

22



ELEKTRYK

**Wykonywanie instalacji elektrycznych
i podstawowych pomiarów
sprawdzających**



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Andrzej Wadas

Wykonywanie instalacji elektrycznych i podstawowych pomiarów sprawdzających 724[01].Z2.05

Poradnik dla ucznia

Wydawca

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

Recenzenci:

mgr inż. Grażyna Adamiec

prof. PŁ dr hab. inż. Krzysztof Pacholski

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Barbara Kapruziak

Konsultacja:

mgr inż. Ryszard Dolata

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 724[01].Z2.05 „Wykonywanie instalacji elektrycznych i podstawowych pomiarów sprawdzających”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu elektryk.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Zagadnienia ogólne	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	18
4.1.3. Ćwiczenia	18
4.1.4. Sprawdzian postępów	20
4.2. Instalacje w budownictwie ogólnym	21
4.2.1. Materiał nauczania	21
4.2.2. Pytania sprawdzające	27
4.2.3. Ćwiczenia	27
4.2.4. Sprawdzian postępów	30
4.3. Instalacje przemysłowe niskiego napięcia	31
4.3.1. Materiał nauczania	31
4.3.2. Pytania sprawdzające	34
4.3.3. Ćwiczenia	34
4.3.4. Sprawdzian postępów	35
4.4. Eksploatacja i konserwacja instalacji elektrycznych	36
4.4.1. Materiał nauczania	36
4.4.2. Pytania sprawdzające	37
4.4.3. Ćwiczenia	37
4.4.4. Sprawdzian postępów	39
4.5. Badanie ciągłości przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych	40
4.5.1. Materiał nauczania	40
4.5.2. Pytania sprawdzające	42
4.5.3. Ćwiczenia	42
4.5.4. Sprawdzian postępów	43
4.6. Pomiary rezystancji izolacji instalacji elektrycznych i impedancji pętli zwarcia	44
4.6.1. Materiał nauczania	44
4.6.2. Pytania sprawdzające	47
4.6.3. Ćwiczenia	47
4.6.4. Sprawdzian postępów	49
4.7. Badanie wyłączników różnicowoprądowych	50
4.7.1. Materiał nauczania	50
4.7.2. Pytania sprawdzające	54
4.7.3. Ćwiczenia	54
4.7.4. Sprawdzian postępów	55
4.8. Pomiary rezystancji uziemienia	56
4.8.1. Materiał nauczania	56
4.8.2. Pytania sprawdzające	60
4.8.3. Ćwiczenia	60
4.8.4. Sprawdzian postępów	60
5. Sprawdzian osiągnięć	61
6. Literatura	66

1. WPROWADZENIE

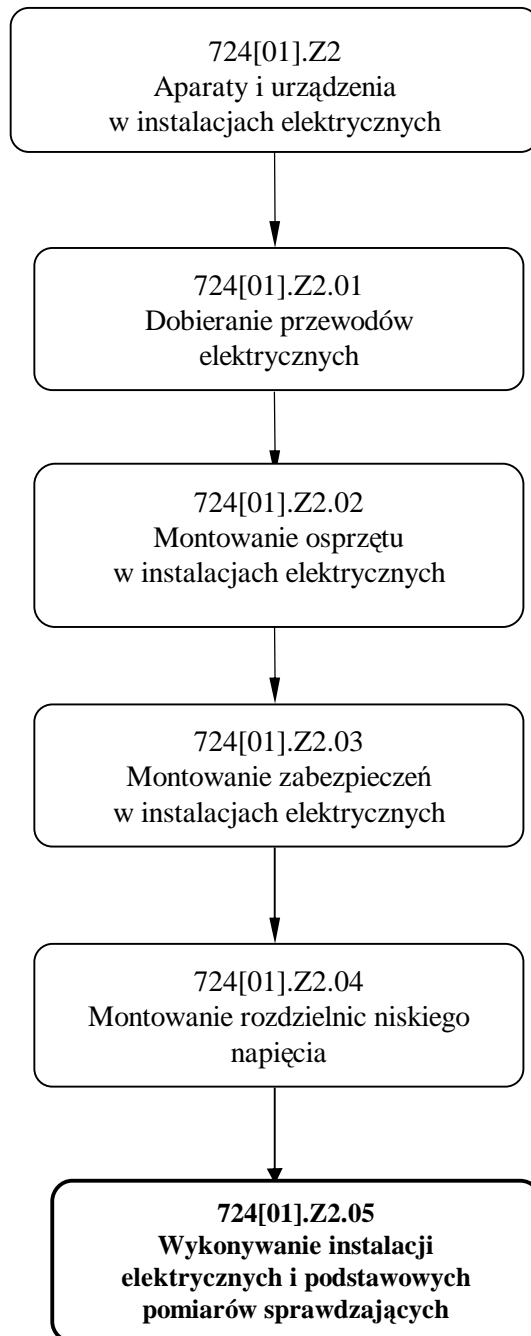
Poradnik ten będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o wykonywaniu instalacji elektrycznych i pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych, zasadach kształtowania bezpiecznych i higienicznych warunków pracy oraz zasadach bezpieczeństwa na stanowisku pracy, a także w kształtowaniu umiejętności dostrzegania zagrożeń dla zdrowia lub życia występujących na stanowisku pracy i ich skutecznego eliminowania lub ograniczania.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne określające umiejętności, jakie powinieneś posiadać, abyś mógł rozpocząć pracę z poradnikiem,
- cele kształcenia czyli wykaz umiejętności, jakie opanujesz w wyniku kształcenia w ramach tej jednostki modułowej,
- materiał nauczania, czyli wiadomości teoretyczne konieczne do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań sprawdzających czy opanowałeś już podane treści,
- ćwiczenia zawierające polecenia, sposób wykonania oraz wyposażenie stanowiska pracy, które pozwolą Ci ukształtować określone umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów pozwalający sprawdzić Twój poziom wiedzy po wykonaniu ćwiczeń,
- sprawdzian osiągnięć opracowany w postaci testu, który umożliwi Ci sprawdzenie Twoich wiadomości i umiejętności opanowanych podczas realizacji programu danej jednostki modułowej,
- literaturę związaną z programem jednostki modułowej umożliwiającą pogłębienie Twojej wiedzy z zakresu programu tej jednostki.

W poradniku został zamieszczony wybrany materiał nauczania, ćwiczenia z zakresu wykonywania instalacji elektrycznych i podstawowych pomiarów sprawdzających oraz pytania sprawdzające.

Szczególną uwagę zwróć na przepisy bezpieczeństwa wykonywania prac.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- rozpoznawać osprzęt instalacyjny na podstawie wyglądu zewnętrznego i oznaczeń na schematach,
- rozróżniać funkcje osprzętu instalacyjnego w układach instalacji elektrycznej,
- charakteryzować podstawowe parametry osprzętu instalacyjnego,
- określać zastosowanie różnego rodzaju asortymentu osprzętu instalacyjnego,
- rozpoznawać przewody instalacyjne na podstawie wyglądu zewnętrznego,
- opisać budowę przewodu na podstawie symbolu,
- czytać schematy ideowe instalacji elektrycznej,
- charakteryzować układy sieciowe typu TN, TT, IT,
- stosować podstawowe prawa i zależności dotyczące obwodów prądu stałego i przemiennego,
- wykonywać instalację elektryczną na podstawie schematów ideowych i montażowych,
- posługiwać się przyrządami pomiarowymi przeznaczonymi do badań instalacji elektrycznych,
- dobierać rodzaj i zakres mierników do wykonywanych pomiarów,
- korzystać z fachowej literatury i kart katalogowych osprzętu instalacyjnego i przewodów,
- korzystać z norm dotyczących instalacji elektrycznej,
- stosować zasady bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pracy.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- scharakteryzować rodzaje instalacji elektrycznych,
- odczytać symbole graficzne elementów instalacji elektrycznych,
- rozpoznać na schemacie ideowym i w rzeczywistości elementy instalacji elektrycznych,
- wyjaśnić na podstawie schematu ideowego lub montażowego działanie instalacji elektrycznej,
- narysować schemat montażowy instalacji elektrycznej na podstawie schematu ideowego,
- dokonać zestawienia materiałów i elementów potrzebnych do wykonania określonej instalacji elektrycznej,
- przygotować stanowisko pracy z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska,
- ułożyć przewody elektryczne instalacji zgodnie z dokumentacją,
- zainstalować osprzęt elektryczny,
- wykonać połączenia elektryczne podzespołów instalacji elektrycznej,
- zidentyfikować usterki i dokonać prostych napraw instalacji elektrycznej,
- dokonać oględzin instalacji elektrycznej,
- zmierzyć omomierzem ciągłość przewodów w instalacji elektrycznej,
- przygotować instalację elektryczną do pomiaru rezystancji izolacji,
- zmierzyć rezystancję izolacji w instalacji elektrycznej jedno- i trójfazowej,
- zmierzyć impedancję pętli zwarcia,
- zmierzyć rezystancję uziemienia ochronnego,
- ocenić na podstawie wyników pomiarów stan techniczny instalacji elektrycznej oraz skuteczność ochrony od porażeń prądem elektrycznym dla zabezpieczeń zastosowanych w instalacji,
- zastosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony od porażeń prądem elektrycznym, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska obowiązujące na stanowisku pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Zagadnienia ogólne

4.1.1. Materiał nauczania

Rodzaje instalacji

Instalacje elektryczne można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- instalacje w budownictwie ogólnym (mieszkaniowe). Ze względu na podobny charakter jak instalacje mieszkaniowe, instalacje znajdujące się w biurach, budynkach użyteczności publicznej itp., traktowane są również jako mieszkaniowe.
- instalacje przemysłowe.

Ze względu na rodzaj odbiorników instalacje dzieli się na:

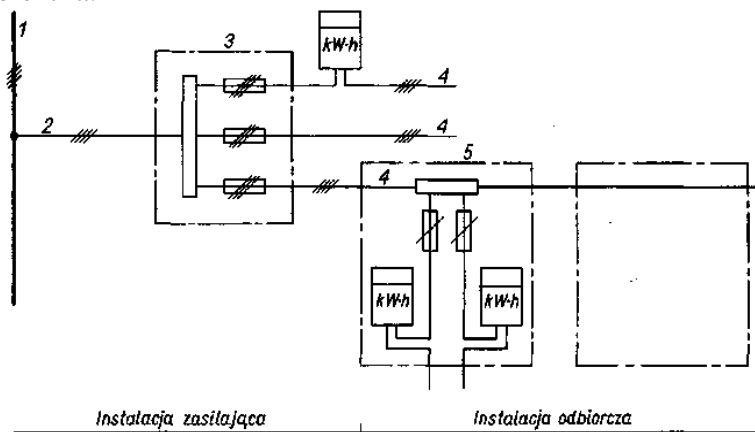
- oświetleniowe (zasilające źródła światła a także silniki sprzętu domowego, sprzęt elektroniczny, AGD, komputery, grzejniki przenośne, itp., które zalicza się do oświetlenia),
- siłowe (zasilające silniki trójfazowe i grzejniki).

Istotne elementy instalacji elektrycznych to:

- przewody,
- sprzęt instalacyjny,
- rozdzielnice,
- urządzenia automatyki (np. SZR – samoczynne załączenie rezerwy).

W instalacjach mieszkaniowych rozróżnia się dodatkowo elementy (rys. 1):

- przyłączy,
- złącze,
- wewnętrzną linię zasilającą (WLZ),
- instalację odbiorczą.



Rys. 1. Elementy instalacji elektroenergetycznej [2]:

1 – sieć energetyki, 2 – przyłączy, 3 – złącze, 4 – wewnętrzną linię zasilającą (WLZ), 5 – tablica rozdzielcza.

Instalacja odbiorcza doprowadzająca energię elektryczną do poszczególnych odbiorników – znajduje się za licznikiem rozliczeniowym (patrząc od strony zasilania).

Wewnętrzna linia zasilająca (WLZ) – linia łącząca złącze z tablicami rozdzielczymi.

Złącze jest głównym zabezpieczeniem zasilanego obiektu. Z jednej strony są do niego przyłączone przewody zasilające obiekt, a z drugiej – przewody WLZ lub licznik.

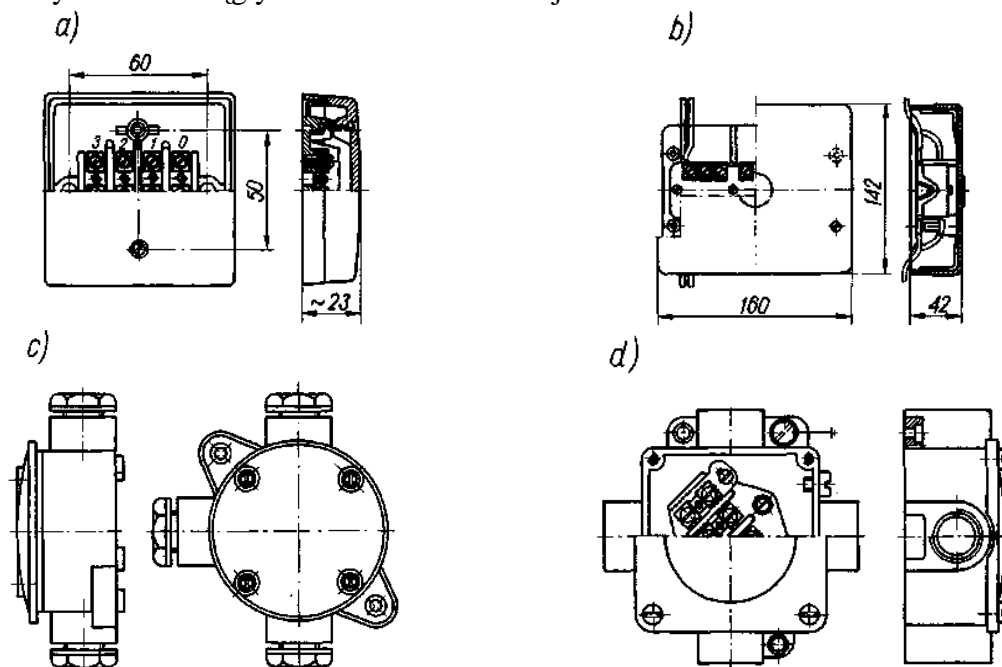
Przyłączy łączy złącze z siecią energetyki zawodowej.

Osprzęt instalacyjny

Osprzętem instalacyjnym są urządzenia stanowiące wyposażenie instalacji. Do osprzętu zalicza się:

- rury instalacyjne,
- elementy konstrukcyjne instalacji prefabrykowanych,
- łączniki instalacyjne,
- gniazda,
- odgałęźniki (puszki instalacyjne),
- bezpieczniki,
- oprawy oświetleniowe.

Odgałęźniki (puszki instalacyjne) (rys. 2) stosowane są do łączenia przewodów instalacyjnych oraz do tworzenia odgałęzień wykonywane są z melaminy, bakelitu lub polwinitu. W puszcze instalacyjnej umieszcza się porcelanowy lub plastikowy pierścień z zaciskami, do których przykręca się żyły przewodów. Przewody te wprowadzane są do puszek po wyłamaniu okrągłych otworów w bocznej ścianie.

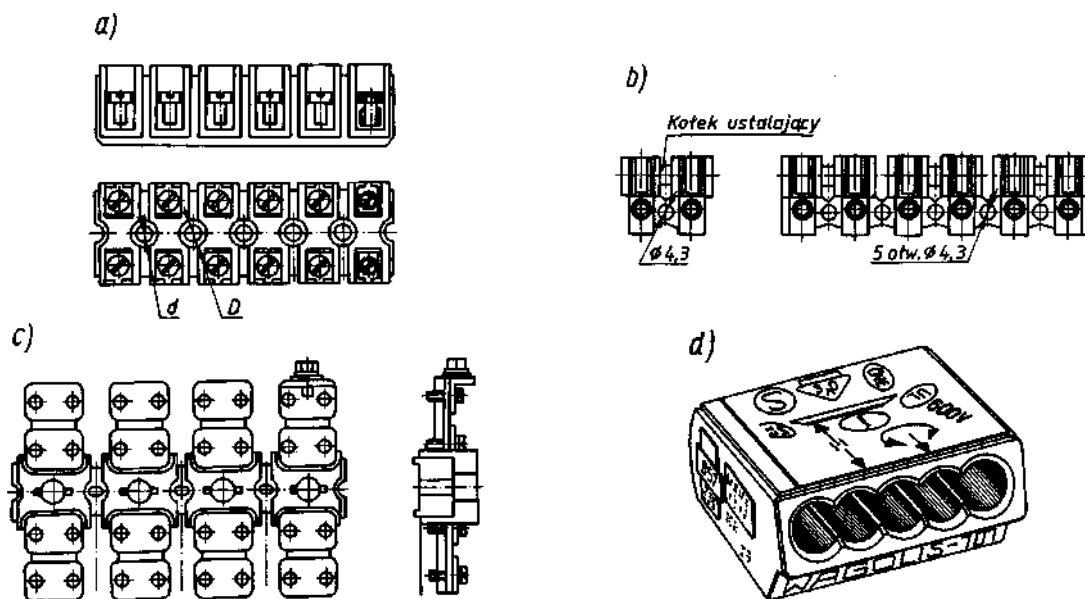


Rys. 2. Odgałęźniki [2]:

a) odgałęźnik natynkowo-wtynkowy, stosuje się w instalacjach mieszkaniowych wtynkowych i natynkowych, b) centralna puszka rozdzielcza (CPR), stosuje się w instalacjach mieszkaniowych wtynkowych i natynkowych, c) odgałęźnik bryzgoszczelny w obudowie bakelitowej, stosowane w instalacjach układanych w pomieszczeniach wilgotnych lub w instalacjach prowadzonych w rurach, d) odgałęźnik w obudowie metalowej, stosowane w instalacjach układanych w pomieszczeniach wilgotnych lub w instalacjach prowadzonych w rurach

Złączki (rys. 3) stosuje się do przyłączenia przewodów do tablic, opraw i aparatów elektrycznych. Rodzaje złączek:

- złączki przewodowe gwintowe,
- złączki gwintowo-zaciskowe,
- listwy zaciskowe,
- zaciski tablicowe,
- zaciski instalacyjne WAGO.



Rys. 3. Złączki i zaciski [2]:

a) złączka przewodowa gwintowa, b) złączka gwintowo-zaciskowa LZW-B, c) listwa zaciskowa LZ-35, d) zacisk instalacyjny WAGO – umożliwiają one szybki montaż i demontaż instalacji bez kłopotliwego przykręcania przewodów.

