcinka instalacji?
6) zastosować środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim zgodnie z przepisami?

4.6. Środki ochrony przed dotykiem pośrednim (samoczynne szybkie wyłączenie zasilania, urządzenia o II klasie ochronności, separacja elektryczna, izolacja stanowiska, połączenia wyrównawcze)

4.6.1. Materiał nauczania

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona przy uszkodzeniu) wypełnia swoją rolę w warunkach zakłóceń. Jej zadaniem jest zabezpieczenie żywych organizmów przed zagrożeniami wynikającymi z dotknięcia do części przewodzących dostępnych, które mogłyby znaleźć się pod napięciem w wyniku uszkodzenia izolacji instalacji elektrycznej.

Ochrona ta będzie zrealizowana pomyślnie jeżeli:

- 1) uniemożliwi się przepływ przez ciało człowieka prądu elektrycznego, który może pojawić się w wyniku uszkodzenia izolacji,
- 2) ograniczy się prąd spowodowany uszkodzeniem do wartości mniejszej niż prąd rażeniowy,
- 3) samoczynnie szybko wyłączy się zasilanie, w przypadku uszkodzenia izolacji.

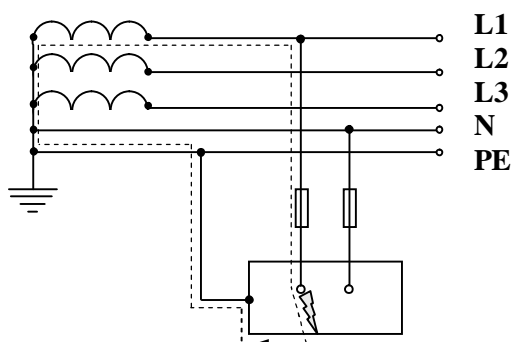
W celu skutecznej realizacji ochrony od porażeń prądem elektrycznym, przy eksploatacji instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych, wymaga się zastosowania środków ochrony przed dotykiem bezpośrednim oraz jednego ze środków ochrony przed dotykiem pośrednim.

Do środków ochrony przed dotykiem pośrednim zalicza się:

- 1) szybkie samoczynne wyłączenie zasilania,
- 2) stosowanie odbiorników o II klasie ochronności,
- 3) izolowanie stanowiska,
- 4) stosowanie separacji elektrycznej,
- 5) miejscowe nieuziemiene połączenia wyrównawcze.

Ochrona przez samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układach sieci TN

W układach sieci TN (TN-S, TN-C, TN-C-S) samoczynne szybkie wyłączenie zasilania realizuje się poprzez połączenie dostępnych części przewodzących z przewodem ochronnym PE. W tak wykonanym połączeniu, w przypadku zwarcia części czynnej do części dostępnej przewodzącej, popłynie prąd zwarciovowy, który spowoduje samoczynne zadziałanie urządzeń wyłączających (obwód, w którym przepływa prąd zwarciovowy przedstawia rys.12).



Rys. 12. Przebieg prądu zwarciovowego w układzie sieci TN-S. [własne]

Z rys.12 wynika, że prąd zwarciový przepływa przez źródło zasilania (transformator), przewód roboczy aż do miejsca zwarcia oraz przez przewód ochronny PE (od miejsca zwarcia do źródła zasilania). Impedancję (opór) wskazanego obwodu nazywamy impedancją pętli zwarciový i oznaczamy symbolem Z_s .

Aby ochrona przeciwporażeniowa była skuteczna powinien być spełniony warunek:

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a}$$

gdzie:

Z_s – impedancja pętli zwarciový w omach [Ω],

U_o – napięcie znamionowe względem ziemi w woltach [V],

I_a – prąd powodujący szybkie samoczynne wyłączenie zasilania w amperach [A].

Wartość prądu I_a powodującego samoczynne wyłączenie zasilania, zależy od rodzaju urządzenia zabezpieczającego. W praktyce stosuje się w tym celu:

- wyłączniki nadprądowe,
- bezpieczniki topikowe,
- wyłączniki różnicowoprądowe.

Skuteczność ochrony przed dotykiem pośrednim w układach sieci TN warunkuje odpowiednio krótki czas wyłączenia zasilania, w przypadku zwarcia pomiędzy jednym z przewodów fazowych a dostępną częścią przewodzącą urządzenia. Według przepisów dopuszczalny czas trwania zwarcia między przewodem fazowym a ochronnym nie może być dłuższy niż czas podany w tabeli 2:

Tabela 2. Maksymalne czasy wyłączenia w układach sieci TN [6, s.13]

U_o [V]	Czas wyłączenia [s]
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Ponieważ czasy podane w tabeli 2 są bardzo krótkie, przepisy dopuszczają czasy wyłączenia dłuższe, ale nie dłuższe niż 5 s. Jest to możliwe, jeżeli:

- w instalacjach zastosuje się połączenia wyrównawcze główne i miejscowe, które połączą przewody ochronne PE z częściami przewodzącymi konstrukcji budynku lub innych instalacji,
- do obwodów podłączone będą jedynie odbiorniki stałe lub stacjonarne i do tej instalacji nie są podłączone inne odbiorniki dla których wymaga się krótszy czas wyłączenia,
- impedancja przewodu ochronnego w stosunku do pętli zwarcia jest odpowiednio mała.

Ochrona przez samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układach sieci TT i IT

W układzie sieci TT dla zapewnienia szybkiego samoczynnego wyłączenia zasilania, części przewodzące dostępne łączy się z uziemieniem ochronnym (rysunek 13).

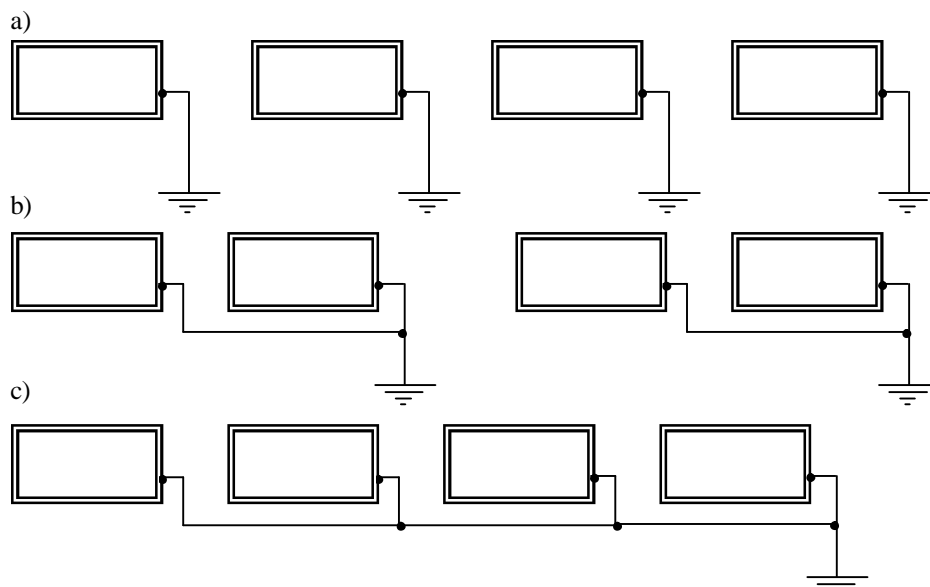
Dla zapewnienia szybkiego wyłączenia zasilania powinien być spełniony warunek:

$$R_A \cdot I_a \leq 50V$$

gdzie:

R_A - suma rezystancji uziomu i przewodu ochronnego w omach [Ω],

I_a - prąd zadziałania urządzenia ochronnego w amperach [A].



