

19



# ELEKTRYK

**Montowanie osprzętu  
w instalacjach elektrycznych**



MINISTERSTWO EDUKACJI  
NARODOWEJ



**Elżbieta Murlikiewicz**

## **Montowanie osprzętu w instalacjach elektrycznych 724[01].Z2.02**

**Poradnik dla ucznia**

**Wydawca**

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

**Recenzenci:**

mgr inż. Grażyna Adamiec  
mgr inż. Jan Bogdan

**Opracowanie redakcyjne:**

mgr inż. Barbara Kapruziak

**Konsultacja:**

mgr inż. Ryszard Dolata

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 724[01].Z2.02 „Montowanie osprzętu w instalacjach elektrycznych”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu elektryk.

**Wydawca**

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

# SPIS TREŚCI

<b>1. Wprowadzenie</b>	3
<b>2. Wymagania wstępne</b>	5
<b>3. Cele kształcenia</b>	6
<b>4. Materiał nauczania</b>	7
<b>4.1. Osprzęt instalacyjny</b>	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	12
4.1.3. Ćwiczenia	12
4.1.4. Sprawdzian postępów	13
<b>4.2. Łączniki niskiego napięcia</b>	14
4.2.1. Materiał nauczania	14
4.2.2. Pytania sprawdzające	29
4.2.3. Ćwiczenia	30
4.2.4. Sprawdzian postępów	33
<b>5. Sprawdzian osiągnięć</b>	35
<b>6. Literatura</b>	40

# 1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy z zakresu montowania osprzętu w instalacjach elektrycznych.

W poradniku zamieszczono:

- materiał nauczania,
- pytania sprawdzające,
- ćwiczenia,
- sprawdzian postępów,
- sprawdzian osiągnięć,
- literatura.

Szczególną uwagę zwróć na:

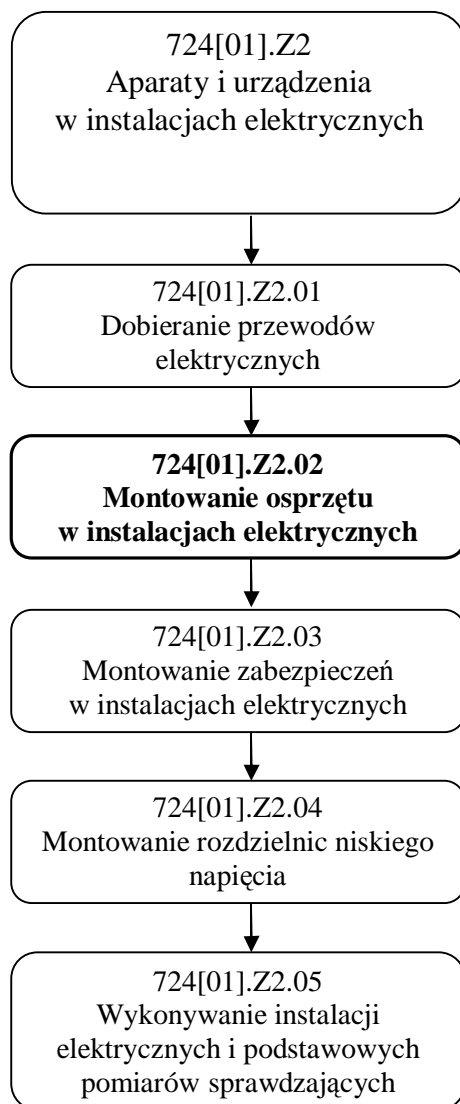
- cechy charakterystyczne podstawowych typów łączników stosowanych w instalacjach elektrycznych,
- cechy charakterystyczne i właściwości osprzętu instalacyjnego,
- kolory przewodów stosowanych w instalacjach prądu przemiennego,
- zasady doboru osprzętu instalacyjnego,
- zasady doboru łączników,
- zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym podczas montażu, uruchamiania instalacji elektrycznych .

Korzystając z poradnika nie ucz się pamięciowo, ale staraj się kojarzyć fakty. Analizując budowę oraz zasadę działania łączników, styczników oraz przekaźników termicznych skorzystaj z wcześniej zdobytych wiadomości z zakresu obwodów prądu stałego oraz pola magnetycznego. Staraj się samodzielnie wyciągać wnioski.

Z osprzętem instalacyjnym masz do czynienia codziennie, gdyż jest on częścią składową instalacji elektroenergetycznych, które służą do doprowadzenia energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej do odbiorników:

- silników elektrycznych – stosowanych między innymi w sprzęcie gospodarstwa domowego, elektronarzędziach itp.,
- urządzeń grzejnych – kuchenki elektryczne, czajniki, żelazka, itp.,
- elektrycznych źródeł światła.

Pojawiający się w tekście i w opisie rysunków zapis [1], [2] itp. wskazuje pozycję literatury, z której pochodzi fragment tekstu lub rysunek.



Schemat układu jednostek modułowych

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- korzystać z różnych źródeł informacji,
- określać warunki przepływu prądu w obwodzie elektrycznym,
- interpretować prawa Ohma i Kirchhoffa dla obwodów prądu stałego,
- określać cechę charakterystyczną połączenia szeregowego i równoległego elementów,
- rozróżniać połączenie szeregowe i równoległe elementów,
- rysować symbole graficzne odbiorników energii elektrycznej,
- definiować pojęcie „prąd elektryczny” jako zjawisko fizyczne i jako wielkość fizyczna,
- definiować pojęcie napięcia elektrycznego w obwodzie elektrycznym,
- łączyć układy na podstawie schematów i odczytywać wskazania mierników,
- obsługiwać komputer w podstawowym zakresie,
- określać wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne.

### 3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- rozróżnić podstawowy osprzęt instalacyjny,
- rozpoznać na podstawie wyglądu zewnętrznego oraz oznaczeń podstawowe typy łączników stosowanych w instalacjach elektrycznych,
- odczytać schemat ideowy łącznika i wyjaśnić jego działanie,
- wyjaśnić na podstawie schematu ideowego pracę układów elektrycznych z łącznikami,
- narysować, na podstawie schematu ideowego, schemat montażowy instalacji elektrycznej,
- dobrać rodzaj łącznika do określonych warunków pracy,
- połączyć podstawowe układy z łącznikami instalacyjnymi na podstawie schematów ideowych i montażowych,
- sprawdzić na podstawie oględzin i wyników przeprowadzonych pomiarów poprawność działania układów z łącznikami elektrycznymi,
- wykonać połączenia przewodów w puszkach instalacyjnych,
- podłączyć gniazda wtykowe jedno- i trójfazowe,
- podłączyć wtyczki jednofazowe i wtyki trójfazowe,
- zamontować bezpieczniki topikowe,
- zamontować wyłącznik instalacyjny nadprądowy,
- zamontować wyłącznik różnicowoprądowy,
- zainstalować osprzęt w instalacjach elektrycznych,
- 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. Osprzęt instalacyjny

#### 4.1.1. Materiał nauczania

Części składowe i montaż instalacji elektrycznych

Instalacja elektryczna to zespół urządzeń elektrycznych o odpowiednio dobranych parametrach technicznych, o napięciu znamionowym do 1000 V w przypadku instalacji prądu przemiennego i 1500 V instalacje prądu stałego, służących do doprowadzenia energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej do odbiorników. Instalacje elektryczne odbiorcze powinny być podzielone na potrzebną liczbę obwodów w celu :

- zapewnienia niezawodnej pracy odbiorników energii elektrycznej,
- ograniczenia negatywnych skutków w razie uszkodzenia w jednym z obwodów,
- ułatwienia bezpiecznego sprawdzania i konserwacji instalacji.

W skład instalacji elektrycznych wchodzi:

- przewody i kable elektroenergetyczne,
- osprzęt instalacyjny,
- rozdzielnice,
- urządzenia automatyki (np. SZR),
- rezerwowe źródła energii elektrycznej.

Przy montażu instalacji powinna być zachowana następująca kolejność robót [2]:

- 1) trasowanie – wyznaczenie, zgodnie z projektem technicznym instalacji, tras przewodów, miejsca na osprzęt, na uchwyty lub podpory przewodów,
- 2) wykonanie otworów, wnęk i podkuć,
- 3) instalowanie elementów wsporczych – montaż uchwytów na przewody, podpór osprzętu prefabrykowanego itp.,
- 4) montaż rur i puszek lub osprzętu prefabrykowanego,
- 5) tynkowanie – jeśli instalacja jest podtynkowa lub wtynkowa,
- 6) rozwijanie i prostowanie przewodów,
- 7) układanie przewodów – wciąganie przewodów do rur lub układanie na podporach,
- 8) montaż osprzętu łączeniowego i gniazd,
- 9) łączenie przewodów – wykonywanie połączeń metalicznych między przewodami.

Dla zapewnienia bezpieczeństwa ważne jest ściśle przestrzeganie stosowania w instalacjach elektrycznych odpowiednich kolorów przewodów. W instalacjach prądu przemiennego stosowane są kolory przewodów:

- niebieski (BU) dla przewodu neutralnego N nie wykorzystanego do ochrony przed porażeniem prądem,
- żółty z zielonymi poprzecznymi paskami, dla przewodu ochronnego PE,
- żółty z zielonymi poprzecznymi paskami z jasnoniebieskim paskiem na końcu dla przewodu ochronno-neutralnego PEN
- pozostałe kolory dla przewodów fazowych.

Rodzaje i przeznaczenie osprzętu instalacyjnego

Osprzęt instalacyjny to szereg urządzeń stanowiących wyposażenie instalacji elektrycznych, do których zalicza się:

- rury instalacyjne – chronią przewody przed uszkodzeniem mechanicznym i umożliwiają wymianę przewodów w przypadku uszkodzenia lub przy modernizacji instalacji,
- elementy konstrukcyjne instalacji prefabrykowane,
- łączniki instalacyjne – umożliwiają zmianę stanu obwodu: załączanie, wyłączanie i przełączanie,
- gniazda – wraz z wtyczkami tworzą łącznik do przyłączania odbiorników elektrycznych,
- odgałęźniki (puszki instalacyjne) – są stosowane do łączenia przewodów instalacyjnych oraz do wykonywania odgałęzień,
- bezpieczniki – stanowią element przewodzący o najmniejszym przekroju chroniący odbiorniki i instalację przed uszkodzeniem w przypadku przeciążenia lub zwarcia w obwodzie,
- oprawy oświetleniowe.

### Rury instalacyjne

Instalacje w rurach są wykonywane jako:

- podtynkowe w bruzdach,
- zatapiane,
- podłogowe,
- natynkowe.