Plany instalacji

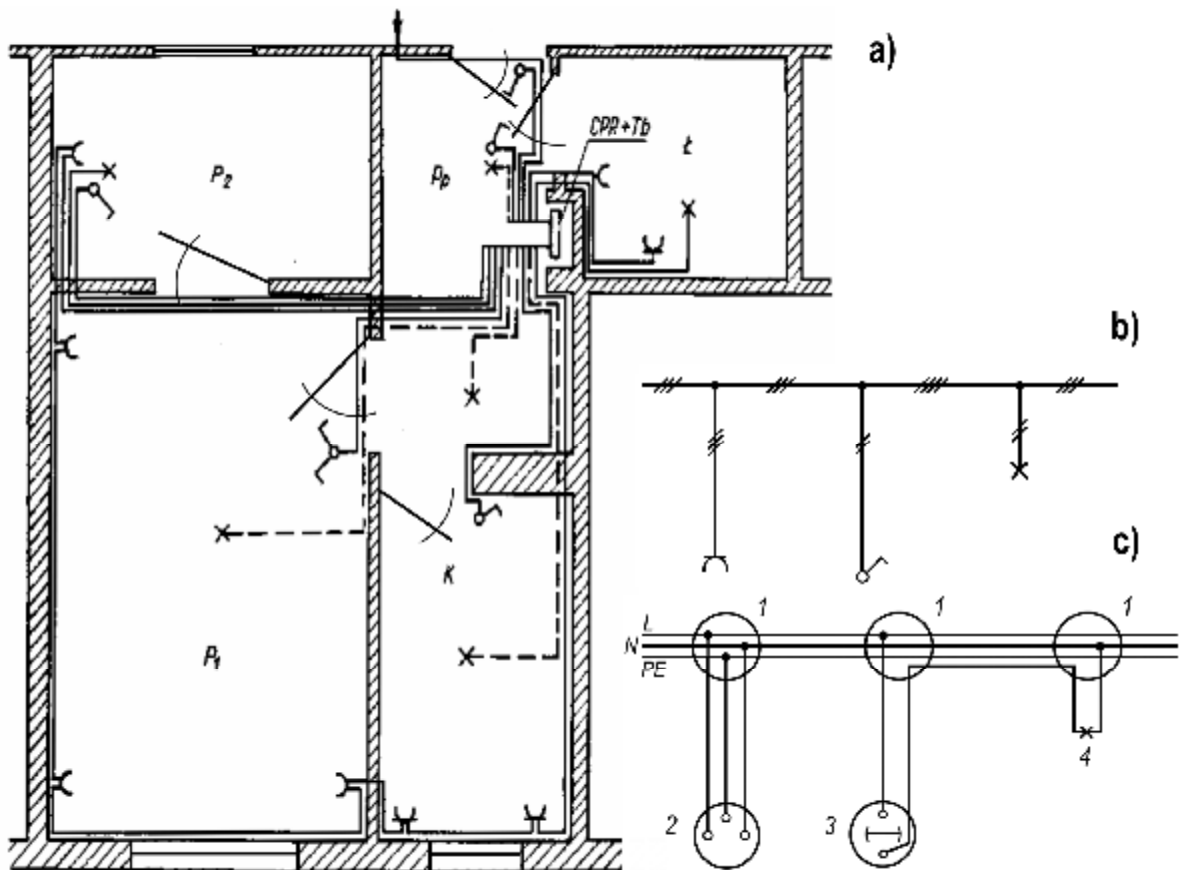
Plany instalacji (rys. 4) są najistotniejszą częścią projektu urządzeń elektrycznych. Wykonuje się je na rzutach poszczególnych kondygnacji (poziomów) budynku przez wrysowanie jednokreskowych instalacji elektrycznych wszystkich rodzajów. Plany instalacji w budynkach powinny być sporządzone w podziałce 1:100. Część budowlana jest podawana na planie instalacji elektrycznej bez wymiarów oraz bez szczegółów o znaczeniu jedynie budowlanym. Na planie instalacji elektrycznej są oznaczone wszystkie trasy zarówno sieci zasilającej (przewody zasilające, piony), jak i sieci odbiorczej (poszczególne obwody oświetleniowe, siłowe lub inne). Są również wrysowane wszystkie punkty świetlne, odbiorniki siłowe oraz elementy instalacji sygnalizacyjnych, łączniki, punkty odgałęźne, tablice rozdzielcze, uziemienia, przewody instalacji odgromowej oraz wszystkie inne szczegóły mające znaczenie dla wykonawcy instalacji elektrycznej.

Schematy szczegółowe można podzielić na trzy rodzaje:

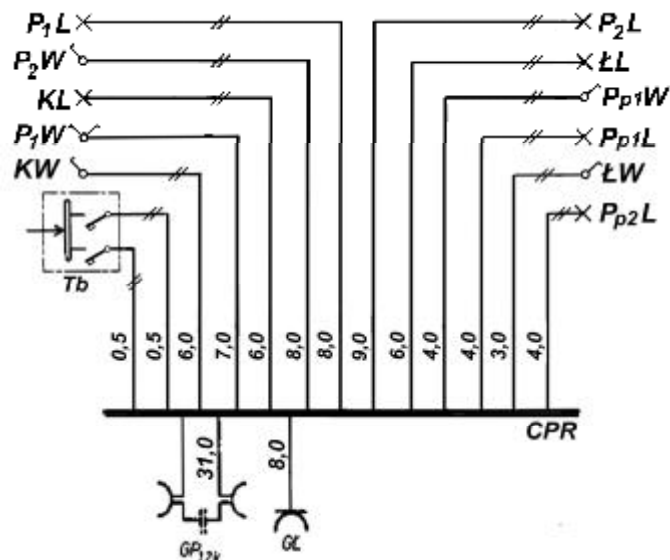
- ideowe (rys. 4),
- rozwinięte (rys. 5),
- montażowe (rys. 4c).

Schematy ideowe pokazują połączenia między aparatami, maszynami oraz wyjaśniają działanie układu elektrycznego. Stosowane są przy budowie i uruchamianiu skomplikowanych układów elektrycznych. Wykonywane są jako jedno- lub wielokreskowe. Cechą charakterystyczną tych schematów jest oznaczanie wszystkich elementów składowych aparatów (cewki, styki) oraz głównych połączeń wszystkich przyrządów sterujących, pomiarowych i sygnalizacyjnych, a również wszelkich połączeń pomocniczych. Schematy ideowe nie uwzględniają listew zaciskowych ani położenia aparatów.

Schematy rozwinięte (obwodowe) przedstawiają wszystkie połączenia urządzeń elektrycznych w stanie rozwiniętym (rys. 5), czyli każdy obwód wraz z jego elementami umieszczony jest na jednej poziomej, równoległej do innych linii. Schematy rozwinięte uwzględniają również wszystkie przyrządy pomiarowe, wskaźnikowe, sygnalizacyjne i sterownicze.

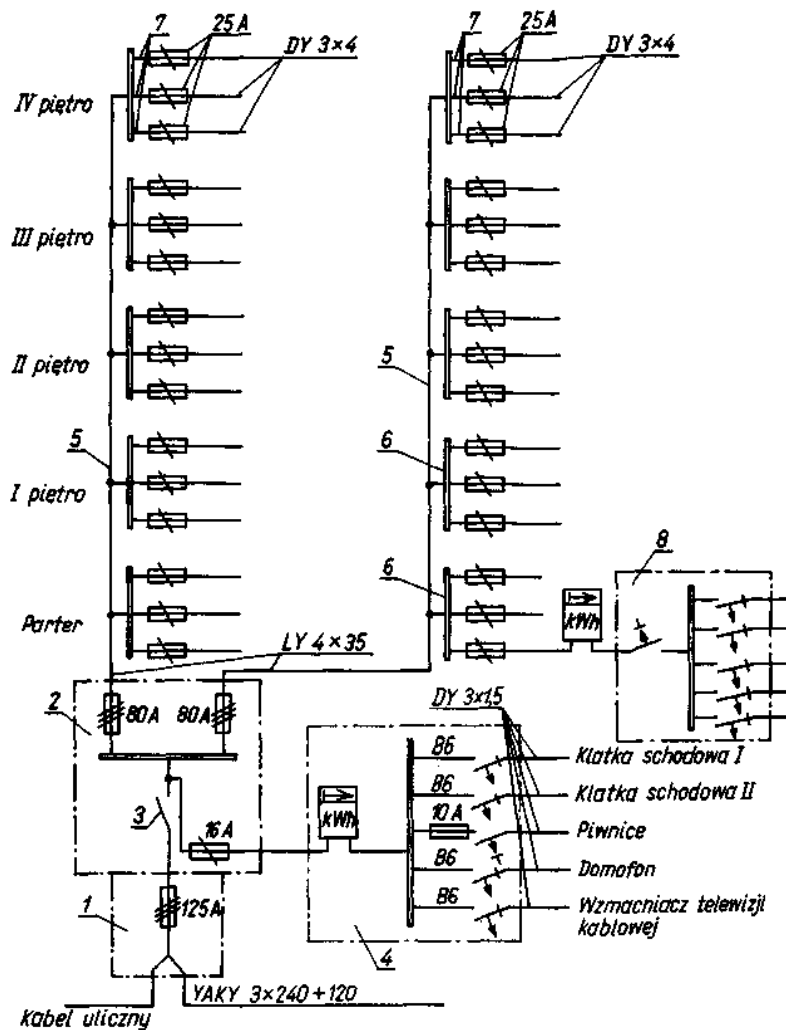


Rys. 4. Plan instalacji elektrycznej w typowym mieszkaniu z wykorzystaniem puszkii CPR [2]:a) plan instalacji, b) schemat jednokreskowy, c) schemat montażowy dotyczący połączeń przedstawionych na rys. b).



Rys. 5. Schemat instalacji z rys. 4. Liczba na schemacie oznaczają długości obwodów w metrach [2]
 W – łącznik, L – lampa, G – gniazdo, K – kuchnia, Ł – łazienka, P_p – przedpokój, P₁, P₂ – pokoje, Tb – tablica bezpiecznikowa.

Schemat rozwinięty układu zasilania budynku mieszkalnego przedstawia rysunek 6.



Rys. 6. Schemat układu zasilania budynku mieszkalnego czteropiętrowego o dwóch klatkach schodowych, o 30 mieszkaniach dwupokojowych bez kuchni elektrycznej (układ TN) [7]:

1. złącze, 2. główna tablica rozdzielcza budynku, 3. główny wyłącznik, 4. tablica rozdzielcza administracyjna (obwód piwnicy chroniony wyłącznikiem różnicowoprądowym), 5. wewnętrzna linia zasilająca (WLZ), 6. tablica rozdzielcza piętrowa, 7. odgałęzienie od WLZ do mieszkania, 8. tablica rozdzielcza mieszkaniowa (z wyłącznikiem różnicowoprądowym).

Schematy montażowe służą do wykonania montażu bardziej skomplikowanych urządzeń elektrycznych, np. tablic sterowniczo-sygnalizacyjnych w układach automatyki. Schematy montażowe wykonywane są z uwzględnieniem szczegółów konstrukcyjnych, tablic i pulpitów oraz z uwzględnieniem rozmieszczenia przyrządów elektrycznych. Są one rysowane w ten sposób, że pokazują faktyczne rozmieszczenie przewodów i aparatury oraz wskazują, które zaciski przyrządów należy połączyć ze sobą za pomocą przewodów.

Rysunki wykonawcze (robocze) służą do wykonania w warsztatach potrzebnej konstrukcji lub części. Rysunki wykonawcze wykonuje się dla konstrukcji nietypowych i powinny one zawierać wszystkie niezbędne wymiary. Ponadto na rysunkach wykonawczych podaje się dane dotyczące materiału, z którego ma być przedmiot wykonany, np. wymiar kształtownika stalowego, przekrój szyny aluminiowej itp.

Rysunki listwowania wykonywane są tylko dla budowli o konstrukcji żelbetowej. Przy prowadzeniu rurek instalacyjnych pod tynkiem w budynkach tego rodzaju, przed wykonaniem szalowania do betonowania, muszą być zaprojektowane kanały (bruzdy) w filarach, podciągach i sufitach. Wykuwanie takich kanałów w betonie jest bardzo

pracochłonne, a poza tym jest ryzykowne ze względu na osłabianie konstrukcji nośnej budynku. Na planach budowlanych, dotyczących betonowania, a mianowicie na rysunkach roboczych o podziałce 1:50 wrysowuje się listwy, kreśląc jednocześnie obok ich przekroje w większej podziałce (1:5 lub 1:10).

Zasady organizacji montażu instalacji elektrycznych

Kolejność prac podczas montażu instalacji:

1. Zapoznanie się z dokumentacją instalacji.
2. Przygotowanie materiałów i narzędzi.
3. Trasowanie – wyznaczanie tras przewodów, miejsca na osprzęt, na uchwyty lub podpory przewodów.
4. Kucie rowków, otworów i wnęk.
5. Układanie rurek.
6. Osadzanie puszek, półfajek, kotew i haków.
7. Instalowanie elementów wsporczych – montaż uchwytów na przewody, podpór osprzętu prefabrykowanego itp..
8. Montaż rur i puszek lub osprzętu prefabrykowanego.
9. Tynkowanie i suszenie – gdy instalacja jest podtynkowa lub wtynkowa.
10. Układanie przewodów – wciąganie przewodów do rur lub układanie przewodów na podporach.
11. Malowanie ścian.
12. Montaż osprzętu łączeniowego i gniazd.
13. Łączenie przewodów – wykonywanie wszelkich połączeń metalicznych między przewodami.
14. Montaż odbiorników (lamp, dzwonek, silników, grzejników i innych).
15. Kontrola prawidłowości wykonania całej instalacji i przekazanie do użytku.

W zależności od rodzaju wykonania instalacji nie wszystkie wymienione wyżej punkty mogą wystąpić lub też wystąpią, ale w zmienionej formie.

W tych instalacjach, w których przewody są niewidoczne (podtynkowe i wtynkowe), należy prowadzić przewody po liniach prostych, równoległych lub prostopadłych do podłogi. Dzięki temu można ustrzec się przed wbiciem gwoźdźcia w niewidoczny przewód, a po lokalizacji gniazd, puszek i łączników łatwo się zorientować w przebiegu przewodów.

W instalacjach elektrycznych stosuje się obecnie wyłącznie przewody miedziane.

W instalacjach wykonywanych rurami stalowymi pomija się w dokumentacji rysunki robocze sposobu uziemiania lub zerowania poszczególnych fragmentów instalacji, ograniczając się jedynie do ogólnikowego stwierdzenia w opisie, że instalację należy zerować lub uziemiać. Luka ta może doprowadzić do przykrych następstw, jak porażenie obsługi prądem elektrycznym, na skutek wykonania połączeń uziemiających wg niedostatecznie sprecyzowanych wymogów.

Przygotowanie materiałów

W oparciu o otrzymaną i sprawdzoną dokumentację projektowo–kosztorysową należy zgromadzić wszystkie materiały potrzebne do wykonania całości robót.

W instalacjach elektrycznych stosuje się bardzo dużo rodzajów i odmian materiałów, których nazwy, wraz z ich doskonaleniem ulegają zmianom.

Dlatego też w celu uniknięcia pomyłek pobierający materiały musi dokładnie sprawdzić ich zgodność z zestawieniem materiałowym zawartym w dokumentacji oraz wykazem drobnych materiałów. Do materiałów drobnych zalicza się: cynę, taśmy izolacyjne, drut wiązałkowy,

gwoździe, cement, gips, wsporniki, farby, pakuły itp.

Komplet materiałów powinien być dostarczony na stanowisko robocze przed rozpoczęciem robót.

Wyposażenie stanowiska roboczego monter–elektryka

Miejsce zajmowane przez pracującego nazywamy stanowiskiem pracy lub stanowiskiem montażowym.

Narzędzia

Narzędzia używane przy montażu instalacji elektrycznych podzielić można na zwykłe i specjalne.

Narzędzia monterskie zwykle służą do:

- wycinania rowków i zagłębień:
 - a) ręczne np.: młotki, przecinaki, wycinaki itp.,
 - b) elektonarzędzia np.: dwutarczowa wycinarka bruzd, itp.
- przebijania otworów w betonie i cegle, np.: przebijaki, wiertarki udarowe,
- nacinania pancerzy przewodów i kabli oraz zdejmowania izolacji z przewodów,
- określania przebiegu pionowych i poziomych odcinków tras instalacji elektrycznej np.: poziomnica, pion, przymiar, itp.,
- obróbki mechanicznej rur winidurowych i stalowych,
- obróbki ślusarskiej: pilniki, piłki do metalu, rysiki, obcęgi, szczypce, gwintowniki i narzynki, klucze do śrub i inne,
- montażu elektrycznego instalacji i osprzętu: wkrętaki płaskie i krzyżowe izolowane, szczypce izolowane, kleszcze do zdejmowania izolacji, przeciągadło (sprężyna) do wciągania przewodów i inne,
- prac murarskich: szpachle, packa do tynkowania i inne.

Narzędzia i urządzenia specjalne służą do montażu:

- instalacji w rurach winidurowych: grzejnik elektryczny do formowania rur, skrobak do ukosowania rur, kalibrator, wzornik do gięcia rur, kleje do winiduru, kubek do wody.
- instalacji przewodami kabelkowymi: prostownice rolkowe do przewodów kabelkowych, prostownice rolkowe do przewodów płaszczowych, klucz do wkręcania dławików okrągłych.
- przewodów szynowych: praski do wycinania otworów w szynach i blachach, ściernica do przecinania materiałów, wiertarka stołowa, przyrząd do gięcia szyn, zaginarka do blach, przyrządy spawalnicze, kleszcze lub prasa do spajania na zimno szyn aluminiowych.
- tablic elektrycznych (rozdzielnic): praski do wycinania otworów w płytach izolacyjnych i w blasze, wiertarka stołowa, szlifierka z giętkim wałem, szlifierka elektryczna stołowa, przyrządy do cięcia drutu.

Aparatura kontrolno–pomiarowa

Przy montażu instalacji elektrycznych najczęściej wykonywanymi: pomiarami są: pomiar napięcia, pomiar prądu, pomiar mocy czynnej, pomiar rezystancji, kontrola stanu izolacji i pomiar rezystancji uziemień.

Aparatura pomiarowa:

- dzwonek elektryczny 4,5 V wraz z baterijką lub inne urządzenie do sprawdzania ciągłości połączeń,
- wskaźniki (próbniki) do niskich i wysokich napięć,
- multimetr,
- watomierz (pomiar mocy czynnej),
- miernik do pomiaru oporności uziemień,
- miernik do pomiaru stanu izolacji,
- i inne.

Przechowywanie i konserwacja narzędzi

Po zakończeniu pracy narzędzia powinny zostać oczyszczone, poukładane i pozamykane do skrzynek lub szaf do tego przeznaczonych. Jeżeli nastąpiły uszkodzenia, należy wymienić narzędzia na nowe, lub naprawić we własnym zakresie.

Narzędzia zaopatrzone w rękojeści izolacyjne, np. śrubokręty lub szczypce uniwersalne z gumowymi nakładkami izolacyjnymi, należy przechowywać w suchym miejscu i nie wolno ich oliwić.

Sprzęt bezpieczeństwa pracy

Na każdym stanowisku pracy powinna być zapewniona możliwość korzystania ze sprzętu zapewniającego bezpieczną pracę oraz sprzętu przeciwpożarowego.

Trasowanie

Trasowanie jest to wyznaczenie dróg, wzdłuż których układane będą przewody oraz miejsca umocowania osprzętu i odbiorników. Trasowanie w instalacjach podtynkowych jak i natynkowych oparte jest na tych samych zasadach. Należy omijać miejsca, w których przewiduje się wbijanie haków, gwoździ itp.

Trasowania dokonuje się za pomocą:

- poziomicy laserowej,
- kilkumetrowego sznura powleczonego farbą w proszku.

Trasowania dokonują dwie osoby posługujące się rozkładanymi drabinami. Wzdłuż wyznaczonej w ten sposób linii osadza się uchwyty, puszki lub kute są otwory i rowki instalacyjne. Przy równoległym prowadzeniu kilku linii należy uwzględnić więcej miejsca na osadzenie puszek. Trasowania linii pionowych można dokonać za pomocą pionu (sznurka z zawieszonym ciężarkiem). Poziome trasy przewodów należy wyznaczać ok. 25 cm poniżej sufitu, jednak nie niżej niż 2,5 m od podłogi.

Przy wyznaczaniu tras należy wykorzystywać istniejące spoiny cegieł, złącza płyt żelbetowych, krawędzie belek.

Wyznaczanie miejsc zamocowania osprzętu

Wysokość zamocowania łączników powinna wynosić około 140 cm od podłogi, nie wolno ich instalować w łazienkach i WC.

W razie braku podłogi (obiekt jest w budowie), trasowanie powinno uwzględniać grubość projektowanej podłogi.

Gniazda wtyczkowe trasować należy na wysokości 30 cm od podłogi. W kuchniach, gniazdko wtyczkowe należy umieszczać na wysokości około 85 cm. w łazienkach na wysokości 120 cm. W zakładach przemysłowych wysokość mocowania gniazd wtyczkowych podyktowana jest warunkami technologii produkcji, dlatego też określona jest każdorazowo w dokumentacji technicznej.

Odległość puszek pod łączniki od krawędzi muru przy drzwiach powinna wynosić, co najmniej 15 cm. Łączniki należy osadzać po stronie kłamki drzwi, dlatego już podczas trasowania należy znać kierunek otwierania drzwi.

Odległość między uchwytami rurek izolacyjnych płaszczowych powinna wynosić około 80 cm, między uchwytami rurek stalowych – około 100 cm, zaś między uchwytami przewodów płaszczowych – około 50 cm. Uchwyty do przewodów kabelkowych w ołoiu lub polwinicie umieszczamy w liniach poziomych w odległości ok. 30 cm, a w liniach pionowych – ok. 50 cm.