Rys.13. Sposoby połączenia obudów odbiorników z uziemem [6, s.17]

- a) uziemienie indywidualne,
- b) uziemienie grupowe,
- c) uziemienie zbiorowe.

W układzie sieci IT prąd pojedynczego zwarcia doziemnego jest bardzo mały i nie spowodowałby zadziałania urządzeń zabezpieczających. Dlatego w układach tych nie wymaga się szybkiego wyłączenia zasilania przy takim zwarcu. Wymaga się jednak, żeby napięcie dotykowe nie przekroczyło wartości dopuszczalnych w określonych warunkach środowiskowych. Wymaganie to jest spełnione, jeżeli zachodzi związek:

$$R_A \times I_d \leq U_L$$

gdzie:


R_A - rezystancja uziomu w omach [Ω],

I_d - prąd pojedynczego zwarcia z ziemią w amperach [A],

U_L - napięcie bezpieczne w woltach [V].

Ochrona przez zastosowanie odbiorników o II klasie ochronności – symbol

Ochrona ta polega na niedopuszczeniu do pojawienia się w czasie użytkowania niebezpiecznego napięcia dotykowego na dostępnych częściach przewodzących. Cel ten osiąga się przez zastosowanie podwójnej lub wzmocnionej izolacji. Obudowa tych urządzeń powinna być odporna na obciążenia mechaniczne, elektryczne i wpływy termiczne. Przykładem są różne urządzenia gospodarstwa domowego (roboty kuchenne, młynki do kawy, golarki, transformatory ochronne, lampy biurowe).

W widocznych miejscach na obudowie powinien być umieszczony znak , który zakazuje przyłączenia przewodu ochronnego.

Ochrona poprzez zastosowanie izolowania stanowiska

Ten środek ochrony polega na pokryciu stanowiska pracy materiałem izolacyjnym. Człowiek, stojąc na takim stanowisku, nawet gdyby dotknął do części, która znalazła się pod napięciem w wyniku uszkodzenia izolacji podstawowej, jest bezpieczny, ponieważ nie ma drogi zamkniętej dla przepływu prądu. Warunkiem skuteczności tej ochrony jest to, aby

rezystancja izolacji ścian i podłóg była dostatecznie duża oraz aby na izolowanym stanowisku nie znajdowały się żadne części przewodzące obce (patrz – strefa zasięgu ręki).

Ochrona poprzez zastosowanie separacji elektrycznej

Ochrona ta polega na zasilaniu jednego (a w szczególnych przypadkach większej liczby) odbiornika za pomocą transformatora separacyjnego lub innego źródła zapewniającego taki sam poziom bezpieczeństwa, jak transformator separacyjny. Części czynne obwodu separowanego nie mogą być w żadnym punkcie połączone z innym obwodem lub z ziemią, ponieważ tylko wtedy, w razie uszkodzenia izolacji roboczej nie ma drogi zamkniętej dla przepływu prądu rażeniowego.

Ochrona poprzez zastosowanie miejscowych nieziemionych połączeń wyrównawczych

Ten środek ochrony polega na połączeniu między sobą wszystkich części przewodzących jednocześnie dostępnych i części przewodzących obcych. Celem takiego połączenia jest ewentualne wyrównanie potencjałów. Połączenia takie nie mogą być uziemione i stosuje się je na izolowanym stanowisku oraz przy separacji elektrycznej.

Połączenia wyrównawcze główne i dodatkowe

Aby uniknąć możliwości występowania w obiektach budowlanych (na różnych metalowych elementach i częściach przewodzących dostępnych urządzeń) niebezpiecznych różnic potencjałów, stosowane są dwa rodzaje połączeń wyrównawczych: główne oraz dodatkowe. Połączenia wyrównawcze główne powinny łączyć ze sobą następujące części przewodzące:

- główną szynę uziemiającą,
- rury metalowe i inne metalowe urządzenia,
- metalowe elementy konstrukcyjne,
- przewód ochronny obwodu rozdzielczego.

Połączenia wyrównawcze dodatkowe, stosuje się jako uzupełnienie ochrony przed dotykiem pośrednim, w przypadku gdy w instalacji lub jej części nie mogą być spełnione warunki samoczynnego wyłączenia zasilania w dostatecznie krótkim czasie. Połączenia takie obejmują wszystkie części jednocześnie dostępne urządzeń stałych i części przewodzące obce oraz przewody ochronne wszystkich urządzeń i gniazd.

Tabela 3. Minimalne przekroje przewodów ochronnych PE [5, s.21]

Przekrój przewodów fazowych S [mm ²]	Minimalny przekrój przewodu ochronnego [mm ²]
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$0,5 \cdot S$

Uwaga:

W związku z prowadzeniem prac nad nowelizacją wielu norm stosowanych w Unii Europejskiej (w tym również normy PN-IEC 60364), w najbliższych latach należy spodziewać się również pewnych zmian w definicjach niektórych pojęć z zakresu ochrony przeciwporażeniowej. Zmianie mogą ulec również zasady dotyczące stosowania środków ochrony od porażenia prądem elektrycznym. Z tej przyczyny, każdy elektryk zobowiązany jest na bieżąco śledzić literaturę fachową, a także uczestniczyć w okresowych szkoleniach potwierdzających jego kwalifikacje zawodowe.

4.6.2. Pytania sprawdzające

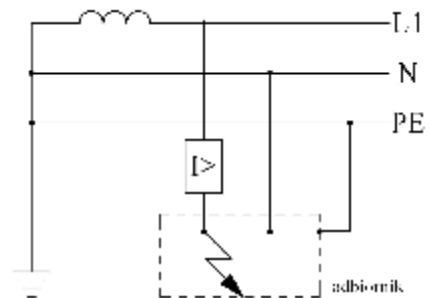
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jaki jest cel stosowania ochrony przed dotykiem pośrednim?
2. Jakie środki ochrony przed dotykiem pośrednim wyróżnia norma PN-IEC 60364?
3. Na czym polega ochrona przez zastosowanie szybkiego wyłączenia zasilania w układzie sieci TN-S?
4. Co nazywamy pętlą zwarciovą?
5. Jaki jest warunek szybkiego wyłączenia zasilania w układzie sieci TN-S?
6. Jakie urządzenia zabezpieczające mogą spowodować szybkie wyłączenie zasilania?
7. Na czym polega ochrona przez zastosowanie szybkiego wyłączenia zasilania w układzie sieci TT?
8. Jaki jest warunek szybkiego wyłączenia zasilania w układzie sieci TT?
9. Na czym polega ochrona przez zastosowanie separacji elektrycznej?
10. Na czym polega ochrona przez zastosowanie izolowania stanowiska?
11. Na czym polega ochrona przez zastosowanie odbiorników o II klasie ochronności?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dokonaj analizy działania ochrony przeciwporażeniowej przez szybkie wyłączenie zasilania w układzie sieci TN-S, na podstawie załączonego poniżej schematu obwodu elektrycznego.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