Rodzaje rur stosowanych obecnie w instalacjach elektrycznych:

- rury cienkościenne typu RB, bardzo lekkie – przeznaczone głównie do układania pod tynkiem,
- rury gładkie sztywne typu RL (lub RVS) (rys.1b) – przeznaczone do układania przewodów na tynku w pomieszczeniach suchych i wilgotnych,
- rury karbowane giętkie typu RKLK (lub RVKL) rys. 1a – przeznaczone do układania pod tynkiem lub zatapiane w betonie,



**Rys. 1.** Rury i listwy elektroinstalacyjne stosowane w instalacjach elektrycznych

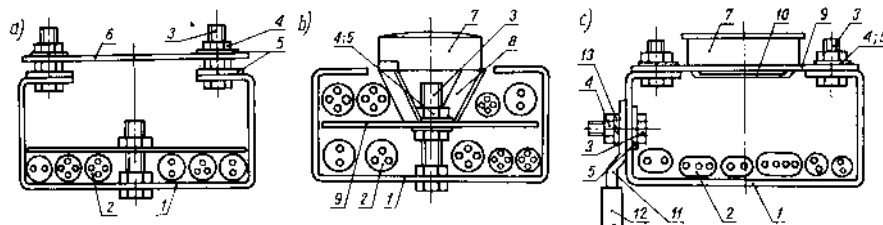
- rury gładkie sztywne o pogrubionych ścianach typu RC – przeznaczone do układania na tynku, wykonania instalacji szczelnych zazwyczaj w instalacjach przemysłowych,
- rury stalowe gwintowane typu RS-P – przeznaczone do układania przewodów na tynku w pomieszczeniach suchych i wilgotnych tam, gdzie instalacja jest narażona na uderzenia i nacisk.

Od kilkunastu lat w budownictwie są stosowane listwy elektroinstalacyjne (rys. 1c, d).

Zalety instalacji w listwach:

- możliwość wykonania instalacji odbiorczych niezależnie od rodzaju podłoża,
- możliwość układania jednocześnie instalacji zarówno elektrycznych jak i telefonicznych – listwy wielokanałowe,
- estetycznie wykonane i w różnych kolorach mogą stanowić element dekoracyjny wnętrza.

W budownictwie przemysłowym i ogólnym stosowane są korytka metalowe typu X111 (rys. 2), które wchodzi w skład systemu U i mają następujące oznaczenia: U575, U576, U577 – szerokość 118 mm, U580, U581, U582 – szerokość 218 mm. Korytka mocuje się do konstrukcji wsporczych śrubami przelotowymi M6 a do łączenia korytek stosuje się łączniki.



**Rys. 2.** Montaż przewodów i puszek w korytkach instalacyjnych: a) korytka ułożone poziomo z przymocowanymi do dna przewodami i pokrywą; b) korytka ułożone poziomo z 2 warstwami przewodów i puszką rozgałęźną przymocowaną na konsolce U504; c) korytka ułożone poziomo z 1 warstwą przewodów i puszką umocowaną paskiem stalowym.[4]

1 – korytka, 2 – przewód, 3 – śruba M6, 4 – nakrętka M6, 5 – podkładka okrągła  $f$  6,5 mm, 6 – pokrywa korytka, 7 – odgałęźnik instalacyjny, 8 – konsolka U504, 9 – płaskownik perforowany U212, 10 – pasek stalowy U502, 11 – końcówka kablowa, 12 – przewód ochronny, 13 – podkładka sprężysta  $f$  6,1 mm

Zasady prowadzenia przewodów w rurach [2]:

- w pomieszczeniach zapyłonych, wilgotnych, z wyziewami żrącymi i niebezpiecznych pod względem pożarowym należy stosować osprzęt szczelny,
- rury należy układać w sposób uniemożliwiający zbieranie się w nich wilgoci – należy je instalować z niewielkim spadkiem,
- końce rur nie wprowadzone do puszek i przyrządów należy zaopatrzyć w tulejki,
- rur winidurowych nie należy stosować na zewnątrz pomieszczeń ze względu na ich kruchość w temperaturze poniżej  $-5^{\circ}\text{C}$  i zbyt miękką w temperaturze powyżej  $55^{\circ}\text{C}$ ,
- rur stalowych nie należy stosować w pomieszczeniach o wyziewach żrących,
- we wspólnej rurze można umieszczać przewody należące do tego samego obwodu – z wyjątkiem różnych obwodów należących do tej samej maszyny oraz obwodów sterujących,
- wszelkie połączenia przewodów można wykonać tylko w puszkach rozgałęźnych.

Osprzęt odgałęźny

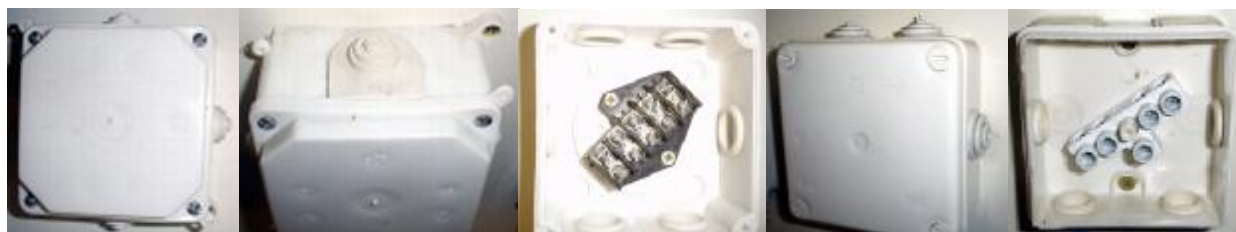
Łączenie przewodów i wykonywanie odgałęzień wykonuje się w puszkach instalacyjnych lub gniazdach odgałęźnych.

- Instalacje wtynkowe z przewodami wtynkowymi – puszki „uniwersalne” z zaciskami i szczękami stykowymi.
- Instalacje podtynkowe – puszki rozgałęźne z tworzyw sztucznych o średnicy 70 mm (rys. 3).



**Rys. 3.** Puszki rozgałęźne do instalacji podtynkowych

- Instalacje wykonywane przewodami kabelkowymi na uchwytych i w korytkach – puszki odgałęźne bakelitowe kroploszczelne 2-, 3- lub 4-wylotowe (rys. 4).



**Rys. 4.** Puszki odgałęźne kroploszczelne

- Instalacje wykonywane w rurach winidurowych – puszki winidurowe PO i POh, nadające się do wklejania rur lub puszki żeliwne i ze stopów lekkich przeznaczone do instalacji w rurach stalowych o nagwintowanych otworach wylotowych, co umożliwi uzyskanie szczelnej instalacji przez wkręcenie rur.



**Rys. 5.** Puszki żeliwne

- Wewnętrzne linie zasilające – odgałęzienia wykonuje się za pomocą gniazd piętrowych odgałęźnych, przystosowanych do plombowania.



**Rys. 6.** Gniazda odgałężne piętrowe

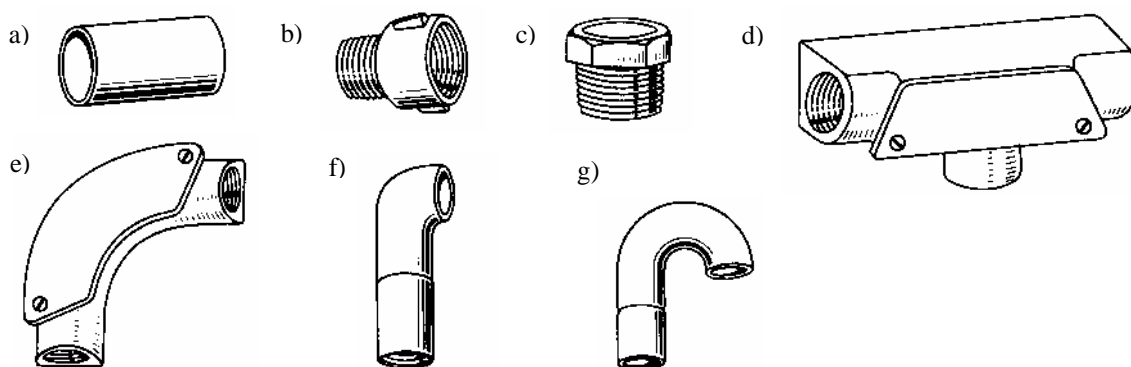
### Sprzęt do łączenia, zakańczania i mocowania

Rury stalowe stosuje się wraz z odpowiednim osprzętem żeliwnym (rys. 7), do którego należą m.in.: puszkę, łączniki, uchwyty, złączki, odgałęźniki, kątowniki, gniazda itp.

Rury instalacyjne łączy się za pomocą złączki wykonanej z odcinka rury. Zmianę kierunku ułożenia rury uzyskuje się przez zastosowanie kątników, a w przypadku rur z tworzyw sztucznych ułożonych pod tynkiem łuki wykonuje się z rur elastycznych karbowanych RKLK.

Łączenie rur z tworzyw sztucznych wykonuje się dwoma sposobami:

- jako przelotowe, za pomocą złączek dwukielichowych,
- jako łączenie jednokielichowe.



**Rys. 7.** Osprzęt do rur stalowych: a) złączka, b) wkrętka redukcyjna do puszek, c) wkrętka dławikowa do puszek, d) odgałęźnik kontrolny, e) kątnik kontrolny, f) półfajka, g) fajka [2]

Do mocowania przewodów kabelkowych układanych na tynku stosuje się uchwyty lub opaski zaciskowe, rur stalowych – uchwyty do rur stalowych, rur z tworzyw sztucznych – uchwyty winidurowe sprężyste lub uchwyty do rur stalowych. Rury winidurowe powinny mieć możliwość przesuwania się w uchwytach ze względu na dużą rozszerzalność cieplną.

Do łączenia przewodów i wykonywania odgałęzień stosuje się:

- listwy zaciskowe,
- zaciski i szczęki stykowe, stosowane w puszkach uniwersalnych.

### 4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie elementy wchodzi w skład instalacji elektrycznej?
2. Jak dzielimy instalacje elektryczne ze względu na sposób prowadzenia przewodów?
3. Jakie znasz rodzaje rur instalacyjnych?
4. Jaka kolejność robót powinna być zachowana przy montażu instalacji?
5. Co to jest osprzęt instalacyjny?
6. Jak mogą być prowadzone instalacje natynkowe?
7. Jaki znasz osprzęt odgałęźny i w jakich instalacjach jest on stosowany?
8. Jaki osprzęt stosuje się do rur stalowych i do czego on służy?

### 4.1.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Spośród elementów znajdujących się w pojemniku wybierz elementy instalacji elektrycznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przypomnieć sobie, jakie elementy wchodzi w skład instalacji elektrycznej,
- 2) wybrać z pojemnika elementy instalacji elektrycznej,
- 3) zaprezentować kolegom wybrane elementy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- pojemnik zawierający: puszki instalacyjne, ręczne łączniki instalacyjne, gniazda wtyczkowe, krótkie odcinki rur instalacyjnych, korytek i listew przyściennych, transformator, mały silniczek elektryczny, uchwyty do rur i paski zaciskowe itp.
- poradnik dla ucznia, inna literatura,
- arkusze papieru format A4.

#### Ćwiczenie 2

Rozpoznaj na podstawie wyglądu zewnętrznego rodzaje puszek instalacyjnych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przypomnieć sobie, jaką rolę w instalacji elektrycznej pełnią puszki instalacyjne,
- 2) wskazać puszki instalacyjne, określić typ i podać zastosowanie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- gabłota z osprzętem instalacyjnym,
- arkusze papieru format A4 i przybory do pisania,
- literatura: np. poradnik dla ucznia,
- katalogi osprzętu instalacyjnego.