Podział przewodów stosowanych w instalacjach elektrycznych w zależności od:

a) przeznaczenia:

- przewody energoelektryczne (silnoprądowe), stosowane w energetyce do przesyłania i rozdziału energii elektrycznej,
- przewody teletechniczne (słaboprądowe), stosowane w telekomunikacji, tj. telefonii, telegrafii, radiotechnice, itp.

b) rodzaju izolacji:

- przewody gołe, stosowane głównie w liniach napowietrznych i pomieszczeniach ruchu elektrycznego (energetycznych i teletechnicznych), umocowane na izolatorach do słupów lub innych konstrukcji wsporczych,
- przewody izolowane, energetyczne i teletechniczne.

c) zastosowania:

- przewody do zakładania na stałe — w rurkach, na różnego rodzaju izolatorach, pod tynkiem lub na tynku,
- przewody do przyłączania odbiorników ruchomych energetycznych i teletechnicznych,
- przewody do wykonywania połączeń w urządzeniach i aparatach energetycznych i teletechnicznych.

Rodzaje łączenia przewodów w instalacjach elektrycznych:

a) mechaniczne (dociskowe):

- z użyciem pierścieni, złączek oraz listew z zaciskami śrubowymi (przewody o małych przekrojach – do 10 mm²),
- przez splatanie (małe przekroje przewodów – w instalacjach wewnętrznych prowizorycznych, duże przekroje – w liniach napowietrznych),
- przy użyciu śrub (średnie i duże przekroje przewodów),
- poprzez spajanie na zimno (przewody o wszelkich przekrojach).

b) spawane (stosuje się do przewodów o dużych przekrojach):

- elektryczne bezłukowe (kontaktowe),
- elektryczne łukowe,
- gazowe (w formach otwartych lub zamkniętych),
- przez zalewanie.

c) lutowane (stosuje się do przewodów o małych i średnich przekrojach):

- przy użyciu lutów zwykłych,
- przy użyciu lutów reakcyjnych.

d) zaprasowywane.

Dobrze wykonane połączenia przewodów zapewniają dobry i trwały styk między łączonymi częściami i możliwie jak najmniejsza oporność przejścia.

Mechaniczne łączenie przewodów

Łączenie przewodów za pomocą pierścieni i listew zaciskowych

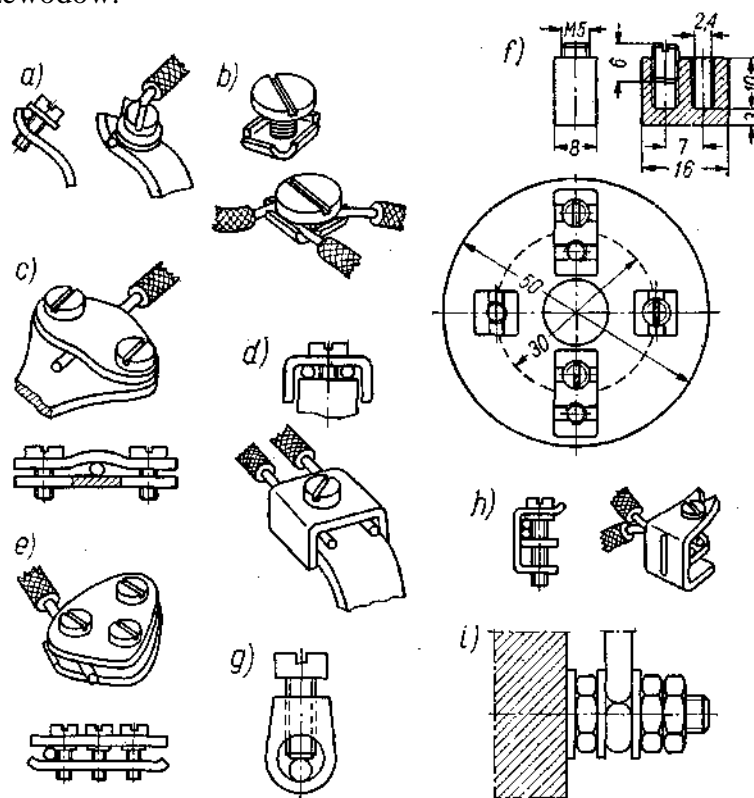
Łączenie przewodów w puszkach wykonuje się tylko przy użyciu zacisków śrubowych lub przez lutowanie. Do celów oświetleniowych i zasilania małych odbiorników siłowych łączenie w puszkach wykonuje się za pośrednictwem pierścieni łączeniowych. Zaciski do łączenia przewodów przedstawione są rys. 7.

Zalety tych zacisków:

- odpowiednia powłoka w miejscach styku (niklowa, kadmowa, cynowa, srebrna lub cynkowa),
- duża powierzchnia styku i sprężynowanie niektórych zacisków,
- możliwość zaciskania przewodu bez jego zginania (z wyjątkiem zacisku).

Przed łączeniem, należy sprawdzić czy przeznaczone do połączenia przewody zmieszczą się w danym zacisku. Następnie należy przymierzyć końce przewodów do danego zacisku w ten sposób, aby przewód tworzył pętlę o wewnętrznej średnicy puszki i trafił do zacisku.

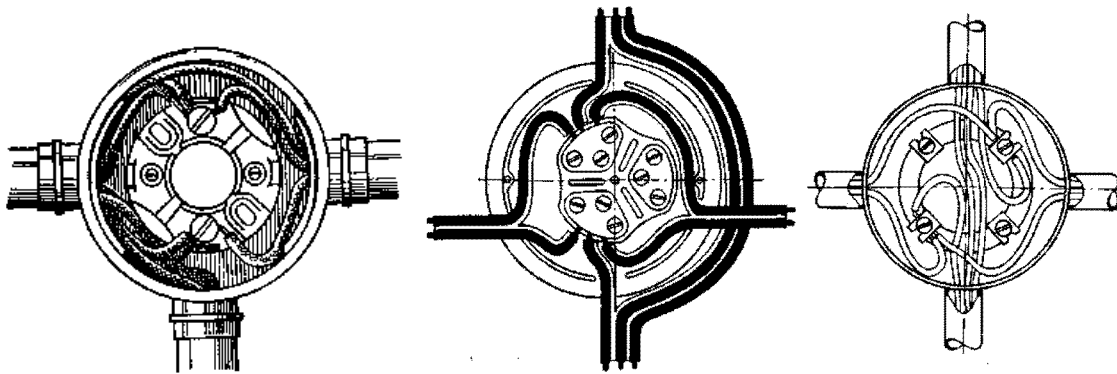
Przy zdejmowaniu izolacji i umieszczaniu przewodów w zaciskach należy unikać nadmiernych wygięć przewodów, żeby nie doprowadzać do osłabienia izolacji i do łamania się lub osłabienia przewodów.



Rys. 7. Zaciski do łączenia przewodów energoelektrycznych [2]:

- główkowy 1-przewodowy,
- główkowy 4-przewodowy,
- nakładkowy 2-śrubowy,
- nakładkowy 1-śrubowy
- nakładkowy 3-śrubowy,
- jedno- i dwuszczelinowe na pierścieniu rozgałęzonym,
- tulejkowy,
- szczękowy, sprężynujący,
- sworzniowy.

Rysunek 8 przedstawia połączenie nieprawidłowe, ponieważ niepozostawiona jest dostateczna rezerwa przewodów.



Rys. 8. Przykład nieprawidłowego ułożenia przewodów w puszcze [2.].

Połączenia przy użyciu listew zaciskowych, bardzo często stosuje się w instalacjach wewnętrznych. Listwy służą do łączenia przewodów o małych przekrojach w obwodach automatyki, sterowania, zabezpieczeń i sygnalizacji.

Łączenie przewodów aluminiowych

Przewód aluminiowy, poddany dużemu naciskowi „płygnie” tj. po pewnym czasie ustępuje pod naciskiem, co powoduje pogorszenie styczności w zaciskach, po pewnym czasie oporność połączenia wzrasta do tego stopnia, że występuje grzanie się końcówek i iskrzenie. Powoduje to upalenie się końcówek przewodów i przerwę w obwodzie, a może być również przyczyną pożaru. Dlatego przewody te można łączyć tylko za pomocą specjalnych zacisków mocno sprężynujących.

Przy połączeniu przewodu aluminiowego z miedzianym lub mosiężnym należy stosować podkładki kupalowe (Cu–Al)

Podkładki kupalowe umieszcza się między miedzią (stroną miedzianą) a aluminium (stroną aluminiową).

Przy łączeniu przewodów aluminiowych należy ograniczać do minimum wszelkie zbędne przegięcia oraz unikać skaleczenia żyły metalowej.

Zabronione jest wykonywanie łączy przewodów aluminiowych przez zaplatanie.

Łączenie przewodów za pomocą śrub

Dobre połączenie przewodów za pomocą śrub uzyskuje się przez oczyszczenie styków, zapewnienie odpowiedniej powierzchni styków i mocne skręcenie śrub. Znaczną poprawę styku powierzchni czynnych osiąga się przez stosowanie podkładek sprężynujących zapobiegających ujemnym skutkom odkształcania się przewodów (szczególnie aluminiowych).

Lutowanie przewodów

Lutowanie jest to łączenie metali za pomocą spoiwa (lutu). Rozróżnia się lutowanie:

- miękkie,
- twarde.

Lutowanie przewodów stosuje się tam, gdzie nie jest dozwolone łączenie mechaniczne za pomocą śrub i zacisków (na przykład w uzwojeniach maszyn lub aparatów elektrycznych).

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Na jakiej wysokości mocujemy łączniki i gniazda wtyczkowe w budynkach mieszkalnych?
2. W jaki sposób trasujemy linie w instalacjach natynkowych?
3. Jakie rozróżniamy sposoby łączenia przewodów energoelektrycznych?
4. Wyjaśnić szczegóły łączenia przewodów przy użyciu listew zaciskowych?
5. Kiedy i w jaki sposób stosuje się łączenie przewodów za pomocą śrub?
6. Kiedy i w jaki sposób lutujemy przewody miedziane?
7. Gdzie i w jaki sposób zakładamy podkładki kupalowe?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj zestawienie symboli graficznych oraz wykaz obwodów znajdujących się na załączonym schemacie lub planie instalacji elektrycznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić rodzaj dokumentu otrzymanego do wykonania ćwiczenia,
- 2) sporządzić tabelę symboli graficznych występujących w dokumencie i ich znaczenie,
- 3) odszukać znaczenie poszczególnych symboli i uzupełnić tabelę,
- 4) dokonać analizy dokumentu i wyszczególnić znajdujące się na rysunku obwody.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat lub plan instalacji elektrycznej mieszkaniowej,
- Polska Norma PN-EN 60617:2003 Symbole graficzne stosowane w schematach,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie,
- papier do pisania.

Ćwiczenie 2

Sporządź plan i schemat instalacji elektrycznej pomieszczenia wskazanego przez nauczyciela lub swojego mieszkania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) narysować plan pomieszczenia (lub pomieszczeń), które wskaże nauczyciel lub przy braku takiego wskazania – plan własnego mieszkania,
- 2) nanieść na planie widoczny osprzęt instalacyjny,
- 3) nanieść na planie obwody określając przynależność widocznego osprzętu instalacyjnego do poszczególnych obwodów,
- 4) narysować prawdopodobne trasy przewodów zgodne z zasadami dobierania tras przewodów,
- 5) nanieść na plan wartości prądów znamionowych zabezpieczeń,
- 6) sporządzić schemat instalacji rozrysowanej na planie,

- 7) zaznaczyć na planie instalacji miejsca w których występują różnice między wykonaną już instalacją a wymaganiami określonymi obowiązującymi przepisami.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- taśma miernicza,
- Polska Norma PN–EN 60617:2003 Symbole graficzne stosowane w schematach,
- zeszyt do ćwiczeń,
- kalkulator,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie,
- papier do pisania.

Ćwiczenie 3

Narysuj schemat montażowy instalacji elektrycznej na podstawie schematu ideowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się ze schematem ideowym instalacji elektrycznej,
- 2) zidentyfikować elementy instalacji: osprzęt instalacyjny, rodzaj zabezpieczeń, przewody,
- 3) odszukać w katalogach występujący na schemacie ideowym osprzęt instalacyjny,
- 4) sporządzić na podstawie schematu ideowego schemat montażowy instalacji elektrycznej,
- 5) dokonać analizy swojego zadania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat ideowy instalacji elektrycznej,
- Polska Norma PN–EN 60617:2003 Symbole graficzne stosowane w schematach,
- katalogi osprzętu instalacyjnego,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie,
- papier do pisania.

Ćwiczenie 4

Wskaż elementy instalacji elektrycznej (na modelu lub instalacji rzeczywistej) zaznaczone na schemacie ideowym.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z modelem lub rzeczywistą instalacją elektryczną,
- 2) zapoznać się ze schematem ideowym instalacji elektrycznej,
- 3) zidentyfikować elementy instalacji: osprzęt instalacyjny, rodzaj zabezpieczeń, przewody,
- 4) odszukać w katalogach występujący na schemacie ideowym osprzęt instalacyjny,
- 5) wskazać na modelu lub instalacji rzeczywistej elementy instalacji elektrycznej zaznaczone na schemacie ideowym
- 6) dokonać analizy swojego zadania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model lub rzeczywista instalacja elektryczna,
- schemat ideowy instalacji elektrycznej (modelu lub instalacji rzeczywistej),
- Polska Norma PN-EN 60617:2003 Symbole graficzne stosowane w schematach,
- katalogi osprzętu instalacyjnego,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie,
- papier do pisania.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) odczytać symbole graficzne elementów instalacji elektrycznej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zidentyfikować elementy składowe instalacji na schemacie ideowym instalacji?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) zidentyfikować elementy składowe instalacji na schemacie ideowym modelu i w warunkach naturalnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) rozpoznać rodzaje instalacji odbiorczych na schemacie, planie i w warunkach naturalnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić typ przewodu i osprzęt instalacyjny na podstawie dokumentacji technicznej instalacji?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) ustalić położenie łączników instalacyjnych w poszczególnych pomieszczeniach?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) ustalić rozmieszczenie gniazd wtykowych w poszczególnych pomieszczeniach?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) narysować schemat montażowy instalacji elektrycznej na podstawie schematu ideowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Instalacje w budownictwie ogólnym

4.2.1. Materiał nauczania

W instalacjach budownictwa ogólnego przewody można prowadzić w rurach z polichloroku winylu (PCW), pod tynkiem i na tynku oraz w warstwie tynku (rys. 9).

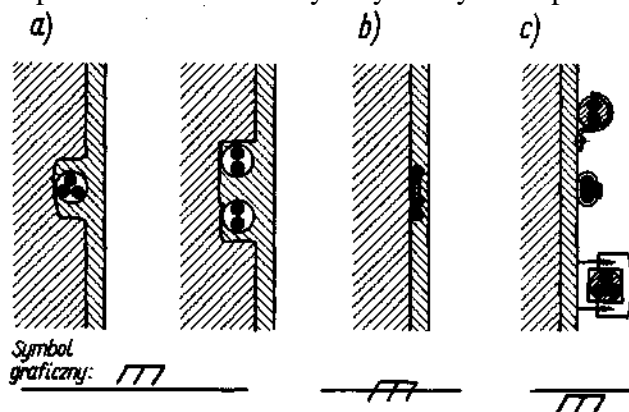
Do budowy wewnętrznych linii zasilających (WLZ) należy stosować na całej długości przewody o jednolitym przekroju, nie mniejszym niż $4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, na napięcie znamionowe nie mniejsze niż 750 V. Nie mogą one być przerywane, a wszelkie odgałęzienia od nich muszą być wykonywane za pomocą odpowiednich zacisków odgałęźnych.

Osprzęt stosowany w łazienkach, pralniach i innych tego typu pomieszczeniach powinien posiadać odpowiedni stopień ochrony IP.

Instalacje w rurach stalowych

Podstawowe zasady prowadzenia przewodów w rurach:

- na zewnątrz pomieszczeń nie należy stosować rur winidurowych,
- w pomieszczeniach o wyziewach żrących nie należy stosować rur stalowych,
- w pomieszczeniach zapyłonych, wilgotnych, z wyziewami żrącymi i niebezpiecznych pod względem pożarowym należy stosować osprzęt szczelny,
- rury należy układać z niewielkim spadem,
- końce rur nie wprowadzone do puszek i przyrządów należy zaopatrzyć w tulejki lub półfajki izolacyjne,
- rury stalowe należy oczyścić i dwukrotnie pomalować lakierem,
- wszelkie połączenia przewodów można wykonywać tylko w puszkach rozgałęźnych.



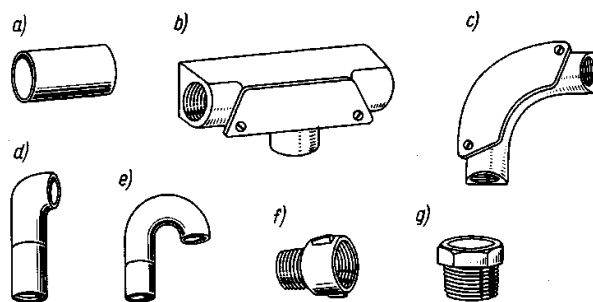
Rys. 9. Sposoby układania przewodów [7]:

- przewody w rurkach pod tynkiem,
- przewody wtykowe,
- przewody w rurce lub przewody kabelkowe ułożone po wierzchu.

Rury stalowe stosuje się tylko w instalacjach natynkowych i tam gdzie nie można zastąpić ich rurami winidurowymi.

Do wykonywania instalacji w rurach stosuje się rury stalowe (RSP) i winidurowe (PCW).

Do rur stalowych stosuje się osprzęt żeliwny (puszki, łączniki i gniazda oraz uchwyty, złączki, odgałęźniki, kątniki itp.). Rury takie są wykonywane w odcinkach o długości 3 m, na obu końcach nagwintowanych i zaopatrzonych z jednej strony w złączkę (rys. 10).



Rys. 10. Osprzęt do rur stalowych [2]:

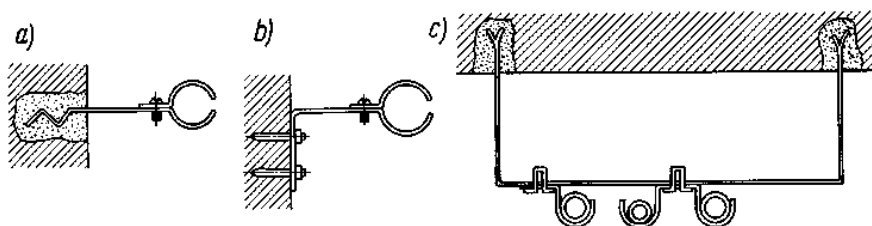
a) złączka, b) odgałęźnik kontrolny, c) kątnik kontrolny, d) pół-fajka, e) fajka, f) wkrętka redukcyjna do puszek żeliwnych, g) wkrętka dławikowa do puszek.

Rury stalowe mocuje się na uchwytych (rys.11) umieszczonych na trasach poziomych, co $50 \div 80$ cm, a na odcinkach pionowych, co $80 \div 100$ cm. Połączenia rur między sobą wykonuje się za pomocą złączek, do których dokręca się rury z obu stron. Dla ułatwienia przeciągania przewodów, należy stosować łagodne łuki na załomach trasy.

Zaginanie rur na zimno wykonuje się za pomocą specjalnej giętarki umożliwiającej zachowanie na łuku niezniekształconego przekroju kołowego.

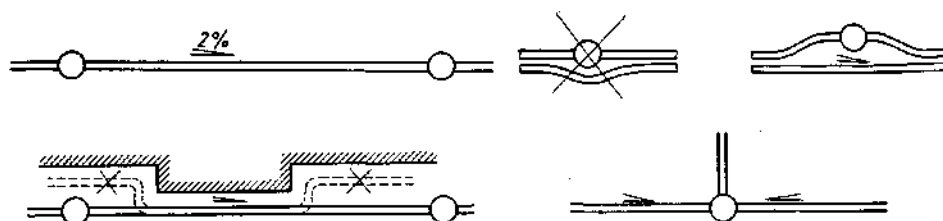
Puszki na linii prostej powinny się znajdować w odległości ok. 6 m, a między nimi nie powinno być więcej niż dwa załomy rury.