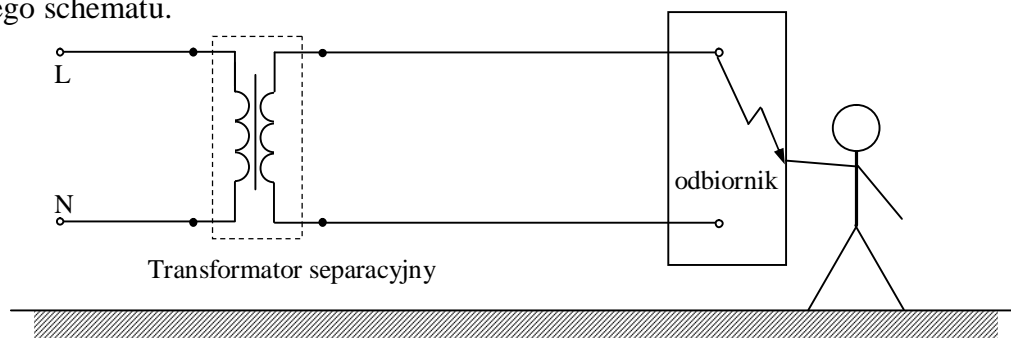
- 1) uzasadnić, że analizowana sieć to sieć typu TN-S,
- 2) rozpoznać symbol urządzenia włączonego do obwodu zasilania odbiornika i podać jego przeznaczenie,
- 3) zaznaczyć na podanym schemacie obwód, w jakim popłynie prąd zwarciový, w przypadku uszkodzenia izolacji,
- 4) wyjaśnić pojęcie pętli zwarciový oraz impedancji pętli zwarciový,
- 5) podać warunek szybkiego wyłączenia zasilania w analizowanym obwodzie,
- 6) wyjaśnić znaczenie wszystkich wielkości występujących w zapisie określającym warunek szybkiego wyłączenia zasilania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt do ćwiczeń,
- długopis.

Ćwiczenie 2

Rozpoznaj rodzaj zastosowanego środka ochrony przeciwporażeniowej, na podstawie przedstawionego schematu.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienesz:

- 1) rozpoznać źródło zasilające odbiornik i scharakteryzować jego właściwości,
- 2) rozpoznać i podać poprawną nazwę zastosowanego środka ochrony,
- 3) scharakteryzować istotę rozpoznanego środka ochrony,
- 4) scharakteryzować wymagania dotyczące skuteczności zastosowanego środka ochrony.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt do ćwiczeń, długopis,
- podręczniki, poradniki dla elektryka lub normy.

Ćwiczenie 3

Dobierz zabezpieczenie zapewniające skuteczną ochronę przeciwporażeniową przez szybkie wyłączenie zasilania w układzie sieci TN-S, wiedząc, że zmierzona wartość impedancji pętli zwarciowej wynosi $1,9 \Omega$, a napięcie znamionowe względem ziemi wynosi 230 V.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienesz:

- 1) wyjaśnić na czym polega istota ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN-S,
- 2) narysować schemat układu sieci TN-S oraz schemat podłączenia odbiornika (jedno- lub trójfazowego) do tej sieci,
- 3) wskazać (na schemacie) miejsce zainstalowania urządzeń ochronnych,
- 4) wyjaśnić co to jest pętla zwarciowa i co to jest impedancja pętli zwarciowej (jakim symbolem się ją oznacza),
- 5) zapisać warunek skuteczności ochrony przez szybkie wyłączenie zasilania,
- 6) obliczyć wartość prądu zadziałania I_a urządzenia ochronnego,
- 7) dobrać wartość znamionową prądu I_N urządzenia ochronnego na podstawie obliczonego prądu zadziałania I_a .

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt do ćwiczeń,
- podręczniki do instalacji elektrycznych lub poradniki elektryka,
- katalogi urządzeń zabezpieczających nadprądowych,

Ćwiczenie 4

Obwód odbiorczy, wykonany w układzie sieci TN-S, należy zabezpieczyć wyłącznikiem nadprądowym S301B16, w celu spowodowania w warunkach zakłóceńowych szybkiego wyłączenia zasilania. Zainstaluj zalecany wyłącznik w tablicy rozdzielczej dostępnej na Twoim stanowisku pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się ze stanowiskiem pracy, wskazać rozdzielnicę oraz obwód, który należy zabezpieczyć wyłącznikiem nadprądowym,
- 2) pobrać z magazynu odpowiedni do montażu wyłącznik nadprądowy, przewody oraz kompletnie wyposażoną skrzynkę monterską,
- 3) upewnić się o braku napięcia zasilającego,
- 4) zamontować wyłącznik na szynach w rozdzielnicy,
- 5) przygotować przewody, odizolować końcówki na długości niezbędnej do wykonania połączeń,
- 6) wykonać połączenia elektryczne wyłącznika z siecią zasilającą oraz z obwodem odbiorczym (pamiętać o wykonaniu połączeń w kolorach zgodnych z normami),
- 7) po uzyskaniu pozwolenia prowadzącego, załączyć odbiornik, a następnie sprawdzić jego działanie poprzez załączenie napięcia zasilającego,
- 8) zachować ład i porządek na stanowisku oraz bezpieczeństwo podczas pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko z dostępną siecią TN-S,
- obwód odbiorczy (instalacja natynkowa) doprowadzony do tablicy rozdzielczej,
- różne rodzaje wyłączników nadprądowych,
- przewody o różnych barwach izolacji,
- kompletnie wyposażona skrzynka monterska,
- jednofazowy odbiornik energii elektrycznej.

4.6.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) podać cel stosowania ochrony przed dotykiem pośrednim?
2) sklasyfikować środki ochrony przed dotykiem pośrednim?
3) scharakteryzować ochronę przez szybkie wyłączenie zasilania w układzie sieci TN?
4) scharakteryzować ochronę przez szybkie wyłączenie zasilania w układzie sieci TT i IT?
5) scharakteryzować ochronę przez zastosowanie separacji elektrycznej?
6) dobrać środek ochrony przed dotykiem pośrednim dla określonego odbiornika stosownie do warunków jego pracy
7) rozpoznać środek ochrony przed dotykiem pośrednim na podstawie schematu elektrycznego?
8) dobrać zabezpieczenie zapewniające szybkie wyłączenie zasilania?
9) zamontować zabezpieczenie zapewniające skuteczność ochrony przez szybkie wyłączenie zasilania?