### Ćwiczenie 3

Rozpoznaj na podstawie wyglądu zewnętrznego osprzęt do rur stalowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie, co zaliczamy do osprzętu do rur stalowych,
- 2) przyjrzeć się uważnie elementom umieszczonym w gablocie,
- 3) wybrać osprzęt do rur stalowych, wskazać wybrane elementy i nazwać je.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- gablota z osprzętem do rur, korytek, przewodów kabelkowych itp.,
- arkusze papieru format A4 i przybory do pisania.

### Ćwiczenie 4

Rozpoznaj na podstawie wyglądu zewnętrznego osprzęt stosowany w instalacji elektrycznej natynkowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przyjrzeć się uważnie elementom umieszczonym na planszy (na rysunku),
- 2) wskazać i nazwać osprzęt stosowany w instalacji natynkowej.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza, gablota lub fotografie osprzętu do prowadzenia instalacji natynkowej,
- arkusze papieru format A4 i przybory do pisania.

#### 4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić elementy wchodzące w skład instalacji elektrycznej?	£	£
2) dokonać podziału instalacji elektrycznych ze względu na sposób prowadzenia przewodów?	£	£
3) wymienić rodzaje rur instalacyjnych?	£	£
4) wymienić kolejność czynności przy montażu instalacji?	£	£
5) określić co to jest osprzęt instalacyjny?	£	£
6) opisać sposoby prowadzenia instalacji natynkowych?	£	£
7) rozróżnić na podstawie wyglądu zewnętrznego podstawowy osprzęt odgałęźny oraz do łączenia i mocowania?	£	£

## 4.2. Łączniki niskiego napięcia

### 4.2.1. Materiał nauczania

Rodzaje łączników niskiego napięcia

Łączniki służą do załączania i wyłączania urządzeń oraz uzyskania odpowiedniego układu połączeń sieci i instalacji elektrycznych.

Do podstawowych elementów budowy łączników należą:

- zestyki,
- układ napędowy,
- układ gaszenia łuku (nie we wszystkich),
- izolacja.

Najistotniejsze parametry znamionowe łączników to:

- napięcie znamionowe – odpowiadające napięciu znamionowemu obwodu, w którym można dokonywać łączeń,
- prąd znamionowy ciągły – największa znormalizowana wartość natężenia prądu, jaki może długotrwale przepływać przez części przewodzące łącznika nie powodując przekroczenia dopuszczalnej temperatury,
- zdolność łączeniowa – największa wartość natężenia prądu w obwodzie, który można wyłączyć łącznikiem bez jego uszkodzenia,
- znamionowa częstotliwość łączeń – największa liczba cykli „załącz-wyłącz” lub przełączeń w ciągu godziny, na którą został zbudowany łącznik,
- wytrzymałość zwarciova – określona jako największy prąd zwarciovy, który może przepływać przez łącznik nie powodując uszkodzeń mechanicznych (wytrzymałość elektrodynamiczna) i przekroczenia granicznej temperatury dopuszczalnej przy zwarciach (wytrzymałość cieplna).

Ze względu na przeznaczenie łączniki dzielimy na:

- instalacyjne,
- przemysłowe.

Ze względu na miejsce zainstalowania łączniki dzielimy na:

- główne,
- pomocnicze.

Ze względu na możliwości wyłączania określonych prądów łączniki dzielimy na:

- odłączniki – stanowią widoczną przerwę w obwodzie,
- rozłączniki – wyłączają prądy robocze,
- wyłączniki – wyłączają prądy zwarciove.

Ze względu na rodzaj napędu uruchamiającego łącznik dzielimy je na:

- ręczne,
- automatyczne.

Łączniki ręczne dzielimy na:

- instalacyjne,
- wtyczkowe,
- warstwowe,
- drażkowe,
- przyciski.

Łączniki automatyczne dzielimy na:

- wyłączniki,
- styczniki,
- łączniki bezstykowe,
- bezpieczniki.



## Ręczne łączniki instalacyjne – rodzaje i układy pracy

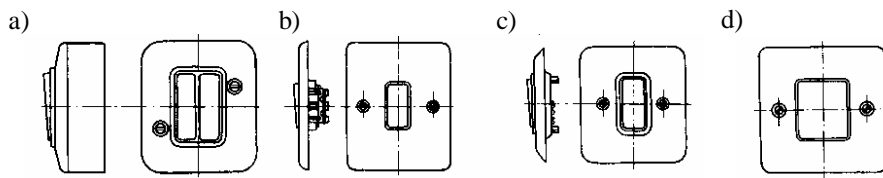
Łączniki instalacyjne są stosowane w instalacjach mieszkaniowych i przemysłowych. W zależności od sposobu instalowania rozróżnia się łączniki:

- natynkowe,
- podtynkowe,
- natynkowo-wtynkowe.

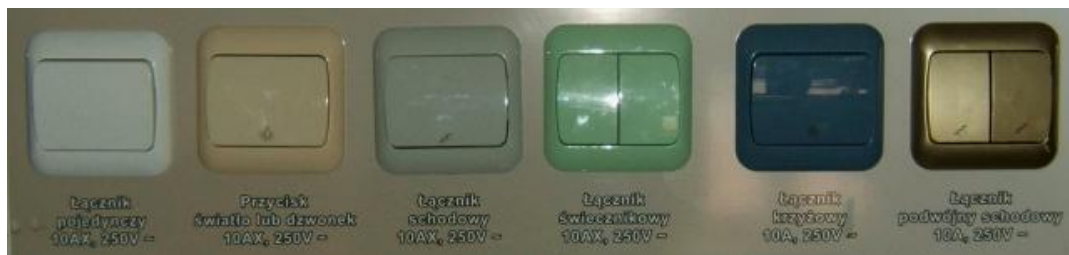
W zależności od budowy rozróżnia się łączniki:

- pokrętne – obecnie już nie produkuje się,
- kołyskowe – zwane klawiszowymi,
- przyciskowe.

Ręczne łączniki instalacyjne są budowane na prądy 6 A, 10 A i 16 A. Łączniki natynkowe produkowane są w obudowie nakładanej na przymocowany do podłoża łącznik. Łączniki podtynkowe i natynkowo-wtynkowe są mocowane w puszkach umieszczonych w tynku lub murze, bądź przyklejane do podłoża i stąd ich nazwa druga – łączniki puszkowe.



Rys. 8. Ręczne łączniki instalacyjne: a) klawiszowy natynkowy, b) klawiszowy podtynkowy, c), d) klawiszowe szczękowe natynkowo-wtynkowe [2]

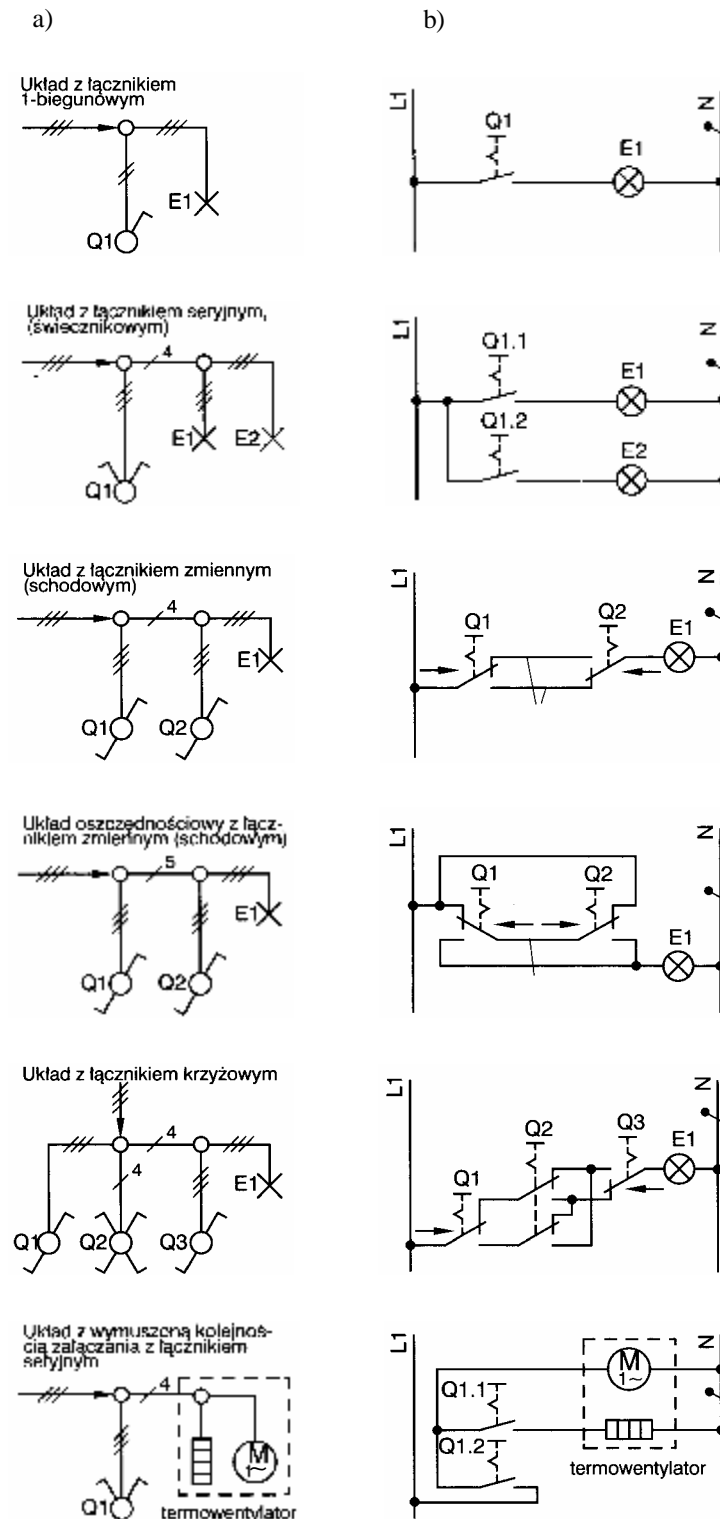


Rys. 9. Ręczne łączniki instalacyjne klawiszowe obecnie produkowane



Rys. 10. Łączniki instalacyjne bryzgoszczelne

Podstawowe układy pracy oraz symbol na planie ręcznych łączników instalacyjnych przedstawia rysunek 11.



**Rys. 11.** Układy pracy łączników instalacyjnych: a) schemat ideowy, b) schemat ideowy rozwinięty [4]

## Łączniki wtykowe (złącza wtykowe)

Łączniki wtykowy składa się z gniazda wtykowego i wtyczki. Łączniki te służą do załączania do sieci odbiorników przenośnych. Styki złącza wtykowego nazywane są biegunami. Trójbiegunowe złącze wtykowe napięcia jednofazowego ma jeden styk fazowy L, jeden styk przewodu neutralnego (N) i jeden przewodu ochronnego (PE). Spotyka się coraz częściej gniazda wtykowe ze stykiem ochronnym jako dwubiegunowe, gdzie połączenie ze stykiem ochronnym uzyskuje się poprzez sprężysty styk czarny. Pięciobiegunowe złącze wtykowe napięcia trójfazowego ma trzy styki fazowe (L1, L2, L3), jeden styk przewodu neutralnego (N) i jeden przewodu ochronnego (PE). Łączniki wtykowe należy instalować tak, aby napięcie sieciowe występowało tylko na stykach łącznika.