Nachylenie rur do poziomu powinno w związku z tym odpowiadać spadkowi ok. 2 % (rys. 12). Ma to na celu ochronę przed gromadzeniem się wody w rurach, woda powinna spływać do tych elementów instalacji, które są dostępne (puszek).



Rys. 11. Sposoby mocowania rur stalowych [2]:

a) uchwyty do zamurowania, b) uchwyty do drewna lub kołków rozporowych, c) mocowanie kilku rur do uchwytych zatyczkowych bezśrubowych.



Rys. 12. Sposoby montażu rur zapobiegające gromadzeniu się w nich wody [6].

Instalacje w rurach winidurowych

Zalety instalacji prowadzonych w rurach winidurowych w stosunku do rur stalowych:

- lżejsze,
- łatwiejsze w montażu,
- odporne na działanie kwasów i zasad,
- cechuje je dosyć duża wytrzymałość mechaniczna,
- stanowią dodatkową izolację przewodów.

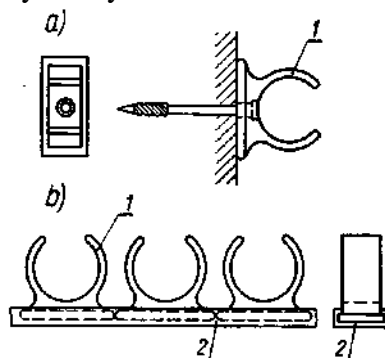
Rodzaje rur winidurowych:

- sztywne typu RVS,
- giętkie typu RVKL.

Rury winidurowe oraz pomocnicze elementy do nich są wykonywane z twardego polichlorku winylu.

Do budowy instalacji w rurach winidurowych stosuje się przewody DY, LY, ADY, i ALY. Przy większych odległościach pomiędzy puszkami zaleca się stosować przewody z linki giętkiej LgY.

Ze względu na mniejszą odporność na uszkodzenia mechaniczne rury winidurowe stosowane są w instalacjach podtynkowych.

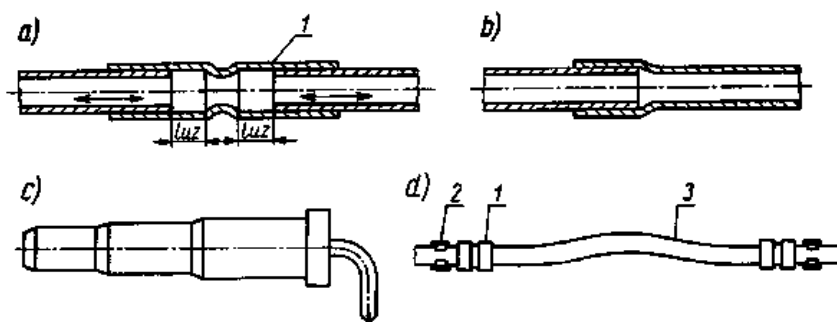


Rys. 13. Uchwyty do rur winidurowych [2]

1 – uchwyt sprężysty, 2 – listwa zbiorcza, a) uchwyt pojedynczy mocowany kołkiem rozporowym, b) kilka uchwyty wsuwanych do listwy.

Rury typu ciężkiego mogą być wykorzystywane zarówno w instalacjach podtynkowych, jak i natynkowych. W instalacjach natynkowych rury wciska się do specjalnych elastycznych uchwyty z PCW przymocowanych do podłoża za pomocą kołków rozporowych lub kleju epoksydowego z utwardzaczem (rys. 13).

Rury łączy się ze sobą za pomocą złączek dwukielichowych (rys. 14a) lub wsuwając rurę do uformowanego kielichowego rozszerzenia drugiej rury (rys. 14b). Kielich formuje się w trakcie montażu za pomocą kalibratora (rys. 14c). Formowanie przeprowadza się w specjalnym grzejniku, w którym rurę na odmierzonej długości nagrzewa się do temperatury ok. 130°C.



Rys. 14. Połączenie rur winidurowych [2]:

1 – złączka dwukielichowa, 2 – uchwyt, 3 – rura elastyczna, a) złączka dwukielichowa (widoczny luz kompensacyjny), b) łączenie jednokielichowe, c) kalibrator do wykonywania kielichów, d) złączka kompensacyjna z odcinkiem rury elastycznej.

Układając instalację z rur winidurowych należy przewidzieć możliwość wzdłużnych przesunięć rur ze względu na dosyć dużą rozszerzalność cieplną – wzrost temperatury o 10°C

powoduje wydłużenie rury o długości 10 m o 8 mm, dlatego przy łączeniu dwukielichowym należy zostawić z obu stron luz (rys. 14a). Jeżeli instalacja powinna być szczelna – wszystkie połączenia rur wtedy są klejone – do kompensacji wydłużeń stosuje się tylko wstawki elastyczne (rys. 14d).

Połączenie rury stalowej z puszką: jeżeli otwór w puszcze jest gwintowany, to należy nagwintować również koniec rury.

Ciągi o dużej liczbie rur winidurowych lub stalowych układa się stosując prefabrykowane drabinki oraz skrzynki zbiorcze do łączenia przewodów.

Kolejność czynności przy wciąganiu przewodów:

- przez rurę należy przeciągnąć najpierw taśmę stalową zakończoną kulką,
- do taśmy przymocowuje się przewody,
- przez rurę przeciąga się taśmę z przymocowanymi przewodami,
- przeciągnięte przewody należy obciąć, zostawiając w puszcze zapas do wykonania połączeń.

Wciągnięte do rury przewody powinny być starannie ułożone, niepoplątane bez połączeń między puszkami. Połączenia można wykonywać tylko w puszcze.

Instalacje wtynkowe

Instalacje wtynkowe stosowane są w budownictwie mieszkaniowym i komunalnym, obiektach także w obiektach nieprodukcyjnych zakładów przemysłowych.

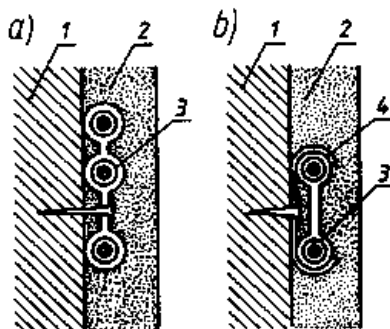
Do budowy stosuje się płaskie przewody wtynkowe wielożyłowe o izolacji polwinitowej typu DYt YDYt, przewody płaskie typu DYp i YDY oraz płaskie wtynkowe gniazda, łączniki i puszki rozgałęźne.

Przewody mocuje się bezpośrednio do podłoża za pomocą gwoździ lub klamerki lub coraz częściej stosuje się klejenie (rys. 14).

Jeżeli trzeba położyć przewody na ścianie już otynkowanej należy wykonać w tynku wąski rowek (bruzdę) i ułożyć w nim przewody. Ułożone już przewody pokrywa się warstwą tynku.

Przewodów wtynkowych nie wolno układać bezpośrednio na podłożu palnym. Powinny być one oddzielone od tego podłoża warstwą tynku o grubości minimum 5 mm.

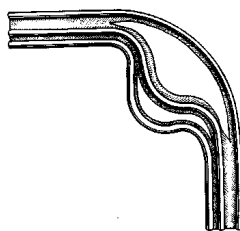
W pomieszczeniach nietynkowanych, np. piwnicach, po ułożeniu przewodów wtynkowych należy je obrzucić zaprawą murarską (rys. 15).



Rys. 15. Sposoby mocowania przewodów wtynkowych do podłoża [2]:

- 1 – mur, 2 – tynk, 3 – przewód,
4 – klamerka, a) bezpośrednio gwoździami, b) klamerkami.

Łuki należy wykonywać jak na rys. 16.



Rys. 16. Wykonanie łuków przewodem wtyнковym [2].

Centralne puszki rozgałęźne (CPR)

Idea z wykorzystaniem CPR (rys. 4) polega na doprowadzeniu osobnych przewodów do każdej lampy, wyłącznika i gniazda. W pomieszczeniu (mieszkanie) wyeliminowane są wszelkiego typu łączenia i puszki odgałęźne. Sposób ten wymaga użycia znacznie większej liczby przewodów, lecz dzięki prefabrykacji, znacznie przyspiesza montaż instalacji.

Cechą charakterystyczną nowych rozwiązań w instalacjach mieszkaniowych jest m.in. łączenie wszystkich gniazd w pierścień. Tak wykonany dwustronny sposób zasilania zapewnia większą niezawodność instalacji.

Instalacje podłogowe i w listwach elektroinstalacyjnych

Ten rodzaj instalacji stosuje się w pomieszczeniach, w których duża liczba drobnych odbiorników jest rozrzucona na całej powierzchni i w których względy estetyczne odgrywają istotną rolę.

W podłodze, przed zalaniem jej betonem, układa się specjalne prefabrykowane kanały, w które wciągane są przewody.

Na ciąg kanałów składają się podstawowe odcinki poziome oraz różnego typu elementy dodatkowe, jak skrzynki przelotowo-rozgałęźne, skrzynki przyłączeniowe itp.

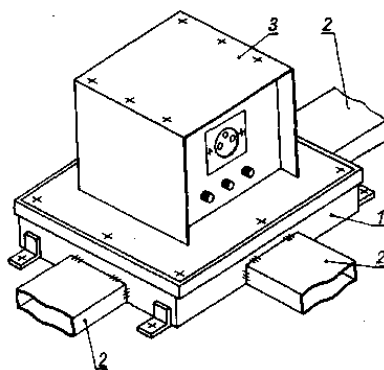
W zależności od grubości warstw wylewanego podłoża (wynoszą one odpowiednio 60 i 100 mm) kanały mają wysokość 28 lub 43 mm. Rolę puszek rozgałęźnych w instalacji tradycyjnej spełniają skrzynki przelotowo-rozgałęźne o wysokości równej grubości podłoża. Pokrywy tych skrzynek znajdują się na poziomie podłogi i po ich odkręceniu wewnątrz skrzynki jest dostępne, co umożliwia wciągnięcie przewodów.

Na skrzynkach przelotowo-rozgałęźnych można bezpośrednio mocować skrzynki przyłączeniowe wystające nad poziom podłogi, w których mogą być zainstalowane gniazda, wyłączniki lub wyprowadzone przewody do zasilania odbiorników (rys. 17).

W instalacjach tych można stosować przewody w izolacji i powłoce polwinitowej lub pojedyncze przewody instalacyjne w izolacji polwinitowej.

Stosuje się je tylko w pomieszczeniach suchych.

W kanałach podłogowych można prowadzić przewody w izolacji i powłoce polwinitowej lub pojedyncze przewody instalacyjne w izolacji polwinitowej. Instalacje te różnią się od innych prefabrykowanych tym, że mogą być stosowane tylko w pomieszczeniach suchych.



Rys. 17. Fragment instalacji podłogowej [2]:
 1 – skrzynka przelotowo-rozgałęźna, 2 – fragmenty kanałów poziomych, 3 – skrzynka przyłączowa z gniazdem i wypustami dla trzech przewodów.

Instalacje natynkowe

Instalacje tego typu stosowane są w mieszkaniach i zakładach przemysłowych.

Stosuje się najczęściej w pomieszczeniach wilgotnych, gorących, z wyziewami żrącymi, niebezpiecznych pod względem pożarowym i wybuchowym, na podłożu drewnianym oraz na zewnątrz budynków.

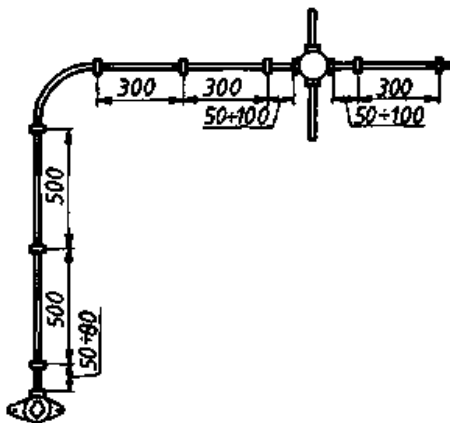
Przewody YDY-750 lub YADY-750 w zwykłym wykonaniu instalacji mocuje się bezpośrednio na podłożu za pomocą metalowych opasek albo za pomocą winidurowych uchwytów dystansowych. Instalacje natynkowe w wykonaniu szczelnym stosuje się w pomieszczeniach wilgotnych lub o wyziewach żrących. Przewody należy prowadzić na uchwytach dystansowych tak, aby nie stykały się z podłożem.

Wymagania stawiane sposobowi umieszczania uchwytów do mocowania przewodów:

- odstępy między uchwytami na odcinkach poziomych i pionowych powinny być jednakowe i wynosić odpowiednio 300 i 500 mm (rys. 18),
- odległość między łącznikiem (gniazdem) i najbliższym uchwytem powinna wynosić $50 \div 80$ mm.

W celu wykonania połączeń w osprzęcie powinien pozostać zapas 100 mm przewodu, a powłoka izolacyjna przewodu kończyła się równo z zewnętrzną powierzchnią puszkii.

Przejścia przewodów przez ściany i stropy muszą być wykonane poprzez przepusty z rur ochronnych stalowych lub innych o podobnej wytrzymałości. Taki przepust powinien wystawać kilka centymetrów poniżej stropu i $120 \div 140$ cm powyżej stropu. Rura ochronna powinna być założona również w tych miejscach, w których przewód jest narażony na uszkodzenia mechaniczne.



Rys. 18. Odległości między uchwytami w instalacji przewodami natynkowymi (w mm) [2].

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie istnieją sposoby układania przewodów w instalacjach budownictwa ogólnego?
2. Jakie czynniki wpływają na wybór sposobu wykonania instalacji elektrycznej?
3. Jakie sposoby wykonywania instalacji stosuje się w budownictwie nieprzemysłowym?
4. Jakie sposoby wykonywania instalacji stosuje się w budownictwie przemysłowym?
5. Jakie zasady ogólne obowiązują przy wykonywaniu wszystkich typów instalacji elektrycznych?
6. W jaki sposób wykonuje się instalację pod tynkiem?
7. W jaki sposób wykonuje się instalację w tynku?
8. Jakich zasad należy przestrzegać wykonując instalację na tynku w rurach?
9. Jak wykonuje się instalacje w listwach elektroinstalacyjnych lub kablowych?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj według planu instalacji fragment instalacji elektrycznej na tynku w rurkach PVC.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z planem instalacji elektrycznej,
- 2) sporządzić zestawienie materiałów i elementów potrzebnych do wykonania określonej instalacji elektrycznej,
- 3) przygotować stanowisko pracy z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska,
- 4) dobrać rury w zależności od liczby żył i ich przekroju na podstawie danych katalogowych producenta,
- 5) wytyczyć trasy rur instalacyjnych i rozplanować rozmieszczenie uchwyty, puszek rozgałęźnych, gniazd i łączników oraz opraw oświetleniowych,
- 6) wykonać łuki rurek winidurowych z zachowaniem właściwego promienia gięcia,
- 7) wykonać kalibrowanie końców rur winidurowych umożliwiające łączenie rurek,
- 8) zamocować rurki za pomocą uchwyty na ścianie,
- 9) zamocować puszek i osprzęt instalacyjny,
- 10) ułożyć przewody elektryczne instalacji zgodnie z dokumentacją. Przeciągnąć przewody przez rurki zachowując zapasy do wykonania połączeń,
- 11) wykonać połączenia elektryczne podzespołów instalacji elektrycznej,
- 12) sprawdzić prawidłowość połączeń,
- 13) zidentyfikować usterki i dokonać prostych napraw instalacji elektrycznej,
- 14) dokonać oceny poprawności i estetyki wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plan instalacji elektrycznej,
- stanowisko do wykonywania instalacji natynkowej,
- katalog rur instalacyjnych,
- katalog osprzętu instalacyjnego,
- katalog przewodów instalacyjnych,

- osprzęt do mocowania i łączenia rur instalacyjnych,
- osprzęt instalacyjny,
- zestaw narzędzi,
- taśma miernicza,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie,
- papier do pisania.

Ćwiczenie 2

Wykonaj według planu instalacji fragment instalacji elektrycznej wtynkowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z planem instalacji elektrycznej,
- 2) sporządzić zestawienie materiałów i elementów potrzebnych do wykonania określonej instalacji elektrycznej,
- 3) przygotować stanowisko pracy z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska,
- 4) wytyczyć trasy przewodów i rozplanować rozmieszczenie uchwytów, puszek rozgałęźnych, gniazd i łączników oraz opraw oświetleniowych,
- 5) wykonać otwory pod puszki i przymocować puszki do podłoża,
- 6) ułożyć przewody wtynkowe na murze i przymocować je do podłoża za pomocą gipsowania, przybijania lub naklejania,
- 7) wprowadzić przewody do puszek ściennych i sufitowych z zachowaniem odpowiednich zapasów,
- 8) połączyć przewody w puszkach rozgałęźnych,
- 9) zamknąć puszki rozgałęźne i aparatowe,
- 10) ułożyć przewody elektryczne instalacji zgodnie z dokumentacją. Przeciągnąć przewody przez rurki zachowując zapasy do wykonania połączeń,
- 11) wykonać połączenia elektryczne podzespołów instalacji elektrycznej,
- 12) sprawdzić prawidłowość połączeń,
- 13) zidentyfikować usterki i dokonać prostych napraw instalacji elektrycznej,
- 14) dokonać oceny poprawności i estetyki wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plan instalacji elektrycznej,
- stanowisko do wykonywania instalacji wtynkowej,
- katalog przewodów instalacyjnych,
- katalog osprzętu instalacyjnego,
- osprzęt instalacyjny,
- zestaw narzędzi,
- taśma miernicza,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie,
- papier do pisania.

Ćwiczenie 3

Wykonaj instalację elektryczną przewodami kabelkowymi według planu instalacji.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z planem instalacji elektrycznej,
- 2) sporządzić zestawienie materiałów i elementów potrzebnych do wykonania określonej instalacji elektrycznej,
- 3) przygotować stanowisko pracy z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska,
- 4) wytyczyć trasy przewodów, położenie łączników, gniazdek, puszek rozgałęźnych, opraw oświetleniowych,
- 5) wyznaczyć miejsce mocowania natynkowej szafki rozdzielczej,
- 6) zamocować natynkową szafkę rozdzielczą,
- 7) zamocować przewody na podłożu z zastosowaniem uchwyty mocujących,
- 8) zamocować puszkę, łączniki, gniazda wtyczkowe i oprawy oświetleniowe,
- 9) zamocować w szafce rozdzielczej aparaturę: rozłącznik, wyłączniki różnicowoprądowe, wyłączniki nadmiarowo-prądowe,
- 10) ułożyć przewody elektryczne instalacji zgodnie z dokumentacją. Przeciągnąć przewody przez rurki zachowując zapasy do wykonania połączeń,
- 11) wykonać połączenia elektryczne podzespołów instalacji elektrycznej,
- 12) sprawdzić prawidłowość połączeń,
- 13) zidentyfikować usterki i dokonać prostych napraw instalacji elektrycznej,
- 14) dokonać oceny poprawności i estetyki wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plan instalacji elektrycznej,
- stanowisko do wykonywania instalacji wtykowej,
- katalog przewodów instalacyjnych,
- katalog osprzętu instalacyjnego,
- osprzęt instalacyjny,
- osprzęt do mocowania przewodów kabelkowych,
- zestaw narzędzi,
- taśma miernicza,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie,
- papier do pisania.