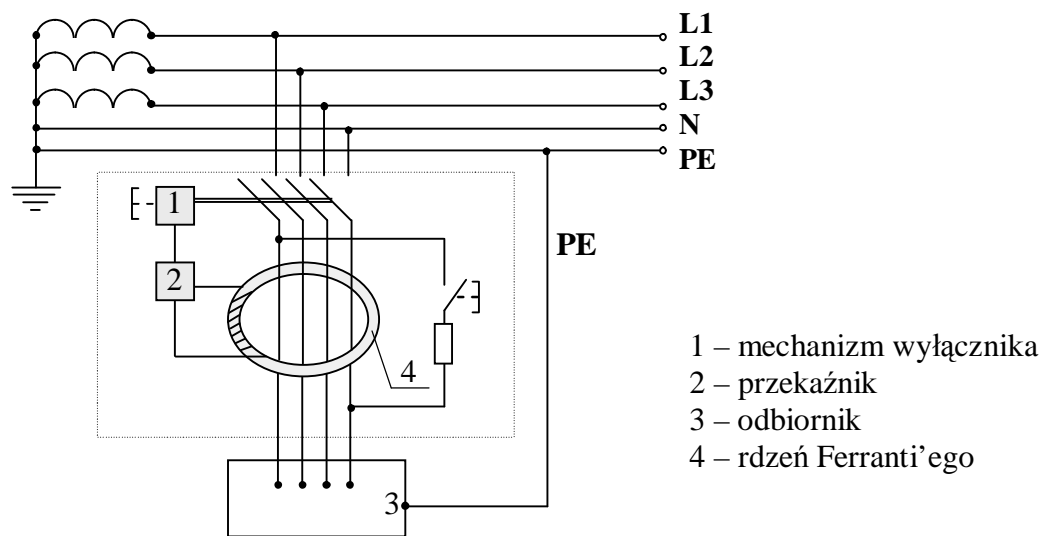
4.7. Budowa i zasada działania wyłączników różnicowoprądowych

4.7.1. Materiał nauczania

Ze względu na zapewnienie skutecznej ochrony przeciwporażeniowej, odbiorniki w których wystąpiło uszkodzenie izolacji, pojawiło się na ich obudowie niebezpieczne napięcie dotykowe lub zwiększył się prąd upływu, powinny być jak najszybciej odłączone od zasilania. Współcześnie powszechnie stosuje się w tym celu wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowoprądowe.

Wyłączniki różnicowoprądowe produkowane są przez różne firmy, wykonuje się jako różnego rodzaju aparaty, czasami łączy się je w zestawy, jednak bez względu na rodzaj urządzenia ochronnego ich wspólną cechą jest zasada działania. Polega ona na sumowaniu wszystkich prądów płynących w przewodach roboczych (fazowych i neutralnym), przechodzących przez tzw. rdzeń Ferranti'ego. W stanie normalnej pracy (gdy izolacja chronionego odbiornika jest nieuszkodzona) suma tych prądów jest równa zero. Mówimy wtedy, że suma prądów wpływających jest równa sumie prądów wypływających z przekładnika Ferranti'ego (nie ma różnicy tych prądów). W takich warunkach strumień w rdzeniu jest praktycznie równy zero i w cewce Ferranti'ego nie zaindukuje się żadne napięcie. W razie pojawienia się prądu upływu (tzw. prądu różnicowego $I_{\Delta n}$), wskutek uszkodzenia izolacji, w rdzeniu pojawi się strumień magnetyczny, w cewce zaindukuje się napięcie, a to spowoduje zwolnienie zapadki mechanizmu wyłącznika i otwarcie jego styków.

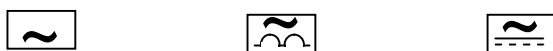
Schemat budowy wyłącznika różnicowoprądowego oraz sposób jego podłączenia przedstawia rys.14.



Rys. 14. Zasada budowy wyłącznika różnicowoprądowego i sposób włączenia wyłącznika do sieci TN-S [6, s.36]

W zależności od znamionowego różnicowego prądu zadziałania $I_{\Delta n}$ wyłączniki różnicowoprądowe mogą pełnić następujące funkcje:

1. gdy $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ – uzupełniający środek ochrony przed dotykiem bezpośrednim,
2. gdy $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ – w połączeniu z przewodem ochronnym PE, środek ochrony przed dotykiem pośrednim,
3. gdy $I_{\Delta n} \leq 500 \text{ mA}$ – środek ochrony przeciwpożarowej.



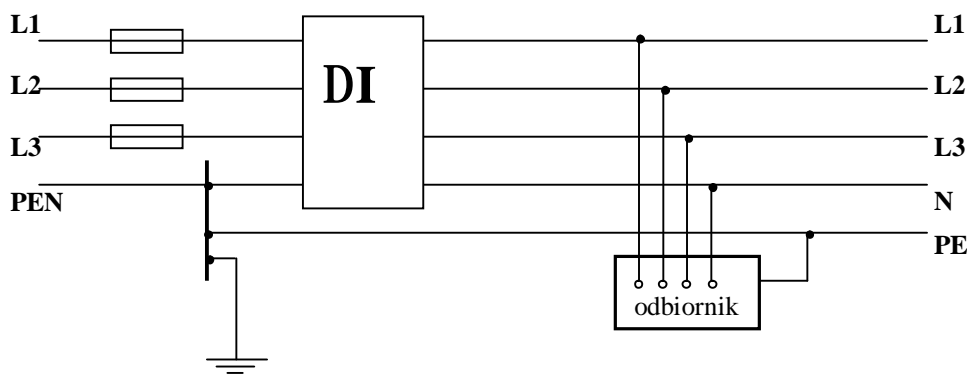
Rys. 15. Symbole graficzne różnych typów wyłączników różnicowoprądowych [2, s.6, 6, s.44]

- a) reaguje na prąd przemienny – typ AC,
- b) reaguje przy prądzie sinusoidalnym i jednokierunkowym pulsującym – typ A,
- c) reaguje przy prądzie sinusoidalnym, pulsującym i stałym – typ B.

Rysunek 15 informuje, o podziale wyłączników różnicowoprądowych ze względu na rodzaj prądu uszkodzeniowego, na jaki urządzenia te reagują prawidłowo. Innym rodzajem klasyfikacji jest podział ze względu na czas reagowania. Rozróżnia się wyłączniki bezzwłoczne, bezzwłoczne o zwiększonej odporności na prąd uszkodzeniowy, krótkozwłoczne oraz zwłoczne czyli selektywne (oznaczone symbolem **S**).

Uwaga:

Wyłączniki różnicowoprądowe mogą być stosowane w układach sieci TN-S. Jeżeli mamy układ sieci TN-C, to przed wyłącznikiem różnicowoprądowym przewód PEN należy rozdzielić na dwa oddzielne przewody: ochronny PE i neutralny N. Rozdzielenie to wykonuje się w złączu lub rozdzielnicy głównej. Miejsce rozdelenie powinno być uziemione.