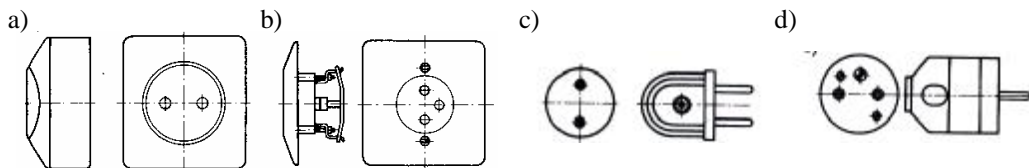
Łączniki wtykowe wykonuje się jako:

- naścienne (rys. 12a, b),
- kołnierzowe,
- do przewodu zasilającego urządzenie.

Gniazda łączników naściennych podobnie jak łączniki instalacyjne dzieli się na:

- natynkowe (rys. 12a),
- podtynkowe (rys. 12b),
- natynkowo-wtynkowe.

Gniazda wtykowe produkowane są na napięcia znamionowe 250, 400 i 500 V oraz prądy znamionowe 10, 16, 32 i 60 A. Wtyczki produkowane są na prądy znamionowe 2, 5, 6, 10, 32 i 60 A. W pomieszczeniach o zwiększonym niebezpieczeństwie stosuje się gniazda ze stykiem ochronnym (rys. 12b). Styk ten służy do uziemienia lub zerowania przyłączonych do gniazd odbiorników. Produkowane są gniazda ze stykami kołkowymi lub bocznymi (gniazda trójfazowe) i odpowiednie do nich wtyczki.



**Rys. 12.** Gniazda wtykowe i wtyczki jednofazowe: a) gniazdo 2-biegunowe natynkowe, b) gniazdo 2-biegunowe podtynkowe z kołkowym stykiem ochronnym, c) wtyczka bez styku ochronnego, d) wtyczka ze stykiem ochronnym [1]

Łączniki wtykowe bez styku ochronnego stosuje się do zasilania urządzeń III klasy ochronności lub przy obniżonym napięciu. Do urządzeń o przewodzącej obudowie stosuje się łączniki wtykowe ze stykiem ochronnym.

Wtyczek o prądach znamionowych powyżej 10 A nie wolno wykorzystywać do wyłączania odbiornika, ze względu na niebezpieczeństwo powstania łuku elektrycznego, co stwarza niebezpieczeństwa: porażenia, poparzenia a także pożaru.

Kryteria wyboru łącznika wtykowego:

- rodzaj prądu: stały czy przemienny: jedno lub trójfazowy,
- napięcie znamionowe sieci zasilającej,
- czynniki środowiskowe: suche, wilgotne, temperatura pracy itp.,
- rodzaj wykonania: na tynku, pod tynkiem itp.,
- przepisy dopuszczające stosowanie danego łącznika.

Wtyczka ze stykiem ochronnym nie powinna być stosowana z gniazdem bez styku ochronnego, ponieważ odłączony jest przewód ochronny i nie ma odpowiedniej ochrony.



Rys. 13. Gniazda wtykowe i wtyczki



Rys. 14. Osprzęt jednofazowy i gumowy

## Łączniki warstwowe i drążkowe

Łączniki warstwowe są stosowane na niewielkie prądy znamionowe.

Budowa:

- oś z mechanizmem przerzutowym,
- przegrody izolacyjne,
- nieruchome i ruchome styki szczękowe.

Typowe łączniki warstwowe mają cztery położenia pokręta, co przy kilku warstwach daje bardzo duże możliwości manewrowe. Styki nieruchome (stałe) wykonane są z miedzi, natomiast styki ruchome z brązu charakteryzującego się dobrą sprężystością. Przełączanie odbywa się migowo dzięki zastosowaniu sprężyny.

Łączniki warstwowe mogą być produkowane w trzech wykonaniach:

- bez obudowy, do wbudowania w urządzenie,
- bez obudowy, jako zatablicowe,
- umieszczone w obudowach, do zamontowania na urządzeniu lub na ścianie.

Zastosowanie łączników warstwowych:

- rozdzielnice – jako rozłączniki i przełączniki w poszczególnych maszynach,
- układy sterowania – przełącznik „gwiazda-trójkąt”, sterowanie „prawo-lewo”,
- instalacje oświetleniowe i kolejnictwo.

Łączniki drążkowe są najczęściej instalowane za osłonami tablic rozdzielczych lub rozdzielnic szafowych i stąd ich inna nazwa łączniki tablicowe. Ze względu na rodzaj styków dzielą się na:

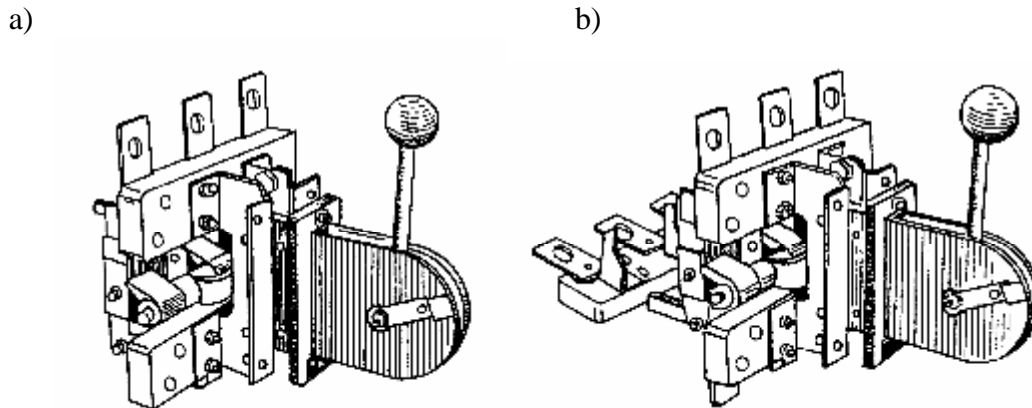
- drążkowe nożowe – styki ruchome w postaci noży wchodzi w szczękowe styki stałe,
- drążkowe dociskowe – mają układ styków na docisk.

Łączniki drążkowe bez komór gaszeniowych stosowane są jako odłączniki, natomiast łączniki z komorami gaszącymi mogą być wykorzystywane do wyłączania prądów roboczych jako rozłączniki.

## Łączniki izolacyjne, rozłączniki i przełączniki zatablicowe

Łączniki izolacyjne służą do otwierania obwodu (stanowią widoczną przerwę – odłączniki) lub jego przełączania w stanie beznapięciowym (gdy nie płynie prąd w obwodzie) bądź przy przepływie prądu o małej wartości (prądów stanu jałowego). Są to łączniki drążkowe nożowe o napędzie ręcznym stosowane w rozdzielnicach przemysłowych niskiego napięcia. Budowane są na prądy znamionowe 400, 600, 1000 i 1500 A. W Polsce produkowane i stosowane są:

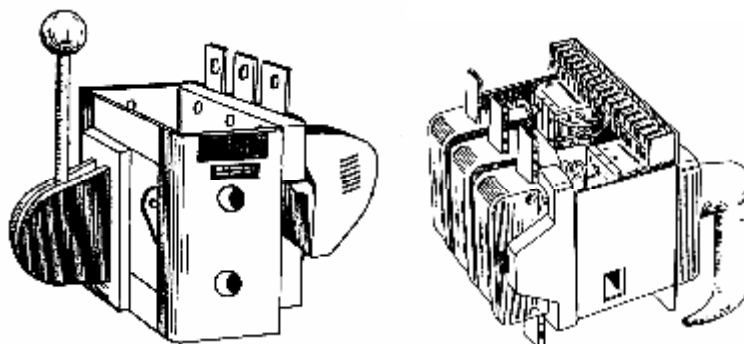
- przełączniki ręczne zatablicowe typu PZk (rys. 15b),
- odłączniki ręczne zatablicowe typu OZk (rys. 15a).



**Rys. 15.** Łączniki izolacyjne: a) odłącznik ręczny zatablicowy typu OZk, b) przełącznik ręczny zatablicowy typu PZk [7]

Do załączania i wyłączenia obwodów, w których wartość natężenia prądu nie przekracza znamionowego prądu ciągłego łącznika, służą rozłączniki. Styki tych łączników są w otoczeniu komór ułatwiających gaszenie łuku elektrycznego. Produkowane są m.in. rozłączniki:

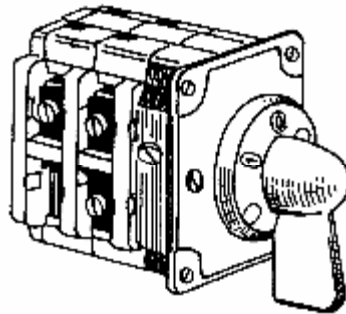
- zatablicowe typu ŁOZ (rys. 16a) – produkowane są jako 2- i 3-biegunowe, na napięcie 500 V i prądy znamionowe 100 i 250 A,
- zatablicowe typu ŁPZ – produkowane są jako 2- i 3-biegunowe, na napięcie 500 V i prądy znamionowe 100 i 250 A,
- dwuprzerwowe typu LO (rys. 16b) – produkowane są jako 3-biegunowe ze stykami dociskowymi, na napięcie 660 V i prądy znamionowe 160 ÷ 630 A,
- bezpiecznikowe typu R 300 – są dodatkowo wyposażone w bezpieczniki topikowe i lampki sygnalizacyjne, produkowane jako 1- i 3-biegunowe z nierozłączalnym lub rozłączalnym biegunem neutralnym na prądy znamionowe do 63 A.



**Rys. 16.** Rozłączniki: a) rozłącznik nożowy zatablicowy typu ŁOZ, b) rozłącznik manewrowy typu LO [7]

W łącznikach typu nożowego, prędkość ruchu styków podczas czynności manewrowych zależy od prędkości ruchu dźwigni. Do rozłączania obwodów przy prądach znamionowych do 200 i 400 A stosuje się rozłączniki ŁB wyposażone dodatkowo w bezpieczniki, w których rozłączanie styków odbywa się migowo z prędkością niezależną od prędkości ruchu dźwigni.

Do grupy łączników ręcznych, produkowanych również w wykonaniu zatablicowym otwartym, należą łączniki krzywkowe przeznaczone do załączania i wyłączenia prądów roboczych występujących przy łączeniu i sterowaniu silników oraz innych odbiorników elektrycznych (głównie urządzeń grzejnych). Produkowane są łączniki krzywkowe typu : ŁK 15, ŁUK 25 (rys. 17), ŁUK 40 i ŁUK 63 w różnych wersjach (zatablicowe otwarte, natablicowe otwarte i w obudowie).



Rys. 17. Wyłącznik typu ŁUK 25 w wykonaniu zatablicowym otwartym

## Styczniki

Styczniki są łącznikami, w których styki ruchome są utrzymywane w położeniu wymuszonym pod wpływem siły zewnętrznej. Są przeznaczone do manewrowego załączania i wyłączania prądów roboczych w przypadku wymaganej dużej liczby łączy. Stosowane są głównie w układach sterowania pracą silników w układach napędowych. Ze względu na niewielką wytrzymałość zwarciovą muszą współpracować z bezpiecznikami.