Ćwiczenie 4

Wykonaj według planu instalacji fragment instalacji elektrycznej podtynkowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z planem instalacji elektrycznej,
- 2) sporządzić zestawienie materiałów i elementów potrzebnych do wykonania określonej instalacji elektrycznej,
- 3) przygotować stanowisko pracy z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska,
- 4) wytyczyć trasy bruzd do ułożenia rurek giętkich,

- 5) wytyczyć położenie puszek aparatowych i rozgałęźnych, wyprowadzeń oświetleniowych,
- 6) wykonać otwory pod puszkę,
- 7) wykonać bruzdy w ścianach do ułożenia rurek giętkich,
- 8) połączyć rurki z puszkami i umocować do podłoża,
- 9) zamknąć puszkę rozgałęźną i aparatową,
- 10) ułożyć przewody elektryczne instalacji zgodnie z dokumentacją. Przeciągnąć przewody przez rurki zachowując zapasy do wykonania połączeń,
- 11) wykonać połączenia elektryczne podzespołów instalacji elektrycznej,
- 12) sprawdzić prawidłowość połączeń,
- 13) zidentyfikować usterki i dokonać prostych napraw instalacji elektrycznej,
- 14) dokonać oceny poprawności i estetyki wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plan instalacji elektrycznej,
- stanowisko do wykonywania instalacji podtynkowej,
- katalog rur instalacyjnych,
- katalog osprzętu instalacyjnego,
- katalog przewodów instalacyjnych,
- osprzęt do mocowania i łączenia rur instalacyjnych,
- osprzęt instalacyjny,
- zestaw narzędzi,
- taśma miernicza,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie,
- papier do pisania.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zidentyfikować sposób wykonania instalacji po jej oznaczeniu na planie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) przygotować podłoże do wykonania instalacji podtynkowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozplanować rozmieszczenie uchwytów, puszek i gniazd podczas wykonywania instalacji?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) zamocować rury instalacyjne i przewody na powierzchni ściany?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) zamocować rury instalacyjne w instalacji wtynkowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wykonać połączenia rur winidurowych elastycznych i sztywnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) wykonać łuki na rurach winidurowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) zmontować instalacje w listwach?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) wciągnąć przewody do rury instalacyjnej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) połączyć obwody instalacji zgodnie ze schematem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) wybrać i zamocować wyposażenie w skrzynce rozdzielczej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) zamocować osprzęt w instalacji w listwach?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13) sprawdzić prawidłowość wykonania instalacji?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14) przygotować stanowisko pracy z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15) sporządzić zestawienie materiałów i elementów potrzebnych do wykonania określonej instalacji elektrycznej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Instalacje przemysłowe niskiego napięcia

4.3.1. Materiał nauczania

Podział instalacji przemysłowych

Instalacje przemysłowe niskiego napięcia to część niskonapięciowa sieci przemysłowej (do 1 kV), która służy do rozprowadzania energii elektrycznej i zasilania odbiorników.

Podstawowe wymagania stawiane instalacjom przemysłowym:

- przenoszenie nieraz bardzo dużych mocy,
- zasilanie dużej liczby różnorodnych odbiorników (oświetlenie, silniki, urządzenia: elektrotermiczne, spawalnicze, prostownikowe, energoelektroniczne itp.),
- możliwość łatwej rozbudowy i modernizacji,
- przejrzystość i estetyka układu,
- maksymalny stopień prefabrykacji.

Rodzaje przewodów stosowanych w instalacjach przemysłowych:

- a) przewody elektroenergetyczne,
- b) kable elektroenergetyczne,
- c) przewody szynowe:
 - magistralne – do zasilania rozdzielnic, odbiorników o bardzo dużych mocach i innych przewodów szynowych,
 - rozdzielcze – do rozdziału energii na grupy odbiorników lub odbiorniki mniejszej mocy,
 - ślizgowe – do zasilania odbiorników ruchomych (I_n do 400A),
 - oświetleniowe – do zasilania obwodów oświetleniowych, gdzie stanowią również konstrukcje wsporczą do mocowania opraw.

W budownictwie przemysłowym, poza instalacjami prowadzonymi w rurach z PCW i stalowych, stosuje się instalacje oparte na elementach prefabrykowanych. Są to instalacje:

- wykonane przewodami szynowymi,
- wiązkowe i korytkowe,
- w kanałach podłogowych,
- kablowe na drabinkach.

Sposoby układania przewodów:

- a) przewody w powłoce:
 - w wiązkach:
 - na uchwytych na powierzchni tynku,
 - podwieszonych na linie nośnej,
 - na wspornikach,
 - w uchwytych kablowych,
 - na drabinkach.
- b) w rurkach instalacyjnych winidurowych lub stalowych po wierzchu,
- c) przewody w powłoce lub kable:
 - w korytkach:
 - izolacyjnych,
 - z blachy stalowej.
- d) instalacje podłogowe,
- e) przewody szynowe:

- mocowane do elementów konstrukcji budynku,
- na specjalnych wspornikach,
- pod stropem.

Preferowane instalacje dostosowane są do różnych warunków pracy. Montować je można jednak w pomieszczeniach suchych, wilgotnych i bardzo wilgotnych, a po zastosowaniu specjalnych środków antykorozyjnych do pokrywania części metalowych także w pomieszczeniach o wyziewach żrących. W instalacjach tych stosuje się przewody w izolacji i osłonie polwinitowej (YDY, YADY) oraz na przewodach szynowych.

Instalacje szynowe

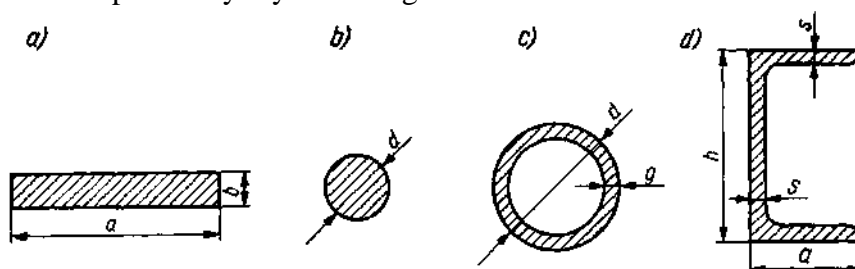
Instalacje te wykonywane są z szyn, które mogą być również prowadzone w odpowiednich pełnych obudowach metalowych o przekroju kołowym lub prostokątnym z zastosowaniem chłodzenia powietrznego o wymuszonym obiegu. Obudowane przewody szynowe używane są najczęściej: jako połączenia między generatorami i transformatorami w elektrowniach oraz do bezpośredniego zasilania odbiorników, takich jak galwanizernie, piece elektryczne itp.

Nie obudowane szyny stosuje się w rozdzielnicach. Prowadzi się je na izolatorach wzdłuż rozdzielni. Przyłączone są do nich wszystkie linie zasilające i odbiorcze.

Szyny wykonywane są z aluminium, duraluminium lub miedzi w postaci profili (rys. 19) płaskich (P), okrągłych (O), rurowych (R) i ceownikowych (C).

Dopuszczalna obciążalność długotrwała wynosi:

- 160 ÷ 630 A – przewody szynowe rozdzielcze,
- 1000 ÷ 2500 A – przewody szynowe magistralne.



Rys. 19. Przekroje przewodów szynowych [2]:
a) płaskie, b) okrągłe, c) rurowe, d) ceownikowe.

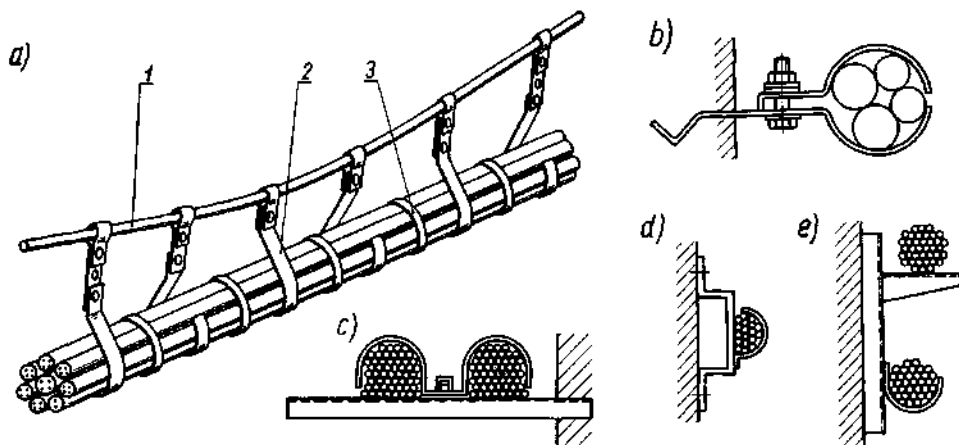
Instalacje wiązkowe

Wiązka jest to skupiona forma prowadzenia przewodów. Na wiązki stosuje się przewody w izolacji i powłoce polwinitowej. Wiązki układa się na uchwytych, drabinkach lub podwiesza na linkach nośnych (rys. 20).

Zalety instalacji wiązkowej:

- prostota instalacji,
- szybki montaż,
- duża oszczędność miejsca,
- duża łatwość zmian i rozbudowy.

Wadą jest niezbyt estetyczny wygląd.



Rys. 20. Sposoby prowadzenia instalacji wiązkowej [2]:

1 – linka nośna, 2 – uchwyt wiązki, 3 – opaska z taśmy aluminiowej, a) podwieszona na linie nośnej, b) na uchwycie, c) na wmurowanym ceowniku, d) na wsporniku z taśmy, e) na półce i w uchwycie kablowym.

Instalacje w korytkach

Instalacje w korytkach stosowane są najczęściej ze wszystkich instalacji prefabrykowanych. Odznaczają się dużą niezawodnością oraz estetyką wykonania.

Elementy instalacji w korytkach:

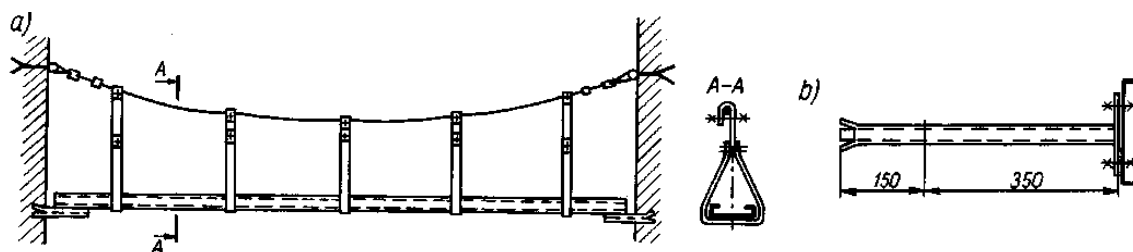
- blaszane korytka w postaci prostych odcinków,
- łączniki proste, kątowe i łukowe,
- blachy krzyżowe.

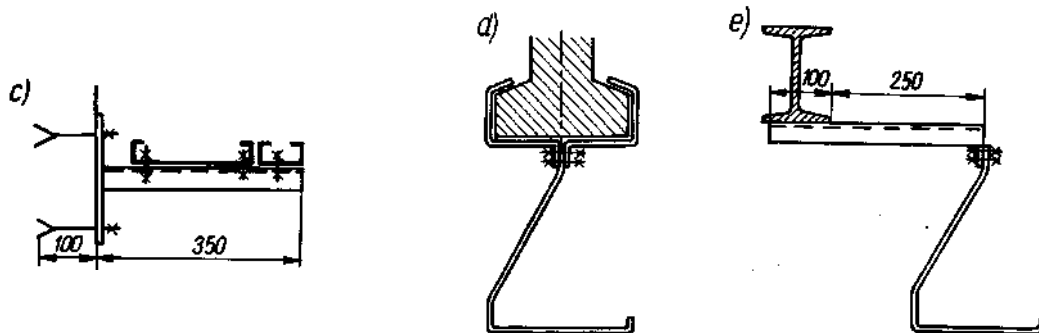
Korytka posiadają w swoim dnie otwory dzięki temu możliwe jest w dowolnym miejscu wyprowadzenie przewodów, mocowanie puszek odgałęźnych i poprawa warunków chłodzenia przewodów. Konstrukcje wsporcze korytek przedstawione są na rysunku 21.

Korytka przykrywa się blaszanymi pokrywami w miejscach tam, gdzie mogą być narażone na uszkodzenie mechaniczne.

Jeżeli nie wystąpi oddziaływanie indukcyjne przewodów siłowych i oświetleniowych na przewody sygnalizacyjne i sterownicze i nie wystąpią zakłócenia w ich pracy to można również układać wspólnie te dwie grupy przewodów.

W korytkach powinny być układane przewody o izolacji dostosowanej do napięcia znamionowego, co najmniej 500 V. Ciąg korytek jest uziemiany lub zerowany, w zależności od zainstalowanego systemu ochrony przeciwporażeniowej.





Rys. 21. Konstrukcje wsporcze do korytek [2]:

- a) podwieszenie na linie, b) ciąg pionowy korytek na wsporniku wmurowanym, c) ciąg poziomy korytek na wsporniku wmurowanym, d), e) sposoby podwieszenia wzdłuż dźwigara.

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie są zadania instalacji przemysłowych niskiego napięcia?
2. Do jakich rodzajów odbiorników stosuje się instalacje przemysłowe?
3. Jakie części wyróżnia się w instalacjach przemysłowych?
4. Jakie rodzaje przewodów stosuje się do wykonywania instalacji przemysłowych?
5. Jakie sposoby układania przewodów stosuje się w instalacjach przemysłowych?
6. Jakie właściwości posiadają różne instalacje przemysłowe?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj według planu instalacji fragment instalacji elektrycznej w korytkach.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przygotować stanowisko pracy z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska,
- 2) wykonać zestawienie materiału na podstawie planu instalacji,
- 3) dobrać korytka w zależności od liczby żył i ich przekroju na podstawie danych katalogowych producenta korytek,
- 4) wytyczyć trasy korytek i rozplanować rozmieszczenie wsporników,
- 5) zamocować wsporniki korytek,
- 6) zamocować korytka i łączniki na trasie poziomej oraz pionowej,
- 7) ułożyć przewody elektryczne instalacji zgodnie z dokumentacją,
- 8) przymocować przewody a w szczególności w korytkach biegnących pionowo,
- 9) wykonać połączenia elektryczne podzespołów instalacji elektrycznej,
- 10) sprawdzić prawidłowość połączeń,
- 11) zidentyfikować usterki i dokonać prostych napraw instalacji elektrycznej,
- 12) dokonać oceny poprawności i estetyki wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plan instalacji elektrycznej,
- stanowisko do wykonywania instalacji,
- katalog korytek,
- katalog osprzętu instalacyjnego,
- katalog przewodów instalacyjnych,
- osprzęt instalacyjny,
- zestaw narzędzi,
- taśma miernicza,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie,
- papier do pisania.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) scharakteryzować instalacje przemysłowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wymienić części instalacji przemysłowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) zaproponować sposób wykonania instalacji przemysłowej do konkretnej sytuacji?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wytyczyć trasy korytek i rozplanować rozmieszczenie wsporników?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) zamocować korytka i łączniki na trasie poziomej oraz pionowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wyróżnić elementy stosowane w instalacjach przemysłowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) wymienić rodzaje przewodów stosowanych w instalacjach przemysłowych,	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) przedstawić sposoby układania przewodów w instalacjach przemysłowych.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Eksploatacja i konserwacja instalacji elektrycznych

4.4.1. Materiał nauczania

Eksploatacja i konserwacja instalacji elektrycznych

Podczas eksploatacji należy przestrzegać instrukcji eksploatacji instalacji elektrycznych, które zawierają:

- dane znamionowe instalacji, schematy układów połączeń, warunki techniczne eksploatacji,
 - zasady uruchomienia i wyłączenia instalacji i urządzeń w warunkach normalnej eksploatacji,
 - zasady postępowania w sytuacjach awaryjnych,
 - wymagania dotyczące konserwacji,
 - terminy i zakres pomiarów sprawdzających,
 - wymagania dotyczące bezpieczeństwa (porażeniowego, pożarowego, wybuchowego itp.
- Do czynności eksploatacyjnych zalicza się:
- oględziny,
 - przeglądy,
 - badania i pomiary odbiorcze,
 - badania eksploatacyjne okresowe.

Celem konserwacji i naprawy instalacji elektrycznych jest utrzymanie sprawności jej działania. Konserwacja zapobiega wystąpieniu uszkodzeń na skutek pogorszenia właściwości instalacji. Szczególnej uwagi wymagają stare instalacje wykonywane przewodami aluminiowymi. Powierzchnia żył aluminiowych łatwo się utlenia (szczególnie przy przegrzaniu), co pogarsza jakość połączenia i powoduje nagrzewanie przewodów. Przykręcone w zaciskach śrubowych końcówki przewodów aluminiowych „płyną” przy zbyt dużym docisku i przewód ulega obłuzowaniu, a w następstwie również przegrzaniu. Podczas oględzin instalacji sprawdza się jej zgodność z wymaganiami stawianymi przez przepisy.

W instalacjach mieszkaniowych oraz instalacjach w budynkach użyteczności publicznej czynności konserwacyjne najczęściej obejmują:

- ocenę prawidłowości działania oświetlenia,
- wymianę niesprawnych elementów instalacji oświetleniowych,
- czyszczenie opraw oświetleniowych,
- ocenę prawidłowości działania obwodów gniazd wtyczkowych,
- wymianę gniazd wtyczkowych,
- sprawdzenie i poprawienie jakości połączeń w zaciskach puszek instalacyjnych, łączników instalacyjnych, gniazd wtyczkowych, opraw oświetleniowych,
- kontrolę działania wyłączników różnicowoprądowych,
- wymianę lub czyszczenie urządzeń zabezpieczających w tablicach rozdzielczych,
- sprawdzenie trwałości mocowania łączników, gniazd instalacyjnych, rurek, listew instalacyjnych, pokryw rozdzielnic itp.

Zasady dokonywania oględzin instalacji

Oględziny instalacji mają charakter profilaktyczny. Wykonywane są okresowo w celu oceny stanu technicznego instalacji. Oględziny instalacji obejmują sprawdzenie zgodności wykonanej instalacji z wymaganiami odpowiednich przepisów. Oględziny powinny obejmować:

- stan zabezpieczeń nadprądowych,
- umocowanie i stan łączników, gniazd wtyczkowych, tablic rozdzielczych, zacisków,
- stan opłombowania liczników,
- stan zabezpieczeń przedlicznikowych.

Kontrola stanu instalacji

Kontrole stanu instalacji mają charakter profilaktyczny i mogą zapobiegać niespodziewanym zdarzeniom. Kontrole powinny obejmować:

- oględziny instalacji,
- pomiar rezystancji izolacji,
- badanie stanu dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej poprzez oględziny i pomiary w tym działania wyłączników różnicowoprądowych,
- sprawdzenie stanu widocznych części przewodów, izolatorów i ich mocowania,
- sprawdzenie dławików w miejscach wprowadzenia przewodów do puszek, skrzynek instalacyjnych, odbiorników,
- sprawdzenie osłon przewodów przed uszkodzeniami mechanicznymi,
- sprawdzenie prawidłowości użytych zabezpieczeń przeciążeniowych i zwarciovych,
- badanie ochrony przeciwporażeniowej w tym działania wyłączników różnicowoprądowych.

4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. W jaki sposób należy prowadzić eksploatację instalacji elektrycznych?
2. W jakim celu sporządzane są instrukcje eksploatacyjne instalacji?
3. Jakie są czynności konserwacyjne?
4. W jakim celu prowadzi się oględziny instalacji?
5. Jakie czynności zalicza się do konserwacji i naprawy instalacji elektrycznych?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zidentyfikuj usterkę i dokonaj prostych napraw instalacji elektrycznej w pomieszczeniu, w którym nie można włączyć światła.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z instalacją elektryczną w której wystąpiła usterka w postaci niemożliwości włączenia światła,
- 2) ustalić możliwe przyczyny niesprawności oświetlenia,
- 3) ustalić kolejność postępowania w celu wykrycia i naprawy uszkodzenia,

- 4) dokonać oceny poprawności wykonanego ćwiczenia.
- 5) dokonać niezbędnych sprawdzeń przy pomocy przyrządów w celu wykrycia miejsca i przyczyny uszkodzenia,
- 6) dokonać naprawy instalacji,
- 7) sprawdzić prawidłowość działania oświetlenia po usunięciu uszkodzenia,
- 8) dokonać oceny poprawności wykonanych prac.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plan instalacji elektrycznej,
- przyrządy kontrolne i pomiarowe,
- komplet wkrętaków,
- szczypce uniwersalne,
- szczypce boczne,
- ściągacz izolacji lub nóż monterski,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie.

Ćwiczenie 2

Wykonaj zestawienie objawów i przyczyn uszkodzenia, które mogą wystąpić w instalacji oświetleniowej w sali lekcyjnej. Instalacja wykonana jest z 12-tu opraw ze świetlówkami po 2x40 W w każdej oprawie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wypisać możliwe objawy uszkodzeń oświetlenia złożonego ze świetlówek,
- 2) wykonać na arkuszu do prezentacji (lub na komputerze) projekt zestawienia uszkodzeń instalacji oświetleniowej uwzględniając różne układy zasilania świetlówek,
- 3) przeanalizować układy połączeń świetlówek pod kątem możliwych uszkodzeń,
- 4) wypełnić przygotowane zestawienie,
- 5) dokonać oceny poprawności wykonanych prac.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schematy układów połączeń świetlówek,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przybory kreślarskie.