Rys. 16. Przykład zastosowania wyłącznika różnicowoprądowego w układzie TN-C-S [2, s.8]

4.7.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jak zbudowane są wyłączniki różnicowoprądowe?
2. Jaka jest zasada działania wyłączników różnicowoprądowych?
3. Do czego służy przycisk testujący w wyłączniku różnicowoprądowym?
4. Jakie znasz parametry znamionowe wyłączników różnicowoprądowych?
5. Jaki prąd uznaje się za prąd zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego?
6. Jakim symbolem graficznym na schematach elektrycznych przedstawia się wyłączniki różnicowoprądowe?
7. Co oznacza typ AC wyłącznika różnicowoprądowego?
8. Jakie jest przeznaczenie wyłączników typu B i typu A?
9. Jaka rolę w ochronie przeciwporażeniowej pełnią wyłączniki różnicowoprądowe o prądzie zadziałania do 30 mA?
10. Jakie wyłączniki różnicowoprądowe stanowią środek ochrony przeciwpożarowej?
11. Jakie mogą być przyczyny niewłaściwego funkcjonowania wyłączników różnicowoprądowych?
12. Dlaczego wyłączników różnicowoprądowych nie należy instalować w sieci TN-C?
13. W jakich miejscach instalacji elektrycznych montuje się wyłączniki różnicowoprądowe?

4.7.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Każdy wyłącznik różnicowoprądowy powinien mieć podane swoje parametry znamionowe. Mając do dyspozycji wyłącznik różnicowoprądowy (wskazany przez nauczyciela), odczytaj podane na nim parametry oraz wyjaśnij ich znaczenie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

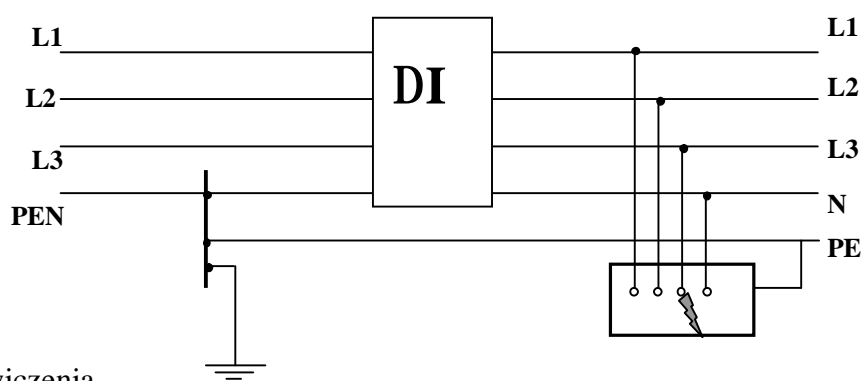
- 1) wskazać miejsce usytuowania parametrów znamionowych wyłącznika,
- 2) odczytać wszystkie symbole literowe oraz literowo-cyfrowe,
- 3) wyjaśnić znaczenie odczytanych symboli literowych, literowo-cyfrowych i graficznych,
- 4) wskazać zastosowanie analizowanego wyłącznika w instalacjach elektrycznych,
- 5) zapisać do zeszytu parametry znamionowe wyłącznika oraz ich znaczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- różne typy wyłączników przeciwporażeniowych różnicowoprądowych,
- zeszyt do ćwiczeń,
- długopis.

Ćwiczenie 2

Dokonaj analizy działania ochrony przeciwporażeniowej w układzie z wyłącznikiem różnicowoprądowym.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) dokonać analizy schematu dołączonego do ćwiczenia i rozpoznać na nim miejsce montażu wyłącznika różnicowoprądowego i odbiornika,
- 2) wyjaśnić, co to jest wyłącznik różnicowoprądowy, jak jest zbudowany i jak działa,
- 3) wyjaśnić zasady montażu wyłączników różnicowoprądowych w układzie sieci TN-S oraz TN-C-S,
- 4) wyjaśnić, dlaczego wyłącznik powinien zadziałać przy zwarciu jednej z faz z obudową odbiornika,
- 5) dokonać oględzin tablicy rozdzielczej dostępnej na stanowisku pracy i zlokalizować miejsce montażu wyłącznika różnicowoprądowego,
- 6) po uzyskaniu pozwolenia prowadzącego zajęcia, wcisnąć przycisk testujący i sprawdzić poprawność działania urządzenia ochronnego,
- 7) sformułować wnioski dotyczące warunków skutecznej ochrony w układach z wyłącznikami różnicowoprądowymi.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat układu z wyłącznikiem różnicowoprądowym,
- rzeczywista tablica rozdzielcza z dostępnym wyłącznikiem różnicowoprądowym.

Ćwiczenie 3

Obwód jednofazowy (o napięciu $U_N = 230 \text{ V}$) gniazda wtykowego zabezpieczony jest w rozdzielnicy wyłącznikiem nadprądowym S301B16. Zainstaluj w tym obwodzie wyłącznik różnicowoprądowy o prądzie zadziałania $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) pobrać z magazynu odpowiedni do montażu wyłącznik oraz przewody i kompletnie wyposażoną skrzynkę monterską,
- 2) zapoznać się ze stanowiskiem pracy i upewnić się o braku napięcia zasilającego,
- 3) zamontować wyłącznik na szynach w rozdzielnicy,
- 4) przygotować przewody, odizolować końcówki na długości niezbędnej do wykonania połączeń,
- 5) wykonać połączenia elektryczne wyłącznika z siecią zasilającą oraz z obwodem odbiorczym (pamiętać o wykonaniu połączeń w kolorach zgodnych z normami),
- 6) po uzyskaniu pozwolenia prowadzącego, podłączyć do gniazda odbiornik, a następnie sprawdzić jego działanie poprzez załączenie napięcia zasilającego,
- 7) sprawdzić poprawność działania wyłącznika poprzez przyciśnięcie przycisku testującego.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- rozdzielnica przeznaczona do ćwiczeń z zamontowanym zabezpieczeniem S301B16,
- różne typy wyłączników różnicowoprądowych,
- przewody DY $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$ o różnych barwach izolacji,
- jednofazowy odbiornik energii elektrycznej,
- kompletnie wyposażona skrzynka monterska.

Ćwiczenie 4

Rozpoznaj rodzaj zastosowanego środka ochrony przeciwporażeniowej wykorzystany w pracowni maszyn i urządzeń elektrycznych, gwarantujący Ci bezpieczną pracę na Twoim stanowisku.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się ze schematem instalacji elektrycznej w Twojej pracowni,
- 2) rozpoznać na nim wszystkie elementy składowe,
- 3) po uzyskaniu pozwolenia prowadzącego zajęcia, dokonać szczegółowych oględzin rozdzielnicy głównej i rozdzielnicy stanowiskowej,
- 4) sprawdzić zgodność wyposażenia rozdzielnicy z informacjami zawartymi na schemacie,
- 5) rozpoznać rodzaj układu sieciowego oraz rodzaje zastosowanych środków ochrony przeciwporażeniowej,
- 6) zaprezentować wyniki swojej pracy zwracając szczególną uwagę na prawidłowe posługiwanie się terminologią z zakresu ochrony przeciwporażeniowej.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- rzeczywiste rozdzielnice w pracowni maszyn i urządzeń elektrycznych,
- schemat instalacji elektrycznej w pracowni maszyn i urządzeń.