Ze względu na siłę zewnętrzną stanowiącą napęd stycznika rozróżniamy styczniki:

- elektromagnesowe,
- pneumatyczne.

Ze względu na rodzaj prądu rozróżniamy styczniki:

- prądu stałego,
- prądu przemiennego.

Ze względu na położenie styków rozróżnia się styczniki:

- zwierne,
- rozwierne,
- zwierno-rozwierne.

W zależności od środowiska, w jakim pracują styki, styczniki można podzielić na:

- suche,
- olejowe.

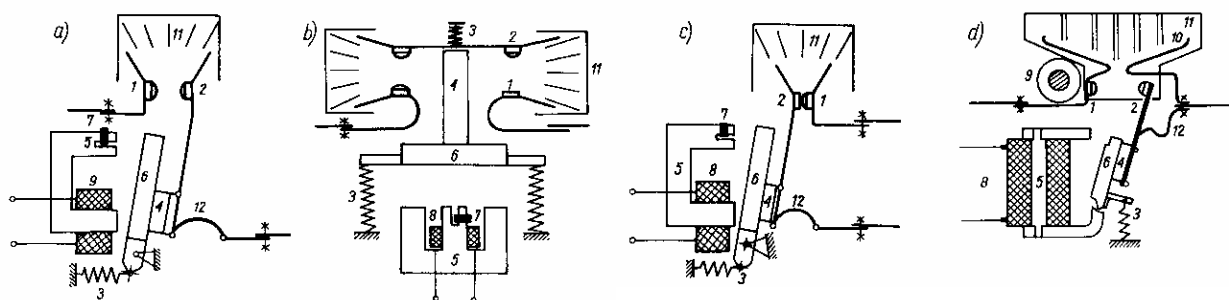
W praktyce najczęściej stosowane są styczniki elektromagnesowe.

Podstawowe elementy budowy stycznika elektromagnesowego (rys.18):

- styki nieruchome i ruchome, tworzące zestyki główne i pomocnicze,
- elektromagnes napędowy,
- sprężyny zwrotne,
- komory gaszeniowe.

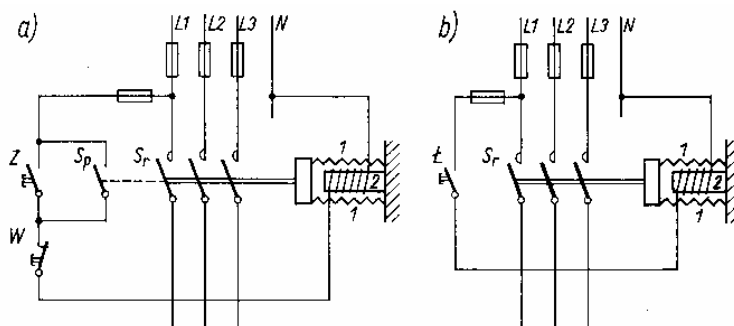
Przy prądzie stałym jest trudniejsze gaszenie łuku elektrycznego powstającego podczas otwierania styków i dlatego styczniki prądu stałego mają bardziej rozbudowane komory gaszeniowe i dodatkowy wydmuch elektromagnetyczny za pomocą cewki wydmuchowej.

Zasadę działania stycznika przedstawia rys. 19a. W położeniu pokazanym na rysunku styki są rozwarte i pozostają w tym położeniu pod wpływem sił zewnętrznych wytwarzanych przez sprężyny 1. Po naciśnięciu przycisku załączającego Z przez uzwojenie cewki 2 popłynie prąd, wytwarzając pole magnetyczne, co spowoduje przyciągnięcie zwory i zamknięcie zestyków roboczych  $S_r$  i sprężonego z nimi zestyku pomocniczego zwrotnego  $S_p$ . Po zamknięciu zestyków przycisk Z można puścić, gdyż jest on bocznikowany przez zestyk  $S_p$ . Przyciśnięcie przycisku W spowoduje przerwanie obwodu elektromagnesu i wyłączenie stycznika.



**Rys. 18.** Schematy budowy styczników [1]: a) stycznik jednoprzewodowy prądu przemiennego, b) stycznik dwuprzewodowy prądu przemiennego, c) stycznik ze stykiem rozwiernym prądu przemiennego – przerywnik, d) stycznik jednoprzewodowy prądu stałego.

1 – styk stały, 2 – styk ruchomy, 3 – sprężyna, 4 – element izolacyjny, 5 – rdzeń, 6 – zwora, 7 – zwój zwarty, 8 – cewka elektromagnesu, 9 – cewka wydmuchowa, 10 – rożki wydmuchowe, 11 – komora gaszeniowa, 12 – połączenie podatne



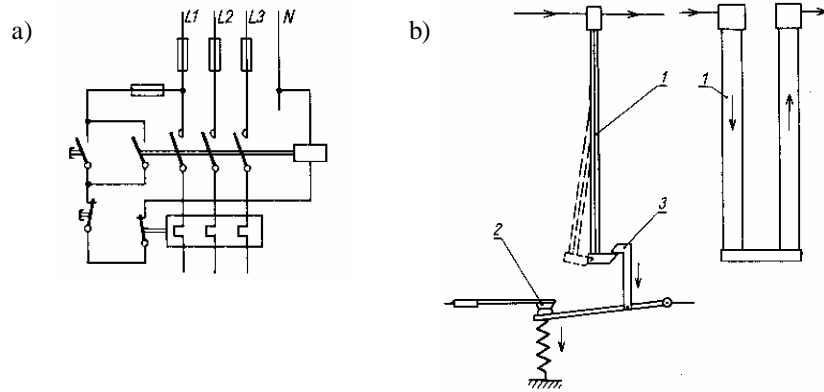
**Rys. 19.** Podstawowe układy sterowania stycznika elektromagnesowego [2]: a) sterowany impulsem – układ z podtrzymaniem, b) sterowany sygnałem ciągłym

Z – przycisk załączający, W – przycisk wyłączający,  $S_r$  – styki robocze,  $S_p$  – styki pomocnicze, Ł – łącznik jednobiegunowy, 1 – sprężyna, 2 – elektromagnes.

## Przełączniki termiczne

Przełączniki termiczne chronią odbiorniki energii elektrycznej przed skutkami przeciążeń. Elementy termiczne przełącznika są nagrzewane z głównego obwodu prądowego bezpośrednio lub za pośrednictwem przekładników prądowych. Przełączniki termiczne włączają się najczęściej w obwód sterowania (rys. 20a).

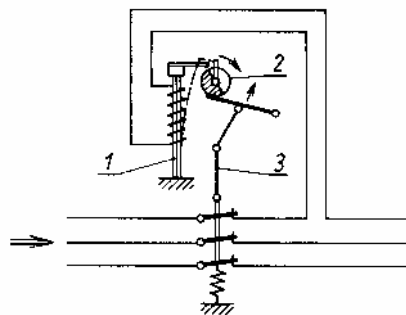
Bimetal składa się z dwóch metalowych pasków o różnej rozszerzalności cieplnej połączonych na całej długości. Podczas przepływu prądu o natężeniu przekraczającym wartość nastawioną, pasek nagrzewa się i odkształca w kierunku metalu o mniejszej rozszerzalności cieplnej rozwierając zestyk, co powoduje przerwę w obwodzie sterowania i wyłączenie stycznika.



**Rys. 20.** Przekaznik termiczny – termobimetalowy: a) sposób włączenia w obwód sterowania, b) budowa [2]  
1 – bimetal (dwumetalowy pasek), 2 – zestyk rozwierny, 3 – zatrask zestyku

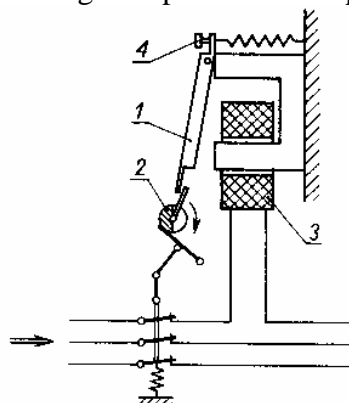
### Wyzwalacze termiczne i elektromagnetyczne

Budowę wyzwalacza termicznego przedstawia rys. 21. Wyzwalacze termiczne działają na takiej samej zasadzie jak przekaźniki termobimetalowe, ale w odróżnieniu od przekaźników działają bezpośrednio na zamek wyłącznika a nie na obwód sterowania. Działają one ze zwłoką tym mniejszą, im większe jest natężenie płynącego prądu. Nie nadają się zatem do zabezpieczeń zwarciovych, gdzie jest konieczne działanie natychmiastowe.



**Rys. 21.** Wyzwalacz termiczny [2]: 1 – bimetal, 2 – zapadka, 3 – fragment sprężyna

Budowę wyzwalacza elektromagnetycznego przedstawia rys. 22. Cewka elektromagnesu może być włączona do obwodu głównego bezpośrednio lub przez przekaźnik.



**Rys. 22.** Wyzwalacz elektromagnetyczny [2]: 1 – zwora elektromagnesu, 2 – zapadka zamka, 3 – cewka włączona szeregowo w obwód prądowy, 4 – pokrętło regulacyjne naciągu sprężyny



Zwiększenie prądu cewki ponad wartość nastawioną, na skutek przeciążenia lub zwarcia, powoduje przyciągnięcie ruchomej zwory i obrót zapadki zamka, co spowoduje otwarcie styków wyłącznika i przerwę w obwodzie głównym. Prąd zadziałania jest nastawiany przez regulację naciągu sprężyny lub szerokości szczeliny między elektromagnesem i zworą. Czas zadziałania wyzwalacza jest rzędu 0,02 s. Wyzwalacze elektromagnetyczne stosowane są jako zabezpieczenia przeciążeniowe bezzwłoczne lub zwarciove.

## Bezpieczniki topikowe

Bezpieczniki są łącznikami przeznaczonymi do jednorazowego zadziałania. Są najsłabszym elementem w instalacjach i aparatach elektrycznych. Podczas przepływu nadmiernego prądu ulegają „uszkodzeniu” wyłączając obwód, chroniąc tym samym pozostałe urządzenia. „Uszkodzenie” bezpiecznika polega na stopieniu się topika w wymiennej wkładce topikowej. Bezpieczniki są najprostszym i najtańszym sposobem zabezpieczenia przed skutkami zwarć i przeciążeń.

Rozróżnia się bezpieczniki:

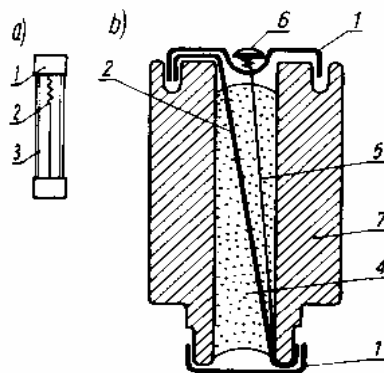
- aparatowe – służą do zabezpieczenia przyrządów i urządzeń elektronicznych,
- instalacyjne,
- przemysłowe (stacyjne),
- specjalne.