Ćwiczenie 3

Przeprowadź konserwację wskazanej instalacji wykonanej na makiecie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zidentyfikować elementy instalacji według dokumentacji technicznej,
- 2) sprawdzić prawidłowość działania poszczególnych obwodów,
- 3) dokonać oględzin instalacji,
- 4) sprawdzić jakość umocowania przewodów w zaciskach gniazd, łączników i puszek,
- 5) porównać dane znamionowe zabezpieczeń z podanymi w dokumentacji,

- 6) przeprowadzić test działania wyłączników różnicowoprądowych,
- 7) przeprowadzić prace konserwacyjne,
- 8) zaprezentować poprawne działanie instalacji,
- 9) dokonać oceny poprawności wykonanych prac.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model lub fragment rzeczywistej instalacji mieszkaniowej lub przemysłowej z tablicą rozdzielczą, licznikiem energii elektrycznej, obwodami oświetleniowymi, ogrzewczymi i gniazdami wtykowymi,
- plan instalacji elektrycznej,
- wybrany osprzęt instalacji: świetlówki, dławiki do osprzętu, podstawy bezpiecznikowe, wkładki topikowe, zapłoniki, łączniki oświetleniowe,
- wskaźnik napięcia,
- miernik uniwersalny,
- komplet narzędzi.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

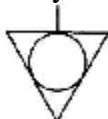
	Tak	Nie
1) wymienić, co powinny zawierać instrukcje eksploatacyjne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wymienić zasady oględzin instalacji?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wymienić czynności wykonywane podczas przeglądów instalacji?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wyjaśnić zakres i cel konserwacji instalacji elektrycznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) przeprowadzić diagnozowanie uszkodzenia instalacji oświetleniowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) naprawić uszkodzenie w instalacji oświetleniowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) naprawić uszkodzenie oprawy świetlówkowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.5. Badanie ciągłości przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych

4.5.1. Materiał nauczania

Połączenia wyrównawcze stosuje się dla zmniejszenia występujących napięć dotykowych.

Połączenia wyrównawcze powinny być wykonane w sposób pewny, trwałe i zabezpieczone przed korozją. Wielkość zacisków powinna być dobrana do wielkości i przekrojów przewodów a zaciski oznaczone symbolem przedstawionym na rys. 22.



Rys. 22. Symbol oznaczający zacisk przewodu wyrównawczego [1].

Przed wykonaniem pomiarów ciągłości połączeń wyrównawczych konieczne jest sprawdzenie stanu technicznego:

- łączy,
- styków,
- obejm na instalacjach przewodzących,
- przewodów.

Jeżeli odbiorniki są metalicznie połączone z innymi instalacjami przewodzącymi należy odłączyć te przewody od urządzeń elektrycznych. Takimi odbiornikami są na przykład pompy wodne, piece gazowe (połączone są z przewodzącą instalacją wodną, gazową).

Ciągłość przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych sprawdza się w stanie beznapięciowym.

Ciągłość przewodów można sprawdzić stosując:

- megaomierz indukcyjny,
- źródło prądu stałego o napięciu $4 \div 24$ V o wydajności prądowej nie mniejszej niż 200 mA oraz wskaźnika przepływu prądu,
- mostek Wheatstone'a.

Każdy przyrząd pomiarowy powinien posiadać następujące dokumenty:

- instrukcja (DTR – Dokumentacja Techniczno–Ruchowa) obsługi,
- instrukcja eksploatacji,
- świadectwo wzorcowania,
- dokumentacja użytkowania przyrządu.

Zasady wykonywania pomiarów

Wykonując pomiary odbiorcze i eksploatacyjne należy przestrzegać następujących zasad:

- a) przed przystąpieniem do pomiarów należy:
 - sprawdzić sprawność przyrządów (próba, kontrola),
 - dokonać oględzin przyrządów dla stwierdzenia kompletności, braku usterek i prawidłowości wykonania badanego obiektu,
 - zapoznać się z dokumentacją techniczną przyrządów w celu ustalenia sposobu wykonania badań,

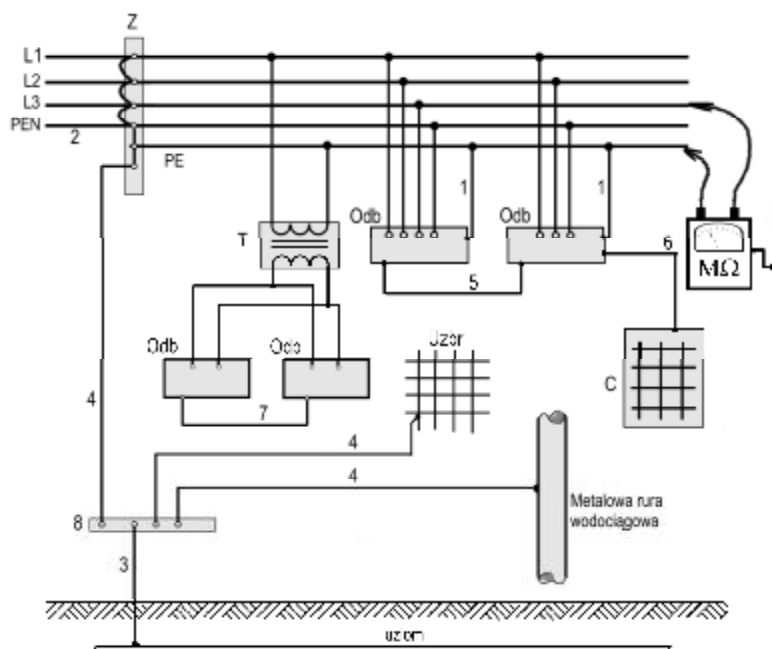
- dokonać niezbędnych ustaleń i obliczeń warunkujących: wybór poprawnej metody pomiaru, jednoznaczność kryteriów oceny wyników, konieczność zastosowania współczynników poprawkowych do wartości pomierzonych.
- b) pomiary powinny być wykonywane w warunkach identycznych lub zbliżonych do warunków normalnej pracy podczas eksploatacji urządzeń czy instalacji.

W celu sprawdzenia ciągłości żył megaomierzem należy zewrzeć żyły linii L1, L2, L3, N z PEN (rys. 26) na jednym końcu wewnętrznej linii zasilającej, a na drugim mierzyć rezystancję między poszczególnymi żyłami a przewodem ochronnym. Jeżeli nie ma przerwy, to rezystancje wszystkich żył wskazane przez megaomierz będą miały jednakową wartość bliską zeru.

W przypadku istnienia przerwy w żyłach rezystancja jej jest duża, a wartość jej zależy od rodzaju uszkodzenia.

Przed sprawdzeniem ciągłości żył należy sprawdzić działanie wskaźnika przepływu prądu.

Jeżeli w czasie sprawdzania ciągłości żył wskaźnik nie wykazuje przepływu prądu oznacza to, że co najmniej w jednej z badanych żył jest przerwa.



Rys. 23. Układ do sprawdzania ciągłości przewodów ochronnych [1].

1 – przewód ochronny PE, 2 – przewód ochronno–neutralny PEN, 3 – główny przewód uziemiający, 4 – przewód wyrównawczy główny, 5 – przewód wyrównawczy dodatkowy (miejscowy) łączący z sobą dwie części przewodzące dostępne, 6 – przewód wyrównawczy dodatkowy (miejscowy), łączący z sobą część przewodzącą dostępną oraz część przewodzącą obcą, 7 – przewód wyrównawczy nieziemiony, 8 – główna szyna (zacisk) uziemiająca, Z – złącze, T – transformator separacyjny, Odb – odbiornik w obudowie przewodzącej I klasy ochronności, C – część przewodząca obca, Uzbr – uzbrojenie (konstrukcje metalowe budynku).

4.5.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaki jest cel stosowania połączeń wyrównawczych?
2. Jaka jest budowa połączeń wyrównawczych?
3. W jakim stanie pracy instalacji sprawdza się ciągłość przewodów połączeń wyrównawczych?
4. Jakimi miernikami można sprawdzić ciągłość przewodów połączeń wyrównawczych?
5. W jakie dokumenty powinny być wyposażone przyrządy pomiarowe?
6. Jaką rezystancję wszystkich żył wskaże, megaomomierz jeżeli nie ma przerwy w obwodzie połączeń wyrównawczych?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Sprawdź ciągłość żył przewodów roboczych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z dokumentacją techniczną badanej instalacji,
- 2) zaproponować harmonogram badań,
- 3) dokonać wyboru przyrządów pomiarowych,
- 4) wykonać czynności przygotowawcze przed sprawdzaniem ciągłości,
- 5) sprawdzić ciągłość żył przewodów roboczych,
- 6) ocenić na podstawie wyników pomiarów stan techniczny przewodów roboczych,
- 7) dokonać oceny wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja badanej instalacji,
- zestaw mierników stosowanych do pomiaru różnych parametrów instalacji elektrycznych,
- instrukcje mierników,
- zeszyt do ćwiczeń,
- kalkulator,
- ołówek, linijka, inne przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 2

Sprawdź ciągłość żył przewodów ochronnych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z dokumentacją techniczną badanej instalacji,
- 2) zaproponować harmonogram badań,
- 3) dokonać wyboru przyrządów pomiarowych,
- 4) wykonać czynności przygotowawcze przed sprawdzaniem ciągłości,
- 5) sprawdzić ciągłość żył przewodów ochronnych,
- 6) ocenić na podstawie wyników pomiarów stan techniczny przewodów ochronnych,
- 7) dokonać oceny wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja badanej instalacji,
- zestaw mierników stosowanych do różnych pomiarów w instalacjach elektrycznych,
- instrukcje mierników,
- zeszyt do ćwiczeń,
- kalkulator,
- ołówek, linijka, inne przyrządy kreślarskie.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) scharakteryzować połączenia wyrównawcze?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zaproponować harmonogram badań?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić zastosowanie mierników na podstawie instrukcji obsługi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) zastosować właściwe ciągłości żył przewodów roboczych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dobrać właściwie zakresy pomiarowe mierników?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić parametry mierników na podstawie instrukcji obsługi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) wymienić wymagania stawiane miernikom stosowanym do pomiarów w instalacjach elektrycznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.6. Pomiary rezystancji izolacji instalacji elektrycznych i impedancji pętli zwarcia

4.6.1. Materiał nauczania

Pomiary rezystancji izolacji

Pomiary rezystancji instalacji elektrycznej 3-fazowej

Przez pomiar rezystancji izolacji sprawdza się ochronę przed dotykiem bezpośrednim i dlatego pomiar ten należy do pomiarów normatywnych przy sprawdzaniu skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

Pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznych wykonuje się między:

- przewodami fazowymi a neutralnym L1–N,
L2–N,
L3–N,
 - każdym przewodem fazowym i neutralnym L1, L2, L3, N a ziemią.
- Na czas wykonywania pomiarów należy:
- odłączyć od napięcia zasilającego badany obwód w rozdzielnicy na przykład przez wyjęcie bezpieczników,
 - ustawić wszystkie łączniki w badanym obwodzie w pozycji „załączony”,
 - wyłączyć wszystkie inne odbiorniki zasilane z badanego obwodu,
 - odłączyć wszystkie żarówki lampek sygnalizacyjnych.

Pomiary rezystancji instalacji elektrycznej jednofazowej

Ogólne zasady postępowania przy pomiarze rezystancji instalacji:

- ustawić łączniki w obwodzie zasilania badanego obwodu w pozycji „załączony” tak, aby wszystkie odbiorniki były włączone,
- wyłączyć zasilanie instalacji przez usunięcie wkładki bezpiecznikowej lub wyłączenie wyłącznika nadmiarowo-prądowego i odpowiednio zabezpieczyć przed przypadkowym włączeniem,
- odłączyć wszystkie odbiorniki zainstalowane na stałe, a także inne, które są zasilane z badanego obwodu,
- zaciski miernika (megaomomierza), należy dołączyć do odpowiednich przewodów sieci (jeżeli wykonuje się pomiar izolacji względem ziemi, to należy do zacisku „-” miernika dołączyć badany przewód linii, a zacisk „+” miernika połączyć z zaciskiem pomiarowym uziemionym, umieszczonym w tablicy zabezpieczeniowej).

Pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznych wykonuje się między:

- przewodami fazowymi a ochronnym L1–PE,
- przewodem neutralnym a ochronnym N–PE

Pomiary rezystancji izolacji należy wykonać zasilając układ pomiarowy prądem stałym ma to na celu wyeliminowanie wpływu pojemności instalacji.

Wartość napięcia pomiarowego powinna być odpowiednio dobrana do napięcia znamionowego badanego obwodu. Wartość tego napięcia powinna być stała przy prądzie obciążenia równym 1 mA.

Pomiary należy przeprowadzać oddzielnie dla przewodów instalacji i oddzielnie dla odbiorników.

Warunki, w jakich powinny być wykonane pomiary muszą być zbliżone do warunków normalnej pracy, to jest w temperaturze od 10°C do 25°C oraz wilgotności względnej od 40 % do 70 %.

Za pozytywne można uznać te wyniki badań instalacji elektrycznej, w których zmierzone rezystancje izolacji są nie mniejsze od wartości podanych w tabeli 2. Podane w tabeli wartości rezystancji dotyczą pomiarów wykonanych w temperaturze 20⁰ C. W przypadku pomiarów w innej temperaturze, otrzymane wyniki należy przeliczyć na temperaturę odniesienia 20⁰ C.

Tabela 1. Minimalne wartości rezystancji izolacji [8]

Lp.	Napięcie znamionowe obwodu	Napięcie pomiarowe	Wymagana rezystancja izolacji
	[V]	[V]	[MΩ]
1	SELF i PELV $U_n \leq 50$ $U_n \leq 120$	250	$\geq 0,25$
2	$U_n \leq 500$	500	$\geq 0,50$
3	$U_n > 500$	1000	$\geq 1,0$

Wybrane mierniki stosowane do pomiarów rezystancji izolacji

Tabela 2. Parametry wybranych mierników do pomiaru rezystancji izolacji produkcji Zakładów ERA [5]

Typ	Zakres wskazań	Zakres pomiarowy	Napięcie pomiarowe	Błąd pomiaru rezystancji	Rodzaj układu pomiarowego	Masa
	[MΩ]	[MΩ]	[V]	[%]	–	[kg]
IMI-11	0-100	0,5-5	500	10/1,5	ilorazowy	1,5
IMI-31	0-200	0,5-8	1000	10/1,5	ilorazowy	1,5
IMI-33	0-25	0,1-1,25	250	10/1,5	ilorazowy	1,5
	0-50	0,2-2,5	500	10/1,5		
	0-100	0,4-5	1000	10/1,5		
IMI-341	0-100	0,5-10	500	10/1,5	ilorazowy	0,9
	0-200	1-20	1000	10/1,5		
	0-500	0,5-10	15	10/1,5		
IMI-413	0-300 180- 20000	– –	2500	10/1,5	szeregowy	2,0

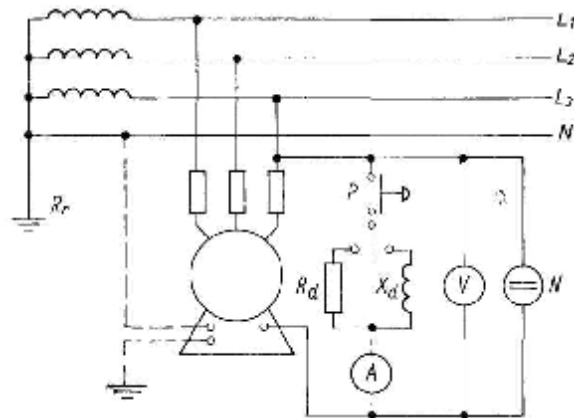
Pomiary impedancji pętli zwarcia

Metoda techniczna pomiaru impedancji pętli zwarciowej

Metoda techniczna jest jedną z kilku metod do pomiaru impedancji pętli zwarciowej. Metodę tę stosuje się do sprawdzenia skuteczności ochrony od porażień przy stosowaniu zerowania lub uziemiania ochronnego.

Do układu pomiarowego używa się najczęściej napięcia zasilającego odbiornik w czasie jego normalnej pracy według schematu przedstawionego na rys. 28.

Metoda techniczna polega na celowym połączeniu jednej z faz badanego czynnego urządzenia z częścią chronioną za pośrednictwem odpowiednio dobranego rezystora (R_d), ograniczającego prąd zwarcia do wartości niepowodującej zakłóceń w pracy urządzenia. W trakcie pomiaru ustala się wartość napięcia U , pomiędzy jedną fazą układu a obudową chronionego odbiornika przy otwartym przełączniku P oraz wartość napięcia U_2 po włączeniu opornika zawierającego R_d i prąd I płynący przez amperomierz.



Rys. 24. Schemat ideowy – metoda techniczna pomiaru impedancji pętli zwarciowej [5]:
 R_d – rezystancja czynna dodatkowa, X_d – reaktancja dodatkowa, P – przełącznik,
 N – lampka neonowa.

Różnica tych dwóch napięć jest spowodowana rezystancją pętli zwarciowej przy zerowaniu, czy uziemianiu ochronnym (R_x) zgodnie ze wzorem:

$$R_x = \frac{U_1 - U_2}{I}$$

Następnie identyczne czynności wykonuje się zastępując opór czynny dodatkowy (R_d) oporem indukcyjnym (X_d). Szukaną reaktancję pętli zwarciowej oblicza się ze wzoru:

$$X_x = \frac{U_1 - U_2}{I}$$

Impedancję pętli zwarciowej określa wzór:

$$Z_x = \sqrt{R_x^2 + X_x^2}$$

W czasie zwarcia, (brak oporów ograniczających prąd zwarciowy) rzeczywisty prąd zwarciowy ma wartość skuteczną:

$$I_{zw} = \frac{U_f}{Z_x}$$

gdzie U_f – napięcie fazowe sieci

Przy zerowaniu świecenie lampki neonowej wskazuje na ciągłość przewodu ochronnego.

Rezystory dodatkowe powinny być tak dobrane, aby przez amperomierz płynął prąd o wartości $5 \div 10$ A.

Stosując tę metody należy liczyć się z błędem spowodowanym wahaniami napięcia sieci w czasie pomiarów. Wymagana dokładność pomiarów nie jest zbyt duża (zależy od wahań napięcia sieci). Za dopuszczalny przyjmuje się błąd pomiaru o wartości 20 %.

Pomiar impedancji pętli zwarciowej miernikami fabrycznymi

Ze względu na dużą różnorodność mierników do pomiaru impedancji pętli, sposób pomiaru nie jest tu opisany. Pomiary należy przeprowadzić zgodnie z instrukcją obsługi posiadanego miernika.