4.7.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) scharakteryzować budowę wyłączników różnicowoprądowych?
2) wyjaśnić zasadę działania wyłączników różnicowoprądowych?
3) sklasyfikować parametry znamionowe wyłączników różnicowoprądowych?
4) rozpoznać przeznaczenie wyłącznika na podstawie symbolu graficznego lub oznaczenia literowo-cyfrowego?
5) wskazać przeznaczenie wyłącznika na podstawie znamionowego prądu różnicowego $I_{\Delta N}$?
6) przeanalizować działanie ochrony przeciwporażeniowej w układzie z wyłącznikiem różnicowoprądowym?

4.8. Sprzęt ochronny. Zasady postępowania podczas ratowania osób porażonych prądem elektrycznym

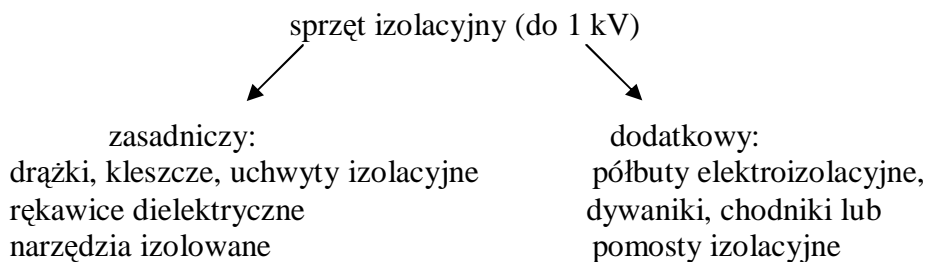
4.8.1. Materiał nauczania

W poprzednich rozdziałach poradnika, opisano zalecane środki zbiorowej ochrony przeciwporażeniowej (środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim). Aby jednak nie dopuścić do porażenia człowieka prądem elektrycznym (głównie przy pracach remontowych, konserwacyjnych, przy pomiarach lub czynnościach łączeniowych), należy stosować również środki ochrony indywidualnej (osobistej).

Każdy elektryk, podczas wykonywania prac związanych z naprawą, konserwacją i eksploatacją maszyn, urządzeń lub sieci elektrycznych będących pod napięciem, zobowiązany jest posługiwać się sprzętem ochronnym. Sprzęt taki ma za zadanie ostrzegać pracownika o obecności napięcia, zabezpieczać go przed porażeniem prądem elektrycznym, urazami mechanicznymi lub szkodliwym działaniem łuku elektrycznego.

W zależności od przeznaczenia sprzęt ochronny do prac przy sieciach i urządzeniach elektrycznych dzieli się na:

- sprzęt izolacyjny – chroni człowieka przed przepływem przez jego ciało prądu elektrycznego i dzieli się na sprzęt zasadniczy oraz dodatkowy,



- sprzęt do stwierdzania obecności napięcia – są to wskaźniki wysokiego i niskiego napięcia (neonowe, akustyczne, akustyczno-optyczne) oraz przyrządy posprawdzania zgodności napięć fazowych (tzw. uzgadniacze faz),
- sprzęt zabezpieczający przed działaniem łuku elektrycznego oraz przed upadkiem z wysokości – są to okulary ochronne, rękawice azbestowe, pasy bezpieczeństwa, szelki, słupolazy, podnośniki,
- sprzęt chroniący przed pojawieniem się napięcia – są to przenośne uziemiacze i zarzutki,
- sprzęt pomocniczy – przenośne ogrodzenia, bariery, nakładki izolacyjne, tablice ostrzegawcze, siatki ochronne.

Uwaga:

Sprzęt ochronny powinien być stosowany zawsze zgodnie z jego przeznaczeniem oraz dla napięć nie wyższych niż zalecane. Przed każdym użyciem sprzętu ochronnego należy dokładnie sprawdzić jego stan techniczny, termin ważności oraz napięcie robocze. Zabrania się używania sprzętu ochronnego uszkodzonego lub sprzętu bez ważnych badań kontrolnych.

Podstawową zasadą, podczas ratowania porażonego prądem elektrycznym, jest jak najszybsze uwolnienie jego ciała spod działania napięcia – o życiu człowieka decyduje bowiem każda sekunda. **Należy więc działać bardzo szybko, ale zdecydowanie, sprawnie i spokojnie.**

Osoba ratująca porażonego prądem elektrycznym powinna w miarę możliwości nałożyć rękawice i kalosze dielektryczne, a w przypadku ich braku stać na suchym podłożu izolacyjnym (np. na suchej desce).

W pierwszej kolejności należy, jeśli to możliwe, przerwać obwód elektryczny od strony zasilania czyli wyłączyć właściwe wyłączniki lub wyjąć wkładki bezpiecznikowe. Jeżeli nie ma takiej możliwości – nie wiemy gdzie znajdują się zabezpieczenia lub wyłączenie napięcia trwałoby zbyt długo – zaleca się odciągnąć porażonego od urządzeń będących pod napięciem lub też odizolować go w taki sposób, aby uniemożliwić przepływ przez jego ciało prądu elektrycznego.

Przy odciąganiu porażonego należy bezwzględnie stosować sprzęt elektroizolacyjny, a w przypadku jego braku materiały zastępcze takie jak: suche drewno, materiały tekstylne.

Postępowanie przy odizolowaniu porażonego zależy od drogi przepływu prądu:

- jeżeli prąd płynie na drodze „ręka-ręka” należy przerwać obwód przez podkładanie materiału izolacyjnego pod kolejno odginane palce jednej dłoni,
- jeżeli prąd płynie na drodze „ręka-nogi” należy podsunąć pod nogi porażonego materiał izolacyjny.

Po uwolnieniu porażonego należy dokonać rozpoznania stanu jego organizmu i ocenić zagrożenie dla życia.

Jeżeli porażony jest przytomny, należy nawiązać z nim kontakt słowny, ułożyć go wygodnie, rozluźnić mu ubranie w okolicy szyi, klatki piersiowej i brzucha. Trzeba też sprawdzić czy nie ma obrażeń ciała, oparzeń lub złamań i możliwie szybko wezwać pomoc lekarską.