Niezależnie od rodzaju bezpiecznik składa się z:

- podstawy,
- wymiennej wkładki topikowej (rys. 23).

Bezpieczniki instalacyjne składają się z:

- podstawy,
- wstawki redukcyjnej, zwanej kalibrową, uniemożliwiającej wkręcenie do gniazda wkładki topikowej o większym prądzie zadziałania,
- wkładki topikowej (rys. 23),
- główki, służącej do mocowania w gnieździe wkładek.



**Rys. 23.** Budowa wkładki topikowej bezpiecznika [1]: a) aparatowego, b) instalacyjnego  
1 – styk, 2 – drut topikowy, 3 – rurka szklana, 4 – piasek kwarcowy, 5 – drut topikowy wskaźnikowy, 6 – wskaźnik zadziałania, 7 – osłona porcelanowa

Bezpieczniki instalacyjne mają element topikowy w postaci drutu umieszczonego w osłonie porcelanowej wypełnionej piaskiem kwarcowym. Piasek ułatwia gaszenie łuku elektrycznego, jaki zapala się w chwili stopienia drutu topikowego. Wkładki topikowe bezpieczników instalacyjnych budowane są na prądy znamionowe  $2 \div 200$  A i napięcia znamionowe 500 i 750 V. W zależności od wykonania rozróżnia się wkładki bezpiecznikowe:

- o działaniu szybkim – zabezpieczenia przewodów w instalacjach,
- o działaniu zwłocznym – zabezpieczenia silników i obwodów, w których mogą w normalnych warunkach wystąpić krótkotrwałe przeciążenia.

Bezpieczniki stacyjne stosowane są wyłącznie w przemyśle w instalacjach o dużych prądach roboczych i w których występują duże prądy zwarciove. Elementy topikowe wykonane są w postaci pasków, a w przypadku dużych prądów znamionowych wykonane z kilku pasków tworzących rodzaj kosza lub szerokiej taśmy z podłużnymi otworami i umieszczone w szklanej lub porcelanowej osłonie, w kształcie rury, wypełnionej piaskiem kwarcowym. Wkładki topikowe bezpieczników stacyjnych umieszcza się na podstawach jedno lub trójbiegunowych, o stykach szczękowych.

Bezpieczniki aparatowe są stosowane do zabezpieczania aparatów elektrycznych o niewielkim prądzie obciążenia (odbiorniki radiowe, telewizyjne, komputery). Wkładka topikowa jest wciskana do odpowiednich szczęk znajdujących się wewnątrz aparatu. Produkowane są na prądy znamionowe do 6,3 A i mają niewielką zdolność wyłączania.

Dobór bezpiecznika polega na ustaleniu:

- typu bezpiecznika,
- napięcia znamionowego  $U_N$ ,
- prądu znamionowego  $I_N$ ,
- rodzaju wkładki topikowej,
- znamionowego prądu wyłączalnego  $I_{Nws}$ .

Dobór prądu znamionowego wkładki zależy od rodzaju zabezpieczanych urządzeń. Prąd długotrwały obciążenia nie powinien przekraczać prądu znamionowego wkładki topikowej i należy uwzględnić selektywność zadziałania zabezpieczeń. Przy doborze wkładki należy również uwzględnić rodzaj instalacji i obciążalność długotrwałą przewodów. Rodzaj wkładki topikowej zależy od wartości i czasu trwania przeciążeń w zabezpieczanym urządzeniu, czy instalacji. W tym celu posługujemy się charakterystykami prądowo-czasowymi.

Zabezpieczenie zwarciove będzie prawidłowo dobrane, jeśli znamionowy prąd wyłączalny  $I_{Nws}$  wkładki będzie nieco większy od początkowego prądu zwarciovego  $I_p$  w miejscu zainstalowania bezpiecznika

$$I_{Nws} \geq I_p$$

## Wyłączniki instalacyjne nadprądowe

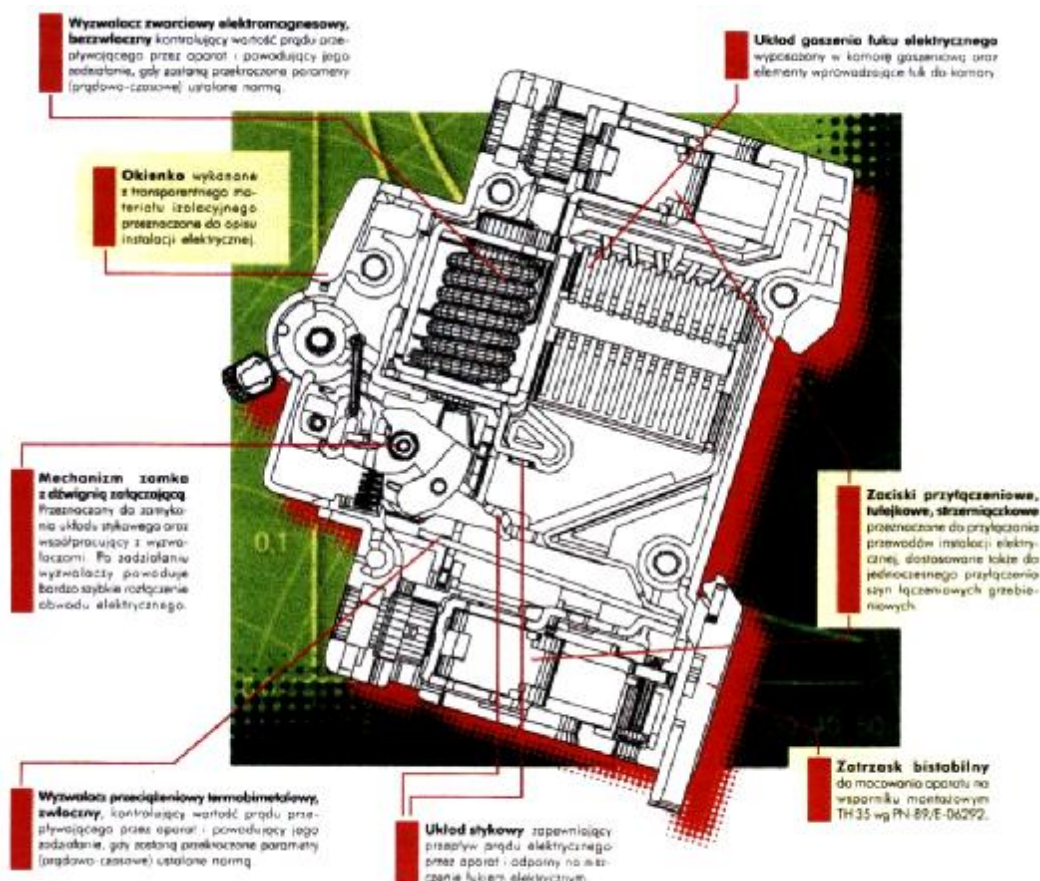
Wyłącznik nadprądowy jest aparatem elektromechanicznym, który przy określonych normą wartościach prądu płynącego przez niego musi rozłączyć obwód elektryczny. Wyłączniki instalacyjne nadmiarowe zastępują bezpieczniki topikowe w zakresie 6 ÷ 40 A.

Instalacyjne wyłączniki nadprądowe budowane są jako:

- wkrętkowe – do wkręcania w gniazdo bezpiecznikowe,
- tablicowe – do bezpośredniego zamocowania na tablicy licznikowej lub rozdzielczej.

Służą one do zabezpieczania obwodów, w instalacjach elektrycznych domowych i przemysłowych, od skutków przeciążeń i zwarć. Wyłączniki wkrętkowe typu S101 produkowane są w wersji do instalowania łącznie z gniazdem bezpiecznikowym E27. Wyłączniki zatablicowe typu S101 przeznaczone są do zastąpienia w konstrukcjach już istniejących, wkładki topikowej łącznie z główką bezpiecznikową. Wyłącznik wkrętkowy i zatablicowy może być wyłączany ręcznie przyciskiem lub samoczynnie za pomocą wyzwalacza termicznego albo elektromagnetycznego. Załączany jest ręcznie przyciskiem.

Od 1994 roku w Polsce produkowane są wyłączniki instalacyjne dźwigienkowe serii S190 (rys. 24) przeznaczone do zabezpieczenia instalacji domowych, przemysłowych oraz silników i urządzeń elektrycznych. Wyposażone są one w wyzwalacze termiczne i elektromagnesowe o standardowych charakterystykach B, C, D i różnym przeznaczeniu. Budowane są jako 1-, 2-, 3- i 4-biegunowe. Mogą być montowane za pomocą zatrzasków na wspornikach montażowych.

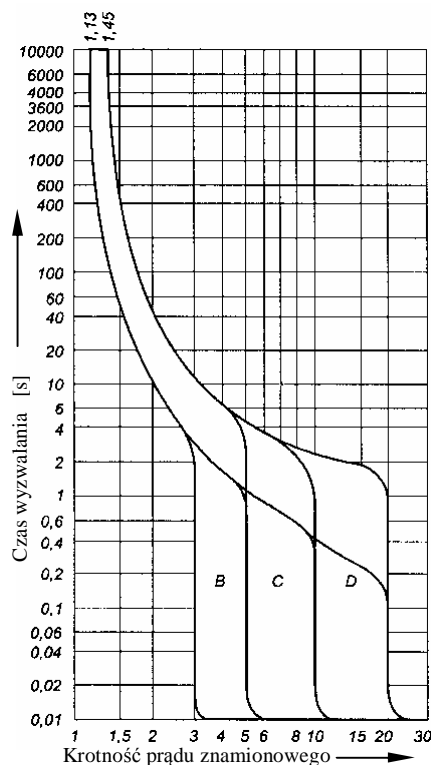


Rys. 24. Budowa wyłącznika instalacyjnego nadmiarowego z opisem roli podzespołów [katalog producenta]

Charakterystyki wyłączników instalacyjnych nadmiarowych dostosowane są do instalacji i urządzeń elektrycznych, które mają zabezpieczać.

W zależności od typu charakterystyk wyzwalaczy (rys. 25), wyłączniki te są stosowane:

- typu B – do zabezpieczenia przewodów i odbiorników oświetleniowych, gniazd wtykowych, sterowania;
- typu C – do zabezpieczenia transformatorów oraz instalacji zasilających silniki o przeciętnych warunkach rozruchu;
- typu D – do zabezpieczenia silników o ciężkim rozruchu oraz odbiorników pobierających duże prądy w chwili załączenia.