4.6.2. Pytania sprawdzające

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

1. W jakie dokumenty powinny być wyposażone przyrządy pomiarowe?
2. Jakie wymagania stawiane są miernikom do pomiaru rezystancji izolacji?
3. Jakie są zasady wykonywania pomiarów?
4. Jakie znasz czynności przygotowawcze do badań?
5. Jakie są minimalne wartości rezystancji izolacji w różnych instalacjach?
6. Czym kierujesz się dokonując wyboru mierników do badań?
7. Jakie czynniki wpływają na pogorszenie stanu izolacji instalacji?
8. Czy jesteś w stanie zaproponować układ do pomiaru pętli zwarcia?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przeprowadź analizę instrukcji obsługi mierników do pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z instrukcjami mierników do pomiarów sprawdzających w instalacjach elektrycznych,
- 2) określić zastosowanie danego miernika,
- 3) wskazać miernik/mierniki do pomiaru konkretnego parametru,
- 4) przedstawić kolejność czynności w trakcie pomiaru z wykorzystaniem wybranego miernika,
- 5) sprawdzić stan miernika przed pomiarem,
- 6) dobrać zakresy pomiarowe mierników.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zestaw mierników stosowanych do pomiarów różnych parametrów w instalacji elektrycznych,
- instrukcje mierników,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 2

Wykonaj pomiary rezystancji izolacji instalacji elektrycznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przedstawić przepisy bhp przy pomiarach rezystancji izolacji,
- 2) zapoznać się z dokumentacją techniczną badanej instalacji,
- 3) zaproponować harmonogram badań,
- 4) dokonać wyboru przyrządów pomiarowych,

- 5) wykonać czynności przygotowawcze przed pomiarami rezystancji izolacji stosując przepisy bhp,
- 6) wykonać pomiary rezystancji izolacji instalacji,
- 7) ocenić na podstawie wyników pomiarów stan techniczny izolacji instalacji elektrycznej.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- norma PN-IEC 60364-6-61,
- dokumentacja techniczna instalacji,
- mierniki do pomiaru rezystancji izolacji wraz z instrukcjami obsługi,
- kalkulator,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 3

Wykonaj pomiary impedancji pętli zwarcia

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przedstawić przepisy bhp przy wykonywaniu pomiarów impedancji pętli zwarcia,
- 2) zapoznać się z dokumentacją techniczną badanej instalacji,
- 3) zaproponować harmonogram działań,
- 4) dokonać wyboru przyrządów pomiarowych,
- 5) wykonać czynności przygotowawcze przed pomiarami impedancji pętli zwarcia stosując przepisy bhp,
- 6) wykonać pomiary impedancji pętli zwarcia,
- 7) ocenić na podstawie wyników pomiarów stan techniczny izolacji instalacji elektrycznej.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- sprzęt ochronny i ratunkowy,
- model lub rzeczywista instalacja elektryczna,
- dokumentacja techniczna badanej instalacji,
- zestaw mierników stosowanych do pomiarów w instalacjach elektrycznych wraz z instrukcjami,
- formularz protokołu z badań stanu izolacji,
- kalkulator,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przyrządy kreślarskie.

4.6.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) określić wymagane wartości rezystancji badanej instalacji? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) scharakteryzować połączenia wyrównawcze? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) wymienić na podstawie instrukcji obsługi właściwości mierników stosowanych do pomiaru rezystancji izolacji? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) zaproponować układ do pomiaru rezystancji izolacji? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- 5) określić wymagania wartości rezystancji pętli zwarcia dla badanej instalacji?
- 6) zaproponować układ do pomiaru pętli zwarcia?
- 7) dokonać analizy wyników z przeprowadzonych badań?

4.7. Badanie wyłączników różnicowoprądowych

4.7.1. Materiał nauczania

Ochronne wyłączniki różnicowoprądowe należą do najbardziej skutecznych środków ochrony przeciwporażeniowej.

Funkcje, jakie pełnią urządzenia ochronne różnicowo-prądowe to:

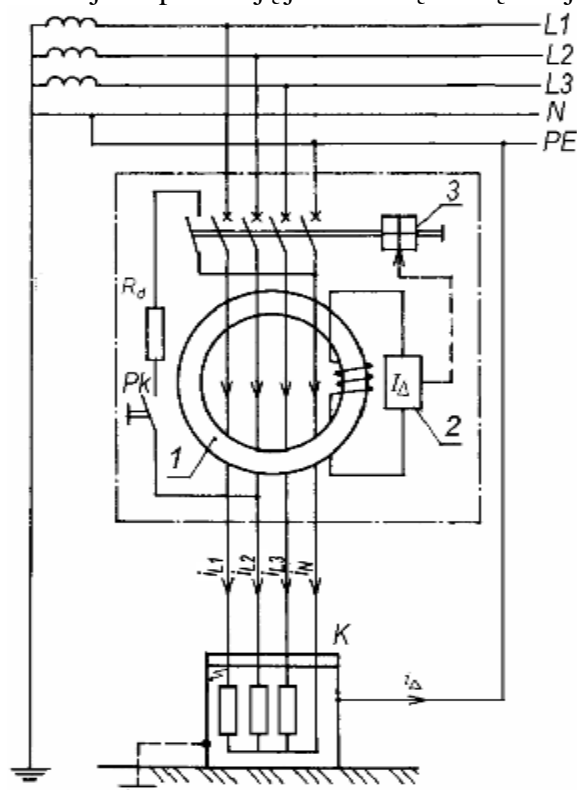
- ochrona przed dotykiem pośrednim,
- uzupełnienie ochrony przed dotykiem bezpośrednim (przy znamionowym prądzie różnicowym $I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$),
- ochrona budynku przed pożarami wywołanymi prądami doziemnymi (przy znamionowym prądzie różnicowym $I_{\Delta n} < 500 \text{ mA}$).

Prąd zadziałania urządzenia ochronnego różnicowoprądowego musi zawierać się w granicach $(0,5 \dots 1)I_{\Delta n}$.

Zakres stosowania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych to wszystkie układy sieci z pewnymi ograniczeniami dla układu TN-C po stronie obciążenia (za urządzeniem ochronnym różnicowoprądowym).

Budowa i zasada działania wyłącznika różnicowoprądowego

Podstawowym elementem wyłącznika różnicowoprądowego jest przekładnik sumujący. Przewody fazowe i neutralny przechodzą przez okno przekładnika lub poprzez uzwojenia nawinięte na jego rdzeniu uzwojenia posiadają jednakową liczbę zwojów.



Rys. 25. Wyłącznik różnicowoprądowy trójfazowy o działaniu bezpośrednim i sposób instalowania [5]:

1 – przekładnik sumujący, 2 – przełącznik różnicowoprądowy, 3 – zamek wyłącznika, R_d – opornik ograniczający, PK – przycisk kontrolny.

Suma geometryczna prądów oraz przepływ i strumień magnetyczny Φ , wytworzony przez prądy, są równe zero.

$$i_{L1} + i_{L2} + i_{L2} + i_N = 0, \quad \Phi = 0;$$

W przypadku, gdy wystąpi w zasilanym obwodzie osłabienie lub uszkodzenie izolacji doziemnej, powodujące przepływ prądu upływowego I_{Δ} do ziemi lub przewodu ochronnego PE, to suma prądów w przewodach przekładnika sumującego nie będzie już równa zero. W rdzeniu przekładnika sumującego powstanie wtedy strumień magnetyczny, który w cewce napięciowej przekładnika różnicowoprądowego indukuje napięcie o wartości zależnej od prądu I_{Δ} . Gdy prąd ten jest większy niż określona wartość, zwana prądem wyzwalającym, wówczas nastąpi zadziałanie przekładnika wywołujące wyłączenie wyłącznika.

W przypadku, gdy wystąpi uszkodzenie izolacji, powstaną upływowe prądy – wtedy może okazać się, że nie jest możliwe załączenie takiego obwodu (urządzenia), nawet w pełni sprawnego technicznie. W przypadkach powstania upływowych prądów stosuje się mniej czułe wyłączniki różnicowoprądowe.

Wyłączniki różnicowoprądowe wykorzystane są do ochrony przeciwporażeniowej. Uszkodzenia wywołujące przepływ doziemnych prądów upływowych o wartościach większych niż prądy wyzwalań wyłączników powodują przeważnie (lub mogą powodować) zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym. Wyłączniki wykrywają je, a obwody i urządzenia są wyłączane.

Zakresy znamionowych prądów różnicowych wyzwających:

- 10, 30 mA – wysokoczułe,
- 100, 300 mA,
- 500 i 1000 mA – nie są w zasadzie przeznaczone do stosowania jako zabezpieczenia przeciwporażeniowe, lecz mogą stanowić dobre zabezpieczenie przeciwpożarowe, ograniczające możliwość wybuchu pożaru instalacji, powodowanego uszkodzeniem izolacji i przepływem prądów upływowych doziemnych.

Badanie wyłącznika różnicowoprądowego

Zakres badań wyłącznika różnicowoprądowego:

- sprawdzenie prawidłowości połączeń przewodów L, N i PE,
- sprawdzenie działania wyłącznika za pomocą przycisku TEST [T],
- pomiar napięcia dotykowego dla wartości prądu wyłączającego I_{Δ} ,
- pomiar czasu wyłączenia wyłącznika $t_{\Delta t}$ (nie jest wymagane przez przepisy),
- pomiar prądu wyłączającego.

Przed badaniami należy:

- sprawdzić poprawność przyłączenia wyłącznika do sieci (prawidłowość połączeń przewodów linii, przewodu neutralnego i ochronnego),
- sprawdzić, czy przewód neutralny za wyłącznikiem różnicowoprądowym nie jest połączony z przewodem ochronnym lub ziemią,
- sprawdzić czy nie są łączone przewody neutralne (zaciski neutralne w tablicach rozdzielczych), należące do różnych obwodów,
- przy badaniu wyłączników wysokoczułych o znamionowym prądzie wyłączającym $I_{\Delta n} < 30$ mA wyeliminować lub ograniczyć wpływ na ich wynik, roboczych prądów upływowych występujących w badanej instalacji.

Badania sprawności wyłącznika różnicowoprądowego

Wyłączniki różnicowoprądowe wyposażone są w obwód kontrolny, którego uruchomienie przez naciśnięcie przycisku oznaczonego symbolem TEST lub T, Pk (rys. 25) spowoduje symulację warunków uszkodzenia instalacji. Sprawny i prawidłowo zainstalowany wyłącznik powinien w tym przypadku natychmiast zadziałać. Jeżeli wyłącznik nie zadziała, należy odstąpić od dalszych badań i orzec o niesprawności wyłącznika. Takie sprawdzenie (przez naciśnięcie przycisku TEST) powinno być wykonywane okresowo.

Dla normalnych warunków pracy instalacji zaleca się wykonywać sprawdzenie raz na 2 tygodnie lub raz na miesiąc. W bardzo trudnych warunkach pracy, na przykład przy posługiwaniu się urządzeniami ręcznymi na stanowisku przewodzącym, można zalecić sprawdzanie wyłącznika nawet codziennie przed rozpoczęciem pracy.

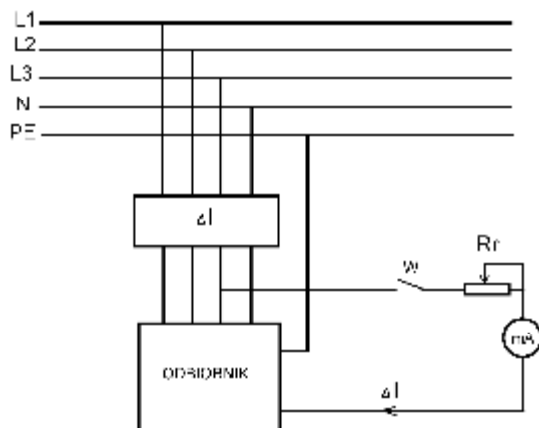
Pomiar prądu wyzwalającego wyłączników różnicowoprądowych stanowi podstawową część badań pozwalającą ocenić, czy w razie uszkodzenia izolacji urządzeń objętych ochroną wyłącznik spełni swoje zadanie.

Sprawdzenie wyłączników różnicowoprądowych w sieci TN-S i TN-C-S

Przebieg pomiarów:

- w sposób płynny należy zwiększyć prąd I_{Δ} od wartości około $0,2 I_{\Delta n}$ do $0,5 I_{\Delta n}$,
- wyłącznik nie powinien zadziałać,
- przy wartości prądu pomiarowego $0,5 I_{\Delta n}$ należy przerwać obwód prądu wyłącznikiem W, a następnie włączyć go,
- wyłącznik różnicowy nie powinien zadziałać,
- następnie w sposób płynny zwiększa się prąd pomiarowy, aż do zadziałania wyłącznika,
- wartość tego prądu należy zanotować. Prąd zadziałania wyłącznika powinien zawierać się w granicach: od $0,5 I_{\Delta n}$ do $I_{\Delta n}$.

Schemat układu pomiarowego przedstawia rysunek 30:



Rys. 26. Badanie prądu wyzwalającego wyłącznik różnicowoprądowy w sieci TN-S i TN-C-S [1].

Wartość rezystancji rezystora R_r powinna zawierać się w granicach:

$$\frac{U_0}{1,2I_{\Delta n}} \leq R_r \leq \frac{U_0}{0,2I_{\Delta n}}$$

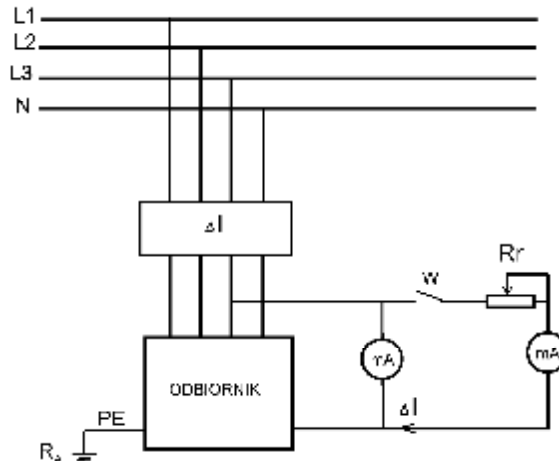
gdzie: U_0 – napięcie znamionowe sieci względem ziemi,
 $I_{\Delta n}$ – znamionowy różnicowy prąd wyzwalający wyłącznik różnicowy.

Sprawdzenie wyłączników różnicowoprądowych w sieci TT

Celem badań jest:

- wyznaczenie prądu zadziałania wyłącznika różnicowego,
- wyznaczenie wartości rezystancji uziemienia ochronnego.

Schemat układu pomiarowego przedstawia rysunek 27:



Rys. 27. Układ pomiarowy: badanie prądu wyłączającego wyłącznik różnicowoprądowy w sieci TT [1].

Wartość rezystancji rezystora R_r powinna zawierać się w granicach:

$$\frac{U_0}{1,2I_{\Delta n}} \leq R_r \leq \frac{U_0}{0,2I_{\Delta n}}$$

gdzie: U_0 – napięcie znamionowe sieci względem ziemi,

$I_{\Delta n}$ – znamionowy różnicowy prąd wyłączający wyłącznik różnicowy.

Przebieg badań (wg schematu na rys. 27):

- otworzyć łącznik W,
- zmierzyć napięcie u_1 między przewodem fazowym a obudową odbiornika,
- rezystor R_r ustawić na wartość maksymalną,
- zamknąć łącznik W,
- dla danej wartości prądu I_{Δ} odczytać wartość napięcia U_2 ,
- jeżeli te zmierzone napięcia różnią się od siebie świadczy to o uszkodzeniu izolacji chronionego przez wyłącznik różnicowy obwodu,
- w przypadku jednakowych lub prawie jednakowych wartości tych napięć, należy zwiększać wartość prądu (poprzez zmianę wartości R_r) do momentu zadziałania wyłącznika różnicowego,
- momentu zadziałania wyłącznika różnicowego odczytać wartości: I_{Δ} oraz U_2 . Napięcie dotykowe wynosi: $U_1 - U_2$. Jeśli nie przekracza wartości dopuszczalnych, oznacza to, że ochrona jest skuteczna,
- zmierzony prąd zadziałania wyłącznika $\leq I_{\Delta}$ powinien spełniać warunek:
$$0,5I_{\Delta n} \leq I_{\Delta} \leq I_{\Delta n}$$
- jeżeli warunek $0,5I_{\Delta n} \leq I_{\Delta}$ nie jest spełniony, (świadczy to o dużym prądzie upływu w obwodzie chronionym) należy przeprowadzić pomiary od początku, ale po odłączeniu obwodu chronionego,
- obliczyć rezystancję R_A uziemienia ochronnego:

$$R_A \approx \frac{U_1 - U_2}{I_\Delta}$$

- sprawdzić ciągłość połączeń z przewodem ochronnym zainstalowanych za wyłącznikiem wszystkich dostępnych elementów przewodzących należących do urządzeń klasy I ochronności oraz bolców ochronnych zainstalowanych gniazd.

4.7.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaka jest rola wyłącznika różnicowego?
2. Jaki jest podział wyłączników różnicowych ze względu na zasadę działania?
3. Jakie są prądy zadziałania wyłączników różnicowych?
4. Jakie są oznaczenia wyłączników różnicowych ze względu na kształt prądu zadziałania?
5. Jest zakres badań wyłączników różnicowych?
6. Jaki jest sposób badań wyłączników różnicowych zainstalowanych w sieci TN-S i TN-C-S?
7. Jaki jest sposób badań wyłączników różnicowych zainstalowanych w sieci TT?

4.7.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zbadaj wyłącznik różnicowoprądowy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przedstawić przepisy bhp przy wykonywaniu pomiarów elektrycznych,
- 2) zapoznać się z dokumentacją techniczną badanej instalacji,
- 3) zaproponować harmonogram badań,
- 4) dokonać wyboru przyrządów pomiarowych,
- 5) wykonać czynności przygotowawcze przed pomiarami wyłączników różnicowoprądowych stosując przepisy bhp na stanowisku pracy,
- 6) wykonać badania wyłączników różnicowoprądowych,
- 7) ocenić na podstawie wyników pomiarów stan techniczny izolacji instalacji elektrycznej.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- sprzęt ochronny i ratunkowy,
- model lub rzeczywista instalacja elektryczna,
- wyłączniki różnicowoprądowe kilku typów,
- katalogi wyłączników różnicowoprądowych,
- dokumentacja badanej instalacji,
- zestaw mierników stosowanych do różnych pomiarów w instalacjach elektrycznych,
- instrukcje mierników,
- kalkulator,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przyrządy kreślarskie.

4.7.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) opisać rolę wyłączników różnicowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wymienić wartości prądów zadziałania wyłączników różnicowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) dokonać podziału wyłączników różnicowych ze względu na zasadę działania i scharakteryzować ten podział?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) zinterpretować oznaczenia wyłączników różnicowych ze względu na kształt prądu zadziałania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) przeprowadzić badania wyłączników różnicowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) na podstawie wyników pomiarów ocenić stan wyłącznika różnicowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.8. Pomiary rezystancji uziemienia

4.8.1. Materiał nauczania

Wymagania techniczne

Uziemienie jest to celowo wykonane połączenie elektryczne przewodzących elementów jakiegokolwiek części (nie będących normalnie pod napięciem) urządzenia elektrycznego z przedmiotem metalowym znajdującym się w ziemi – zwanym uziomem. Uziemienia elektryczne są bardzo ważnym, niezbędnym elementem sieci, urządzeń i instalacji elektrycznych. Powoduje w warunkach zakłóceń (zwarcia) samoczynne szybkie odłączenie zasilania.

Uziemienia stosuje się w sieciach prądu przemiennego i stałego, niezależnie od ich wartości znamionowych.

Uziemienia zapewniają:

- bezpieczeństwo osób obsługujących te urządzenia,
- prawidłową pracę wielu urządzeń elektrycznych.

Uziemienie stosuje się w układach sieciowych:

TT – mającym punkt neutralny bezpośrednio uziemiony, a metalowe dostępne części przewodzące odbiorników połączone przewodami ochronnymi PE z uziomem.

Uziemienie powinno być tak dobrane, aby spełniony był warunek:

$$R_A \cdot I_a \leq U_L$$

gdzie: R_A – rezystancja uziemienia dostępnych części przewodzących [Ω],

I_a – wartość prądu [A] powodująca samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego,

U_L – napięcie bezpieczne [V] – 24 lub 50 V w zależności od warunków środowiskowych.

IT – układ sieciowy izolowany w stosunku do ziemi, lub z punktem zerowym uziemionym przez bezpiecznik iskiernikowy, a metalowe dostępne części przewodzące odbiorników połączone przewodami ochronnymi PE z uziomem.

Warunek doboru uziemienia dla sieci IT jest taki sam jak dla TT z różnicą dotyczącą prądu występującego w powyższym wzorze:

I_a – wartość prądu pierwszego zwarcia [A], pomiędzy przewodem skrajnym a dostępną częścią przewodzącą.

Pomiar rezystancji uziemień metodą techniczną

Pomiar rezystancji uziemień wykonuje się tylko przy prądzie przemiennym.

W celu odizolowania układu pomiarowego od sieci, stosuje się transformator z regulacją zaczepów, pozwalający uzyskać prąd w obwodzie nie mniejszy niż 5 A.

Obwód prądowy układu pomiarowego tworzą (rys. 32): obwód wtórny transformatora T, amperomierz A, badany uziom X, ziemia i uziom pomocniczy (prądowy) P. Obwód napięciowy układu pomiarowego stanowią: woltomierz i sonda pomiarowa napięciowa S.