Jeżeli porażony jest nieprzytomny i nie oddycha, należy natychmiast rozpocząć ratowanie i nie pozostawiać go bez opieki. Jedynym sposobem przywrócenia czynności układu krążenia i oddechu jest zastosowanie resuscytacji krążeniowo-oddechowej (masażu serca i sztucznego oddychania). W tym celu należy postępować według następujących zasad:

- położyć porażonego na wznak, na twardym podłożu,
- usunąć ewentualne ciała obce z jamy ustnej,
- odsłonić ubranie z klatki piersiowej,
- palcem wskazującymi i środkowym znaleźć brzeg łuku żebrowego,
- przesuwać złączone palce wzdłuż łuku żebrowego do miejsca, gdzie żebra łączą się z mostkiem,
- ułożyć nadgarstek w odległości około 2 palców od końca mostka i na tym nadgarstku przyłożyć drugą rękę,
- spleść palce obu rąk,
- przy wyprostowanych ramionach i łokciach, uciskać 30 razy mostek porażonego, tak aby każdorazowo obniżył się o około 4 cm,
- palcem wskazującym i kciukiem zacisnąć nos poszkodowanego,
- nabrać powietrza i swoimi ustami objąć usta poszkodowanego,
- wykonać dwa wdmuchnięcia powietrza do ust poszkodowanego,
- czynności z uciśnięciami i wdechami powtarzać aż do przyjazdu pogotowia.

Pamiętaj:

Numer telefonu do pogotowia ratunkowego **999** (stacjonarny) lub **112** (komórkowy w całej Unii Europejskiej).

4.8.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jaki jest podział sprzętu ochronnego w zależności od przeznaczenia?
2. Jaka rolę pełni sprzęt izolacyjny?
3. Co zaliczamy do sprzętu izolacyjnego zasadniczego?
4. Co zaliczamy do sprzętu izolacyjnego dodatkowego?
5. Do jakiej grupy sprzętu zalicza się okulary ochronne przeciwodpryskowe?
6. Do jakiej grupy sprzętu zaliczamy przenośne ogrodzenia, tablice ostrzegawcze, bariery?
7. Co należy zrobić w pierwszej kolejności, w przypadku zauważenia człowieka porażonego prądem elektrycznym?
8. Jaki jest numer telefonu pogotowia ratunkowego (komórkowy i stacjonarny)?
9. W jaki sposób przywrócić porażonemu drożność dróg oddechowych?
10. Jak można zbadać tętno na tętnicy szyjnej?
11. Jak ułożyć porażonego w pozycji bocznej ustalonej?
12. Jaka jest kolejność czynności przy wykonywaniu resuscytacji krążeniowo-oddechowej?

4.8.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Rozpoznaj zgromadzony na Twoim stanowisku pracy sprzęt ochronny i zakwalifikuj go do określonej kategorii. Podaj przeznaczenie poszczególnych elementów sprzętu oraz sposób eksploatacji.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) dokonać szczegółowych oględzin sprzętu ochronnego zgromadzonego na stanowisku pracy,
- 2) w przypadku wątpliwości odnośnie identyfikacji jakiegoś elementu sprzętu, skorzystać z podręczników lub poradników dla elektryka,
- 3) wskazać wszystkie elementy sprzętu izolacyjnego zasadniczego – wybór uzasadnić,
- 4) wskazać wszystkie elementy sprzętu izolacyjnego dodatkowego – wybór uzasadnić,
- 5) wskazać sprzęt do stwierdzania obecności napięcia,
- 6) wskazać sprzęt zabezpieczający przed pojawieniem się napięcia,
- 7) wskazać sprzęt zabezpieczający przed działaniem łuku elektrycznego,
- 8) wskazać sprzęt pomocniczy,
- 9) nazwać poszczególne elementy sprzętu ochronnego oraz podać sposób ich użytkowania,
- 10) wyjaśnić, jakie warunki muszą być spełnione aby sprzęt ochronny mógł być dopuszczony do użytku,
- 11) ocenić czy sprzęt dostępny na stanowisku może być eksploatowany.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- co najmniej 15 różnych elementów sprzętu ochronnego,
- poradniki dla elektryka,
- podręczniki do instalacji elektrycznych,

Ćwiczenie 2

Pracownik zatrudniony przy pracach na słupach elektroenergetycznych powinien posiadać szelki, pasy bezpieczeństwa oraz słupołazy. Pobierz z magazynu wymienione elementy sprzętu i omów sposób ich użytkowania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) pobrać z magazynu szelki, pas bezpieczeństwa, słupołazy,
- 2) dokonać oględzin wymienionego sprzętu oraz omówić sposób użytkowania,
- 3) ocenić czy wybrany przez Ciebie sprzęt może być oddany do eksploatacji.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- szelki i pasy bezpieczeństwa – w różnym stanie technicznym,
- słupołazy.

Ćwiczenie 3

Wykonaj (na manekinie) czynności resuscytacji krążeniowo-oddechowej u dorosłego człowieka – porażonego prądem elektrycznym.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 2) ułożyć manekina (ofiary) na twardym podłożu,
- 3) sprawdzić drożność dróg oddechowych,
- 4) znaleźć dolny brzeg łuku żebrowego,
- 5) ułożyć nadgarstki na mostku i spleść palce obu dłoni,
- 6) zająć wyprostowaną, pionową postawę nad klatką piersiową ofiary,
- 7) wykonać 30 uciśnień mostka, z częstotliwością około 100 uciśnień na minutę (głośno liczyć uciśnięcia),
- 8) zacisnąć nos ofiary, nabrać powietrza w usta i swoimi otwartymi ustami objąć usta porażonego,
- 9) spokojnie wykonać 2 wdechy, obserwując klatkę piersiową ofiary,
- 10) czynności z masażem serca i wdechami powtórzyć cztery razy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- manekin ,
- gaza, środki dezynfekujące.

4.8.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) określić przeznaczenie sprzętu ochronnego?
2) zastosować sprzęt ochronny zgodnie z jego przeznaczeniem?
3) ocenić czy sprzęt może być wykorzystany do eksploatacji? scharakteryzować zasady uwalniania porażonego spod działania prądu?
5) wykonać czynności resuscytacji krążeniowo-oddechowej?
6) udzielić pierwszej pomocy osobie porażonej prądem?

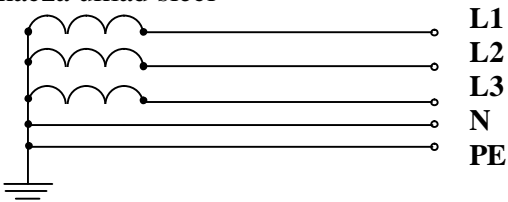
5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ



INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję, masz na tę czynność 5 minut.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań dotyczących dobierania środków ochrony przeciwporażeniowej. Są to zadania wielokrotnego wyboru.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi, zaczerniając w niej właściwe pole. W przypadku pomyłki otocz błędną odpowiedź kółkiem, a następnie ponownie zaznacz odpowiedź prawidłową.
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Możesz uzyskać maksymalnie 20 punktów
8. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci czas wolny.
9. Na rozwiązanie testu masz 40 minut.
10. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

Powodzenia!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Celem stosowania ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim jest
 - a) ochrona przed dotykiem do części przewodzących dostępnych.
 - b) ochrona przed dotykiem do części przewodzących obcych.
 - c) ochrona przed dotykiem do części czynnych.
 - d) ochrona przed dotykiem do części pokrytych izolacją wzmocnioną.
2. Wartość napięcia bezpiecznego U_L dla prądu przemiennego w warunkach, gdy rezystancja ciała człowieka względem ziemi jest mniejsza niż 1000Ω wynosi
 - a) 25 V.
 - b) 50 V.
 - c) 60 V.
 - d) 120 V.
3. Przedstawiony na rysunku schemat oznacza układ sieci
 - a) TN-S.
 - b) TN-C.
 - c) TN-C-S.
 - d) TT.
4. Część dostępna przewodząca to część
 - a) mogąca znaleźć się pod napięciem w warunkach normalnej pracy.
 - b) mogąca znaleźć się pod napięciem w warunkach awarii.
 - c) nie będąca częścią instalacji elektrycznej.
 - d) przeznaczona do wykonania połączeń wyrównawczych.