**Rys. 25.** Charakterystyki czasowo - prądowe  $t = f(I)$ , pasmowe wyłączników nadprądowych [1]

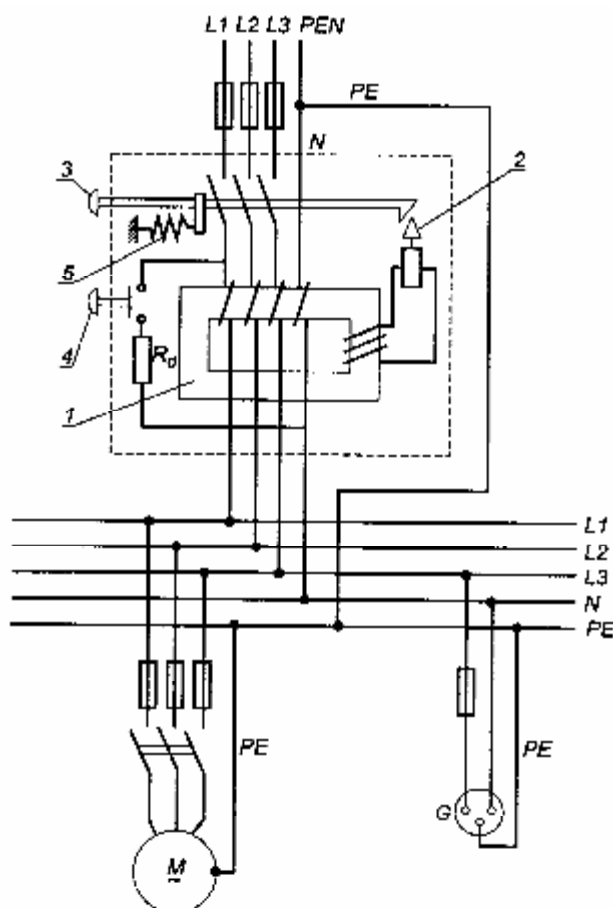
## Wyłączniki różnicowoprądowe

Wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowo-prądowe (rys. 26) są wyposażone w człon pomiarowy różnicowoprądowy oraz w człon wyłączający, powodujący samoczynne odłączenie zasilania w warunkach wystąpienia nadmiernego prądu doziemnego. Mogą być stosowane we wszystkich układach sieciowych (TN, TT, IT) niezależnie od ich napięcia znamionowego.

Głównym elementem wyłącznika różnicowoprądowego jest przekładnik Ferrantiego, którego zasada działania polega na kontrolowaniu sumy prądów płynących w obwodzie. Uszkodzenia wywołujące przepływ doziemnych prądów upływowych o wartościach większych niż prąd wyzwalania wyłączników, powodujące zagrożenie porażeniem, są przez wyłącznik wykrywane i obwody oraz urządzenia wyłączane. Wyłączniki te są tym bardziej czułe, im reagują na mniejsze prądy doziemienia. Powinny wyłączać w krótkim czasie (krótszym niż 0,2 s) odbiorniki, w których wystąpiło uszkodzenie izolacji.

W Polsce produkowane są wyłączniki różnicowoprądowe:

- dwubiegunowe P190 – bez wyzwalaczy nadprądowych, o prądzie znamionowym 16 i 40 A i napięciu 240 V,
- dwubiegunowe P191 – z wyzwalaczami nadprądowymi o charakterystykach B, C, D o prądach znamionowych 6 ÷ 32 A
- czterobiegunowe P400 – bez wyzwalaczy nadprądowych, o prądach znamionowych 25 ÷ 63 A o napięciu 400 V.



Rys. 26. Schemat wyłącznika różnicowoprądowego w układzie sieci TN [7]: 1 – przekładnik Ferrantiego, 2 – zapadka wyzwalacza, 3 – przycisk załączający, 4 – przycisk kontrolny, 5 – sprężyna wyłączająca, G – gniazdo wtyczkowe

Rozpowszechnione są dwie konstrukcje wyłączników różnicowoprądowych:

- o działaniu bezpośrednim – dzięki zastosowaniu przekładnika spolaryzowanego z małym magnesem trwałym uzyskano wysoką czułość działania wyłącznika bez zwiększenia masy i wymiarów przekładników sumujących,
- o działaniu pośrednim – zastosowano tutaj wzmacniacze elektroniczne, co pozwala na proste kształtowanie charakterystyk czasowo – prądowych – obecnie nie zalecane.

### Półprzewodnikowe łączniki bezstykowe

Półprzewodnikowe łączniki bezstykowe, nazywane łącznikami energoelektronicznymi, są urządzeniami służącymi do zamykania i otwierania obwodu elektrycznego. Podstawowym elementem łącznika są sterowalne zawory półprzewodnikowe, do których należą:

- tyrystor – konwencjonalny (rys. 27b) i wyłączalny prądem bramki GTO (rys. 27c),
- tranzystor – bipolarny, bipolarny z izolowaną bramką (rys. 27d), unipolarny.

Cechą charakterystyczną tych łączników jest brak styków a załączanie i wyłączenie obwodów polega na załączaniu i wyłączaniu tyrystorów lub tranzystorów. W układach elektrycznych najczęściej spotyka się energoelektroniczne łączniki tyrystorowe.

Zalety łączników bezstykowych:

- beziskrowe łączenie obwodów – nie występuje łuk elektryczny podczas czynności łączeniowych,
- duża szybkość działania,

- duża częstotliwość łączeń,
- duża trwałość,
- odporność na wstrząsy i drgania,
- możliwość pracy w środowiskach wilgotnych i o dużym zapyleniu.

Wady łączników energoelektronicznych to:

- brak galwanicznej przerwy w obwodzie a więc nie mogą pełnić roli odłączników,
- duża wrażliwość na przepięcia i prądy zwarciove.

Ze względu na rodzaj prądu łączniki energoelektroniczne dzielimy na:

- prądu stałego – mogą wyłączać prądy zwarciove,
- prądu przemiennego – nie wyłączają prądów zwarciowych.

Łączniki prądu stałego dzieli się na:

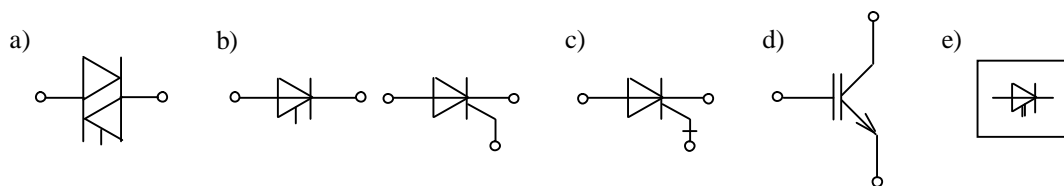
- łączniki okresowe,
- łączniki zwarciove.

Łączniki prądu przemiennego dzieli się na:

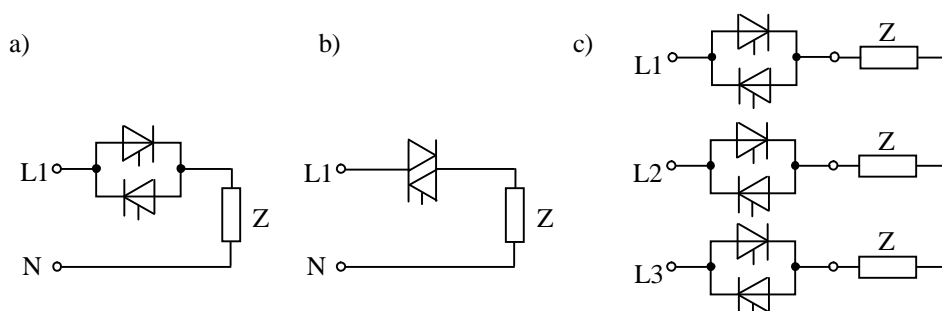
- łączniki jednofazowe,
- łączniki trójfazowe.

Zasada pracy łączników prądu stałego polega na cyklicznym załączaniu i przerywaniu obwodu prądu stałego. Są stosowane do sterowania silników prądu stałego głównie w trakcji elektrycznej oraz w wózkach akumulatorowych.

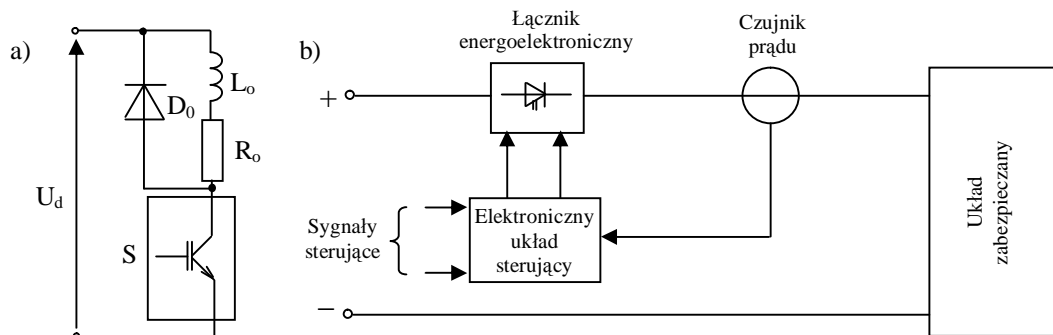
Łączniki tyrystorowe prądu przemiennego załącza się przez podanie na bramki tyrystorów impulsów wyzwalających a wyłącza przez zablokowanie impulsów wyzwalających i zmniejszeniu prądu przewodzenia poniżej prądu podtrzymania. Łączniki trójfazowe otrzymuje się w wyniku odpowiedniego skojarzenia trzech łączników jednofazowych (rys. 28c).



**Rys. 27.** Symbole graficzne: a) tyrystor triodowy dwukierunkowy – TRIAK, b) tyrystor triodowy SCR, c) tyrystor wyłączalny GTO, d) tranzystor bipolarny z izolowaną bramką IGBT, e) symbol ogólny łącznika energoelektronicznego tyrystorowego



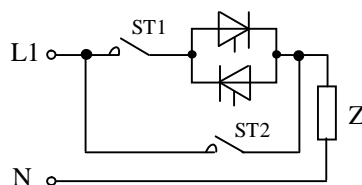
**Rys. 28.** Układy obwodów głównych łączników energoelektronicznych prądu przemiennego: a) łącznik jednofazowy w układzie odwrotnie równoległym, b) łącznik jednofazowy z triakiem, c) łącznik trójfazowy.



**Rys. 29.** Układy łączników energoelektronicznych prądu stałego [6]: a) łącznik tranzystorowy, b) schemat strukturalny szybkiego wyłącznika prądu zwarcowego

Szczególną grupę łączników stanowią łączniki hybrydowe (rys. 30), w których współpracują łączniki zestykowe z łącznikami energoelektronicznymi. Stosowane są w układach, które wymagają dużej trwałości łączy i niezawodności łączeniowej. Zaletą łączników hybrydowych jest:

- wyeliminowanie łuku elektrycznego, gdyż przerywanie obwodu roboczego następuje przez łączniki bezstykowe,
- zmniejszenie strat mocy w stanie przewodzenia, dzięki zbocznikowaniu łącznika tyrystorowego łącznikiem stykowym.



**Rys. 30.** Schemat łącznika hybrydowego

Załączanie obwodu za pomocą stycznika hybrydowego:

- 1 – tyrystory zablokowane, ST1 zamknięty;
- 2 – załączenie obwodu za pomocą tyrystora;
- 3 – zbocznikowanie tyrystora przez zamknięcie styku ST2.

Otwieranie stycznika hybrydowego:

- 1 – beznapięciowe otwarcie styku ST2;
- 2 – przerywanie obwodu przez zablokowanie tyrystora;
- 3 – bezprądowe otwarcie ST1.