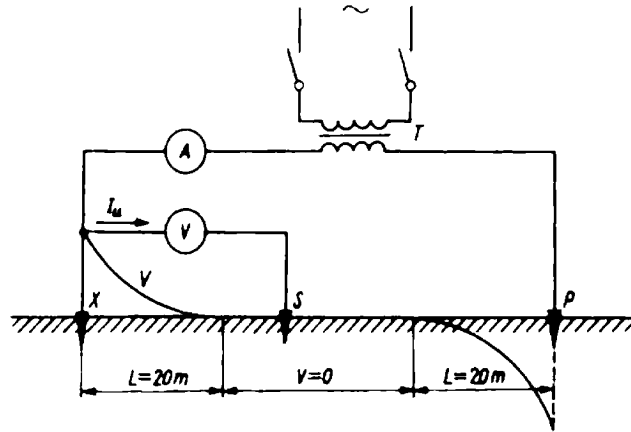
Natężenie prądu płynącego przez badany uziom zależy od rezystancji obwodu prądowego i napięcia wtórnego transformatora.

Wartość rezystancji badanego uziomu wyznacza się z zależności:

$$R_x = \frac{U_v}{I_A}$$

gdzie: U_v – napięcie wskazane przez woltomierz [V],

I_A – natężenie prądu wskazane przez amperomierz [A].



Rys. 28. Układ do pomiaru rezystancji uziemienia metodą techniczną [1]:
 X – uziom badany, S – sonda pomiarowa napięciowa, P – uziom pomocniczy prądowy, T – transformator izolujący, V – przebieg potencjału między uziomem badanym i uziomem pomocniczym prądowym

Wyznaczona ze wzoru 15 wartość R_x jest wartością obarczoną błędem, ponieważ wynik pomiaru nie uwzględnia prądu I_v , płynącego przez woltomierz.

Metoda techniczna pomiaru rezystancji uziemienia stosowana jest przy pomiarze małych rezystancji w granicach $0,01 \div 1 \Omega$.

Wady metody technicznej pomiaru rezystancji uziemienia:

- konieczność stosowania pomocniczych źródeł zasilania,
- na wynik pomiaru mogą mieć wpływ prądy błądzące,
- niemożliwość bezpośredniego odczytu mierzonej rezystancji (uziemień) – konieczność obliczeń.

Pomiar rezystancji uziemień metodą kompensacyjną

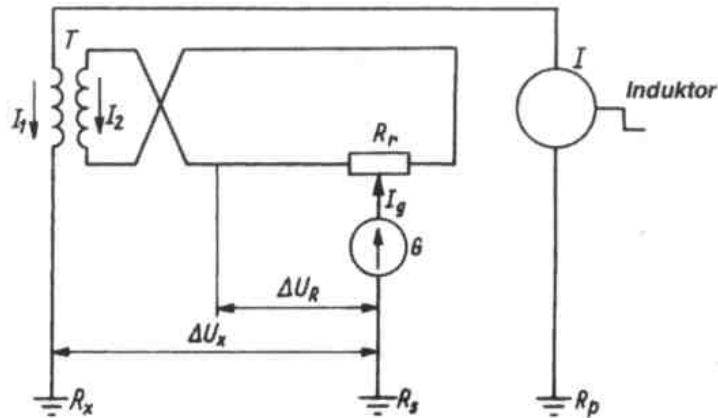
Metoda kompensacyjna stosowana jest do pomiarów rezystancji uziemień o wartości od kilku do kilkuset omów.

Zasada działania miernika indukcyjnego typu IMU do pomiaru rezystancji uziemienia jest oparta na metodzie kompensacyjnej (mostek kompensacyjny) (rys. 32).

Dane techniczne miernika IMU:

- zakresy pomiarowe: $0-5 \Omega$, $5-50 \Omega$, i $50-500 \Omega$,
- dokładność: $\pm 3\%$ w zakresie $5 \div 500 \Omega$,
 $\pm 0,05 \Omega$ w zakresie $0 \div 0,5 \Omega$,
- znamionowa prędkość obrotowa korbki: 160 obr./60s,
- napięcie probiercze: 2000 V.

Praktycznie przyrząd ten nie nadaje się do pomiarów rezystancji uziemień o wartości mniejszej od 1Ω .

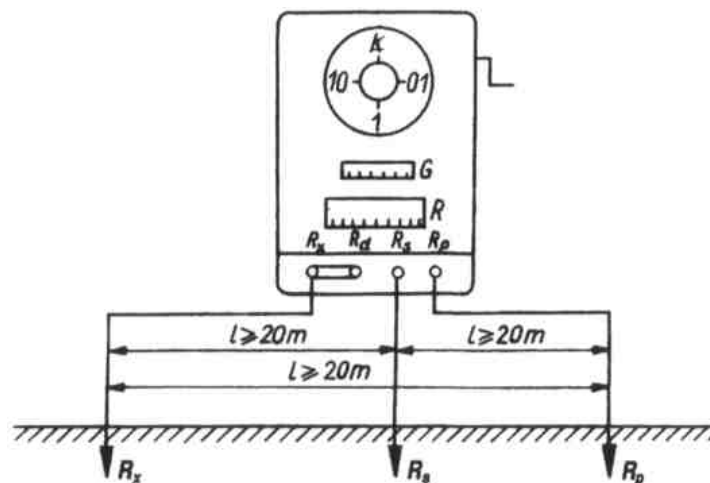


Rys. 29. Schemat miernika IMU i połączeń z sondami do wykonania pomiaru rezystancji uziemienia metodą kompensacyjną [1]: G – induktor, T – transformator, R_r – potencjometru, R_x – badany uziom.

W układzie rys. 29 prąd przemienny U (wytworzony przez induktor) przepływa przez uzwojenie pierwotne transformatora T, uziom badany R_x, ziemię i uziom pomocniczy P. W uzwojeniu wtórnym transformatora mierniczego T indukuje się prąd I₂, który przepływa przez rezystancję potencjometru R_r. Podczas pomiaru porównuje się spadek napięcia ΔU_x wywołany prądem I₁ na rezystancji uziomu badanego R_x ze spadkiem napięcia ΔU_R wywołanym prądem I₂ na rezystorze porównawczym R_r (oporze wewnętrznym miernika) – przy czym styk ruchomy „a” na rezystorze R_r przesuwa się tak długo, dopóki nie uzyska się minimum prądu płynącego przez galwanometr (najkorzystniejsze jest, gdy wskazówka galwanometru ustawi się w pozycji zerowej). Stan ten oznacza, że nastąpiła kompensacja spadku napięcia na uziomie badanym R_x przez spadek napięcia na rezystorze R_r, to jest $I_1 \cdot R_x = I_2 \cdot R_r$.

W mierniku tym przekładnia transformatora mierniczego równa się jedności, ($I_1 = I_2$ i $R_x = R_r$), a wartość rezystancji mierzonej odczytuje się ze skali oznaczającej wartość rezystancji R.

Pomiar rezystancji uziemienia ochronnego, roboczego lub odgromowego przeprowadza się łącząc miernik kompensacyjny według schematu przedstawionego na rysunku 30. Sondy pomiarowe (uziomy) powinny być ułożone w ziemi, względem siebie w odległości l nie są mniejszej niż 20 m.



Rys. 30. Układ połączeń miernika IMU do pomiaru rezystancji uziemienia [1].

- Przed przystąpieniem do wykonania pomiarów należy sprawdzić:
- prawidłowość wskazań miernika, gdy nie jest połączony z uziomami pomiarowymi. Płytkę zwierającą zaciski R_x i R_d należy przełożyć na zaciski R_s i R_p , przekręcić gałkę przełącznika zakresów (małe pokrętło) w położenie K (kontrola) i ustawić tarczę potencjometru (rezystora) R_r na wartość $R_2 = 30 \Omega$ (czerwona kreska) na skali R (rys. 16), a następnie obracać korbką induktora z prędkością znamionową 160 obr./60 s – galwanometr G powinien wskazać wartość prądu $i_g = 0$.
 - prawidłowość wskazań miernika, gdy jest połączony z uziomami pomiarowymi (rys. 30). Zaciski R_x i R_d muszą być zwarte, a postępowanie jak w poprzednim punkcie – galwanometr G powinien wskazać wartość $i_g = 0$.

Czynności przy wykonaniu pomiarów rezystancji uziemienia miernikiem typu IMU (układ połączeń według rys. 33):

- przełącznik zakresów należy ustawić w położeniu odpowiadającym przewidywanej wartości rezystancji uziomu badanego, a następnie obracać korbką induktora z prędkością 160 obr./60 s,
- obracając korbką należy tarczę potencjometru (duże pokrętło) obracać do momentu zrównoważenia układu, wskazówka galwanometru znajdzie się w pozycji zerowej. Wartość rezystancji R należy odczytać na skali,
- odczytaną wartość rezystancji pomnożyć trzeba przez mnożnik „k”, (ustawienie małego pokrętła zakresów: 0,1; 1; lub 10). Jeżeli odczytana wartość rezystancji wynosi 10Ω a ustawieniu pokrętła w położeniu $k = 0,1$ – wówczas rezystancja uziomu badanego $R_x = k \cdot 10 = 0,1 \cdot 10 = 1 \Omega$.

Na wynik pomiaru rezystancji uziemienia mają wpływ takie czynniki jak: wymiary geometryczne uziomu (praktycznie niezmiennie), rezystywność (opór właściwy) gruntu.

Rezystywność gruntu zależy od rodzaju gruntu i zmian okresowych (m.in. zależnych od opadów atmosferycznych). Zmiany te są związane głównie ze zmianami właściwości gruntu: wilgotność, temperatura, zawartość związków chemicznych, mineralnych itp.

Z tych powodów wynik pomiaru rezystancji uziemienia przy użyciu sond pomiarowych powinien być odpowiednio skorygowany. Korekty wyników pomiaru dokonujemy przez uwzględnienie współczynnika „ k_p ” (tabela 3).

Tabela 3. Współczynnik poprawkowy k_p [5].

Rodzaj uziomu	Stan gruntu w czasie pomiaru		
	suchy	wilgotny	mokry
Uziom pionowy długi o głębokości ponad 5 m pod powierzchnią ziemi	1,1	1,2	1,3
Uziom pionowy o głębokości 2,5 – 5 m	1,2	1,6	2,0
Uziom poziomy, ułożony na głębokości około 1 m	1,3	2,2	3,0

Przykładowy pomiar:

Pomiar rezystancji uziemienia wykonany został przy użyciu uziomu poziomego w warunkach suszy. Zmierzona rezystancja uziemienia wyniosła $1,7 \Omega$.

Wartość współczynnika k_p odczytanego z tabeli 3 wynosi: $k_p = 1,3$.

Rzeczywista rezystancja uziemienia ma wartość:

$$R_x = 1,3 \cdot 1,7 = 2,21 \Omega.$$

4.8.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co to są uziomy i jaka jest ich rola?
2. Jakie warunki musi spełniać uziemienie ochronne w sieci o uziemionym punkcie zerowym?
3. Gdzie stosuje się uziemienie robocze?
4. Gdzie stosuje się dodatkowe uziemienie robocze?
5. Jaką wartość rezystancji powinno mieć uziemienie robocze i dodatkowe uziemienie?

4.8.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj pomiary rezystancji uziemienia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przedstawić przepisy bhp przy wykonywaniu pomiarów elektrycznych,
- 2) zapoznać się z dokumentacją techniczną badanych uziemień,
- 3) zaproponować harmonogram badań,
- 4) dokonać wyboru przyrządów pomiarowych,
- 5) wykonać czynności przygotowawcze przed pomiarami rezystancji uziemienia,
- 6) wykonać pomiary rezystancji uziemienia,
- 7) ocenić na podstawie wyników pomiarów stan techniczny uziemienia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- sprzęt ochronny i ratunkowy,
- model lub rzeczywiste uziemienia,
- zestaw mierników wraz z instrukcjami stosowanych do różnych pomiarów w instalacjach elektrycznych,
- kalkulator,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek, linijka, inne przyrządy kreślarskie.

4.8.4. Sprawdzenie postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) wymienić rolę uziemień ochronnych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wymienić wymagane wartości rezystancji uziemień ochronnych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) dokonać podziału uziemień ochronnych i scharakteryzować ten podział? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) przeprowadzić analizę otrzymanych wyników pomiarów? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ


INSTRUKCJA DLA UCZNI

1. Przeczytaj dokładnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Odpowiedzi udzielaj wyłącznie na karcie odpowiedzi.
4. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
5. Test zawiera 20 zadań.
6. Do każdego zadania podane są cztery odpowiedzi, z których tylko jedna jest prawidłowa.
7. Zaznacz prawidłową według Ciebie odpowiedź wstawiając literę X w odpowiednim miejscu na karcie odpowiedzi.
8. W przypadku pomyłki zaznacz błędną odpowiedź kółkiem, a następnie literą X zaznacz odpowiedź prawidłową.
9. Za każde poprawne rozwiązanie zadania otrzymujesz jeden punkt.
10. Za udzielenie błędnej odpowiedzi, jej brak lub zakreslenie więcej niż jednej odpowiedzi – otrzymujesz zero punktów.
11. Uważnie czytaj treść zadań i proponowane warianty odpowiedzi.
12. Nie odpowiadaj bez zastanowienia, jeśli któreś z pytań sprawi Ci trudność – przejdź do następnego. Do zadań, na które nie udzieliłeś odpowiedzi możesz wrócić później.
13. Pamiętaj, że odpowiedzi masz udzielać samodzielnie.
14. Na rozwiązanie testu masz 40 minut.

Powodzenia!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Łączniki w budynkach mieszkalnych mocujemy na wysokości
 - a) 1,4 m wewnątrz wszystkich pomieszczeń.
 - b) 1,2 m wewnątrz wszystkich pomieszczeń.
 - c) 1,4 m wewnątrz wszystkich pomieszczeń poza łazienkami i WC, w których to nie wolno instalować łączników.
 - d) 1,2 m wewnątrz wszystkich pomieszczeń poza łazienkami i WC, w których to nie wolno instalować łączników.
2. Spadek przy układaniu rurek stosowany jest ze względu na
 - a) łatwiejsze mocowanie rurek.
 - b) łatwiejsze ciągnięcie przewodów.
 - c) spowodowanie spływu wody do puszek.
 - d) możliwość łatwego czyszczenia rur przed wciągnięciem przewodów.
3. Uchwyty do przewodów kabelkowych umieszczamy w odstępach
 - a) w poziomie 50 cm i 50 cm w pionie.
 - b) w poziomie 50 cm i 30 cm w pionie.
 - c) w poziomie 30 cm i 30 cm w pionie.
 - d) w poziomie 30 cm i 50 cm w pionie.
4. Rurki układa się ze spadkiem wynoszącym
 - a) 2 % w kierunku do puszek dostępnych do kontroli.
 - b) 2 % w kierunku od puszek dostępnych do kontroli.

- c) 2 % od środka odcinka rurki w obu kierunkach.
d) nie stosuje się spadku.
5. Trasowanie jest to
- układanie instalacji.
 - wyznaczanie miejsca przebiegu instalacji na ścianie budynku.
 - wyznaczanie miejsca przebiegu instalacji na planie budynku.
 - sprawdzanie przebiegu przewodów w założonej już instalacji.
6. Przedstawiony na rysunku symbol to oznaczenie
- podwójnego gniazda z bolcem.
 - łącznika grupowego.
 - łącznika schodowego.
 - łącznika krzyżowego.
- 
7. Przewody aluminiowe łączymy za pomocą
- złączki skrętnej.
 - skręcania.
 - zacisków mocno sprężynujących..
 - w dowolny sposób.
8. Połączenia wyrównawcze stosuje się
- w obwodach prądu stałego.
 - w obwodach prądu przemiennego o napięciu 24 V.
 - dla elementów metalowych objętych ochroną przed dotykiem pośrednim przez zastosowanie separacji elektrycznej.
 - na elementach przewodzących innych instalacji niż elektryczne.
9. Podkładki kupalowe zakładamy przy połączeniu między sobą przewodów
- miedzianego z miedzianym.
 - aluminiowego z aluminiowym.
 - miedzianego z mosiężnym.
 - miedzianego z aluminiowym.
10. Instalacje w rurkach winidurowych typu lekkiego stosuje się
- na zewnątrz pomieszczeń.
 - w miejscach narażenia instalacji na uszkodzenia mechaniczne.
 - w instalacjach podtynkowych.
 - w instalacjach nadtynkowych.
11. Instalacje w rurkach stalowych stosuje się w
- pomieszczeniach o wyziewach żrących.
 - miejscach narażenia instalacji na uszkodzenia mechaniczne.
 - instalacjach podtynkowych.
 - pomieszczeniach wilgotnych.
12. Podłączenie przewodu neutralnego wprowadzonego do gniazda z bolcem ochronnym powinno odbywać się w kolejności
- boleć ochronny, zacisk gniazda.

- b) zacisk gniazda, bolec ochronny.
 - c) kolejność nie ma znaczenia.
 - d) do zacisku gniazda a do bolca ochronnego drugim odcinkiem przewodu.
13. Stworzenie zagrożenia może spowodować przerwanie się w WZL przewodu
- a) jednego fazowego.
 - b) dwóch fazowych.
 - c) neutralnego.
 - d) zagrożenie nie wystąpi.
14. Prawidłowa kolejność robót przy wykonywaniu instalacji to:
- a) → układanie rurek → łączenie przewodów → trasowanie.
 - b) → kucie rowków → układanie rurek → osadzanie puszek, półfajek, kotew i haków.
 - c) → montaż odbiorników → montaż rur → zapoznanie się z dokumentacją instalacji.
 - d) kolejność jest dowolna.
15. Nie wolno zabezpieczać przewodów
- a) ochronnych PE i PEN i fazowych.
 - b) ochronnych PE i PEN oraz uzemień ochronnych i roboczych.
 - c) uzemień ochronnych i roboczych, fazowych.
 - d) roboczych.
16. Testowanie wyłącznika różnicowoprądowego pracującego w normalnych warunkach należy przeprowadzać
- a) raz na 2 tygodnie lub raz na miesiąc.
 - b) raz w roku.
 - c) raz na 3 miesiące lub pół roku.
 - d) codziennie.
17. Wyłączniki różnicowoprądowego są środkiem ochrony
- a) podstawowym.
 - b) dodatkowym.
 - c) podstawowym i dodatkowym w zależności od warunków pracy instalacji.
 - d) podstawowym i dodatkowym bez względu na warunki pracy instalacji.
18. Najważniejszym parametrem wyłącznika różnicowo-prądowego jest
- a) rodzaj prądu.
 - b) prąd znamionowy.
 - c) napięcie znamionowe.
 - d) różnicowy prąd wyzwalający.
19. Wyłącznik różnicowoprądowy reaguje na prąd
- a) zwarciovowy.
 - b) przeciążeniowy.
 - c) upływu.
 - d) roboczy.

20. Gniazda wtyczkowe w budynkach mieszkalnych mocujemy na wysokości
- a) bezpośrednio nad listwą podłogową lub na wysokości 30 cm lub 85 cm, a tylko w łazienkach na wysokości 120 cm.
 - b) bezpośrednio nad listwą podłogową lub na wysokości 30 cm lub 85 cm we wszystkich pomieszczeniach.
 - c) 30 cm lub 120 cm we wszystkich pomieszczeniach.
 - d) zgodnie z życzeniem przyszłego użytkownika.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i
nazwisko.....

Wykonywanie instalacji elektrycznych i podstawowych pomiarów sprawdzających

Zakreśl 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. Gryżewski Z.: Prace pomiarowo kontrolne przy urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV. Nosiw. Warszawa 2003
2. Kotlarski W., Grad J.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP. Warszawa 1999
3. Kotlarski W.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP. Warszawa 2002
4. Krupas K (red.) Wytyczne: Pomiary w elektroenergetyce. Nosiw. Warszawa 2005
5. Laskowski J.: Poradnik elektroenergetyka przemysłowego. COSiW. Warszawa 2002
6. Markiewicz H.: Instalacje elektryczne. WNT. Warszawa 2005
7. Musiał E.: Instalacje i urządzenia elektroenergetyczne. WSiP. Warszawa 2005
8. Orlik W.: Egzamin klasyfikacyjny elektryka w pytaniach i odpowiedziach. Wydawnictwo KaBe. Krosno 1999
9. Polska Norma PN – EN 60617:2003 Symbole graficzne stosowane w schematach