5. Źródłem zasilania dla obwodów SELV **nie może być**
- transformator bezpieczeństwa.
 - źródło elektrochemiczne.
 - przetwornica dwumaszynowa.
 - autotransformator.
6. Odbiornik oznaczony symbolem  to odbiornik o klasie ochronności
- 0.
 - I.
 - II.
 - III.
7. Wyłącznik różnicowoprądowy oznaczony symbolem  przeznaczony jest do stosowania w sieciach z prądem uszkodzeniowym
- stałym pulsującym.
 - sinusoidalnie zmiennym i stałym.
 - sinusoidalnie zmiennym.
 - stałym wygładzonym.
8. Symbol I_{Dn} podany na wyłączniku różnicowoprądowym oznacza
- znamionowy prąd ciągły.
 - znamionowy prąd szczytowy.
 - znamionowy prąd przeciążeniowy.
 - znamionowy prąd różnicowy.
9. Ochronę przez zastosowanie szybkiego wyłączenia zasilania w układzie sieci TT uważa się za skuteczną jeżeli spełniony jest warunek
- $R_A \times I_a \leq U_L$.
 - $R_A \times I_a \leq U_o$.
 - $Z_S \times I_a \leq U_o$.
 - $R_A \times I_d \leq U_L$.
- gdzie: U_L – napięcie bezpieczne,
 U_o – napięcie znamionowe względem ziemi,
 Z_S – impedancja pętli zwarciowej,
 R_A – rezystancja uziemienia i przewodu PE,
 I_a – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego,
 I_d – prąd pojedynczego zwarcia z ziemią,
10. Stopnie ochrony obudów maszyn, aparatów i urządzeń oznacza się symbolem
- IP.
 - RO.
 - SI.
 - PN.
11. Istota miejscowych, nieuziemionych połączeń wyrównawczych polega połączeniu między sobą wszystkich części
- przewodzących jednocześnie dostępnych i części przewodzących obcych.
 - przewodzących czynnych i części przewodzących obcych.
 - przewodzących czynnych i części przewodzących dostępnych.
 - przewodzących jednocześnie dostępnych i głównej szyny uziemiającej.

12. Połączenie obudowy odbiornika bezpośrednio z uziomem w celu zapewnienia szybkiego wyłączenia zasilania stosowane jest w układzie sieci
- TN-S.
 - TN-C.
 - TT.
 - TN-C-S.
13. Uziemienie ochronne ma na celu
- zapewnienie prawidłowej pracy urządzeń w warunkach normalnych.
 - zapewnienie prawidłowej pracy urządzeń w warunkach zakłóceń.
 - zapewnienie bezpieczeństwa zwłaszcza przed porażeniem elektrycznym.
 - zapewnienie bezpieczeństwa zwłaszcza przy uderzeniach pioruna.
14. Strefa zasięgu ręki (przebież ochronna zawarta między dowolnym punktem stanowiska pracy, a powierzchnią, którą może pracownik dotknąć bezpośrednio ręką) wynosi
- 3,5 m.
 - 2,5 m.
 - 1,5 m.
 - 0,5 m.
15. Jeżeli w układzie sieci TN-S zmierzona wartość impedancji pętli zwarciowej wynosi $2,3\Omega$ to przy napięciu $U_N = 230V$, prąd zadziałania urządzenia ochronnego powinien mieć wartość nie większą niż
- 10 A.
 - 50 A.
 - 100 A.
 - 150 A.
16. Najbardziej prawdopodobnym skutkiem działania prądu elektrycznego o częstotliwości 50 Hz i wartości do 15 mA na organizm człowieka jest
- utrata przytomności.
 - migotanie komór serca.
 - skurcz mięśni palców i ramion.
 - zatrzymanie pracy serca.
17. Do zasadniczego sprzętu ochronnego izolacyjnego zaliczamy
- szelki bezpieczeństwa.
 - drążki izolacyjne.
 - półbuty dielektryczne.
 - maski przeciwgazowe.
18. O właściwym wyborze rękawic dielektrycznych do prac pod napięciem decyduje
- data ważności badań i wartość napięcia znamionowego.
 - data produkcji i wartość napięcia znamionowego.
 - wartość napięcia znamionowego i numer seryjny.
 - grubość rękawicy i data ważności badań.

19. Po uwolnieniu porażonego od działania prądu elektrycznego należy w pierwszej kolejności
- ułożyć go na boku w pozycji bocznej ustalonej.
 - dokonać rozpoznania stanu organizmu i ocenić zagrożenie dla życia.
 - opatrzyć obrażenia i rozluźnić ubranie w okolicy szyi.
 - wezwać pogotowie ratunkowe.
20. Podczas przeprowadzania jednego cyklu resuscytacji krążeniowo-oddechowej u dorosłej osoby należy wykonać
- 30 uciśnień klatki piersiowej i 2 wdechy.
 - 2 wdechy i 15 uciśnień klatki piersiowej.
 - 1 wdech i 10 uciśnień klatki piersiowej.
 - 15 uciśnień klatki piersiowej i 4 wdechy.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Stosowanie środków ochrony od porażenia prądem elektrycznym

Zaznacz poprawną odpowiedź

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

6. LITERATURA

1. Laskowski J.: Poradnik elektroenergetyka przemysłowego. COSiW SEP, Warszawa 2005
2. Miesięcznik Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Nr 78. COSiW SEP, Warszawa 2006
3. Musiał E.: Instalacje i urządzenia elektroenergetyczne. WSiP, Warszawa 2000
4. Orlik W.: Egzamin kwalifikacyjny w pytaniach i odpowiedziach. KaBe, Krosno 2001
5. Podręcznik dla elektryków. Zeszyt 1. SEP COSiW, Warszawa 2004
6. Rogoń A.: Ochrona od porażeń w instalacjach elektrycznych obiektów budowlanych. COSiW SEP, Warszawa 2005
7. Uczciwek T.: Bezpieczeństwo i higiena pracy oraz ochrona przeciwpożarowa w elektroenergetyce. COSiW SEP, Warszawa 2005