#### 4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaką rolę w instalacjach elektrycznych pełnią łączniki?
2. Jakie są podstawowe parametry znamionowe łączników?
3. Według jakich kryteriów możemy sklasyfikować łączniki niskiego napięcia?
4. Według jakich kryteriów możemy sklasyfikować ręczne łączniki instalacyjne?
5. Jak dzielimy łączniki wtykowe?
6. Jakie są podstawowe elementy budowy łączników?
7. Jak są zbudowane podstawowe typy ręcznych łączników instalacyjnych?
8. Jakie są oznaczenia łączników stosowanych w instalacjach elektrycznych?

9. Jakie są podstawowe układy pracy ręcznych łączników instalacyjnych?
10. Jakie są symbole graficzne styków łączników instalacyjnych?
11. Jak na schematach montażowych oznacza się łączniki instalacyjne?
12. Jakie czynniki należy uwzględnić przy doborze rodzaju łącznika?
13. Jaka jest budowa i zasada działania stycznika?
14. Jaka jest budowa i zasada działania przekaźnika termicznego?
15. Jaka jest budowa i zasada działania wyzwalacza termicznego?
16. Jaka jest budowa i zasada działania wyzwalacza elektromagnetycznego?
17. Jaka jest budowa i zasada działania bezpiecznika topikowego?
18. Jak działa wyłącznik różnicowoprądowy?
19. Jakie elementy elektroniczne mogą pełnić rolę łączników bezstykowych?
20. Jakie zalety a jakie wady mają łączniki energoelektroniczne?
21. Według jakich kryteriów możemy podzielić łączniki energoelektroniczne?
22. Co to jest łącznik hybrydowy?
23. Jakie zagrożenia występują podczas montowania osprzętu w instalacjach elektrycznych?
24. Jakie kryteria należy uwzględnić przy doborze bezpieczników?

### 4.2.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Rozpoznaj na podstawie wyglądu zewnętrznego podstawowe rodzaje ręcznych łączników instalacyjnych i podaj ich rolę w instalacji elektrycznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie, jak wyglądają i jaką rolę w instalacji elektrycznej pełnią ręczne łączniki instalacyjne,
- 2) określić rodzaj łączników ręcznych instalacyjnych podanych na planszy,
- 3) wskazać łącznik w gablocie lub wybrać z pojemnika i podać jego zastosowanie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza z łącznikami ręcznymi instalacyjnymi,
- gablota lub pojemnik z łącznikami ręcznymi,
- arkusze papieru i przybory do pisania.

#### Ćwiczenie 2

Rozpoznaj na podstawie wyglądu zewnętrznego podstawowe rodzaje łączników automatycznych i podaj ich rolę w instalacji elektrycznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie, jak wyglądają i jaką rolę w instalacji elektrycznej pełnią łączniki automatyczne,
- 2) określić rodzaj łącznika podanego na planszy,
- 3) wskazać łącznik w gablocie lub wybrać z pojemnika i podać jego zastosowanie.



Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza z łącznikami automatycznymi,
- gablota lub pojemnik z łącznikami automatycznymi,
- arkusze papieru i przybory do pisania.

### Ćwiczenie 3

Rozpoznaj na schematach ideowych rodzaje łączników i podaj ich rolę w instalacji elektrycznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie symbole graficzne łączników stosowane na schematach instalacji elektrycznej,
- 2) przyjrzeć się uważnie schematom ideowym znajdującym się na stanowisku i określić rodzaj łącznika,
- 3) przeanalizować uważnie schemat układu i określić rolę łącznika w instalacji elektrycznej wykonanej na podstawie tego schematu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schematy ideowe podstawowych układów z ręcznymi łącznikami instalacyjnymi,
- literatura – np. poradnik dla ucznia.

### Ćwiczenie 4

Wykonaj montaż i połącz według schematu ideowego układ z łącznikiem seryjnym (świecznikowym) oraz sprawdź poprawność jego działania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować schemat układu znajdującego się na stanowisku,
- 2) wybrać spośród elementów wyposażenia stanowiska elementy niezbędne do wykonania zadania,
- 3) rozplanować na ścianie lub płycie rozmieszczenie elementów instalacji,
- 4) umieścić elementy na przygotowanym podłożu,
- 5) połączyć układ według schematu ideowego,
- 6) sprawdzić poprawność wykonania wykorzystując „wskaźnik” ciągłości połączenia,
- 7) zgłosić nauczycielowi wykonanie zadania,
- 8) po uzyskaniu pozwolenia załączyć napięcie i sprawdzić poprawność działania układu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- ściana lub płyta do wykonania instalacji,
- skrzynka monterska z wyposażeniem,
- łączniki i osprzęt do wykonania ćwiczenia,
- miernik uniwersalny,
- arkusze papieru A4 i przybory do pisania.

## Ćwiczenie 5

Połącz według schematu ideowego układ oszczędnościowy z łącznikiem zmiennym oraz sprawdź poprawność jego działania.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować schemat układu znajdującego się na stanowisku,
- 2) wybrać spośród elementów wyposażenia stanowiska elementy niezbędne do wykonania zadania,
- 3) połączyć układ według schematu ideowego,
- 4) sprawdzić poprawność wykonania wykorzystując „wskaźnik” ciągłości połączenia,
- 5) zgłosić nauczycielowi wykonanie zadania,
- 6) po uzyskaniu pozwolenia załączyć napięcie i sprawdzić poprawność działania układu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- ściana lub płyta do wykonania instalacji z zamontowanym osprzętem do wykonania ćwiczenia,
- pojemnik z łącznikami, przewodami, żarówkami,
- skrzynka monterska z wyposażeniem,
- miernik uniwersalny,
- arkusze papieru A4 i przybory do pisania.

## Ćwiczenie 6

Sprawdź poprawność działania wyłącznika instalacyjnego nadprądowego serii S190 o charakterystyce C dla wartości prądów 2,5 i 4-krotnie większych od prądu znamionowego.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z budową i konstrukcją wyłącznika znajdującego się na stanowisku,
- 2) sprawdzić poprawność działania zamka, włączając i wyłączając wyłącznik z pomocą przycisków,
- 3) zestawić układ pomiarowy według schematu znajdującego się na stanowisku,
- 4) obliczyć i zapisać wartości prądów, dla których będzie wykonywane badanie wyłącznika,
- 5) zgłosić nauczycielowi układ w celu sprawdzenia poprawności połączenia,
- 6) po załączeniu napięcia ustawić za pomocą autotransformatora i rezystora suwakowego obliczoną wartość prądu  $2,5 I_N$  i zmierzyć czas wyłączenia wyłącznika – pomiar wykonać 3-krotnie i wyznaczyć wartość średnią,
- 7) ustawić za pomocą autotransformatora i rezystora suwakowego obliczoną wartość prądu  $4 I_N$  i zmierzyć czas wyłączenia wyłącznika – pomiar wykonać 3-krotnie i wyznaczyć wartość średnią,
- 8) porównać otrzymane wyniki pomiarów i sformułować wnioski.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- płyta z zamontowanym wyłącznikiem i listwą zaciskową,
- autotransformator,
- transformator o prądzie znamionowym strony wtórnej przystosowanym do parametrów znamionowych badanego wyłącznika,

- woltomierz elektromagnetyczny, amperomierz elektromagnetyczny o zakresach przystosowanych do parametrów znamionowych wyłącznika,
- rezystor suwakowy o prądzie znamionowym przystosowanym do badanego wyłącznika,
- schemat układu pomiarowego,
- arkusze papieru A4 i przybory do pisania.

### Ćwiczenie 7

Wykonaj przedłużacz ze stykiem ochronnym.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wybrać złącze wtykowe i przewód zgodnie z zadanymi przez nauczyciela warunkami mechanicznymi albo termicznymi,
- 2) przygotować wymaganą długość przewodu dodając po około 2cm na wprowadzenie przewodu do wtyczki i gniazda,
- 3) odizolować ostrożnie żyły na wymaganą zaciskami długość (przewód żółto-zielony nieco dłuższy), zwracając uwagę aby nie uszkodzić drutów w przewodach wielodrutowych,
- 4) na odizolowane i skręcone końcówki żyły zaprasować tulejki kablowe,
- 5) podłączyć żyły zwracając uwagę, aby śruby w zaciskach były dobrze dokręcone,
- 6) założyć odciążkę i mocno dokręcić; płaszcz przewodu powinien wystawać poza odciążkę od 1 do 2 mm,
- 7) sprawdzić kolejność i poprawność przyłączenia żył,
- 8) ułożyć żyły w obudowie i założyć drugą część oprawki,
- 9) sprawdzić rezystancję przejścia żyły ochronnej i żył roboczych oraz rezystancję izolacji.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- co najmniej dwa typy przewodów,
- złącze wtykowe ze stykiem ochronnym i bez styku,
- skrzynka monterska z kompletem narzędzi,
- multimetr,
- arkusze papieru A4 i przybory do pisania.

#### 4.2.4. Sprawdzian postępów

<b>Czy potrafisz:</b>	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) wymienić funkcje łączników w instalacjach elektrycznych?	£	£
2) rozpoznać na podstawie wyglądu zewnętrznego oraz oznaczeń podstawowe typy łączników ?	£	£
3) odczytać schematy ideowe łączników i wyjaśnić ich działanie?	£	£
4) wyjaśnić na podstawie schematu ideowego pracę układów elektrycznych z łącznikami?	£	£
5) narysować na podstawie schematu ideowego, schemat montażowy instalacji elektrycznej?	£	£
6) dobrać rodzaj łącznika do określonych warunków pracy?	£	£
7) połączyć podstawowe układy z łącznikami instalacyjnymi na podstawie schematów ideowych i montażowych?	£	£
8) sprawdzić na podstawie oględzin i wyników przeprowadzonych pomiarów poprawność działania układów z łącznikami elektrycznymi?	£	£

9) wykonać połączenia przewodów w puszkach instalacyjnych?	£	£
10) podłączyć gniazda wtykowe jedno- i trójfazowe?	£	£
11) podłączyć wtyczki jednofazowe i wtyki trójfazowe?	£	£
12) zamontować bezpieczniki topikowe?	£	£
13) zamontować wyłącznik instalacyjny nadprądowy?	£	£
14) zamontować wyłącznik różnicowoprądowy?	£	£
15) zastosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony od porażień prądem elektrycznym, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska obowiązujące na stanowisku pracy?	£	£
16) dobrać prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej?	£	£

## 5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

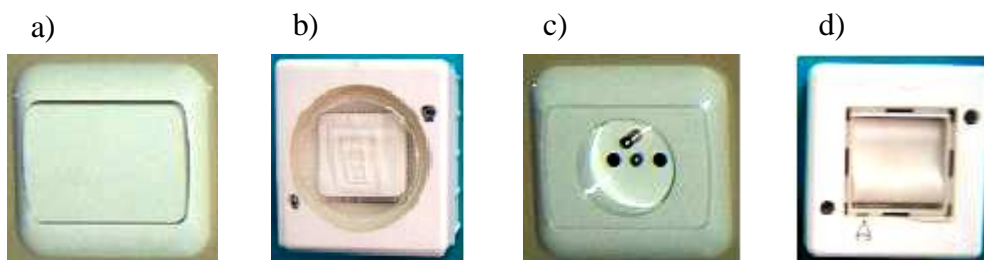
### INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tę czynność 5 minut. Jeżeli są wątpliwości zapytaj nauczyciela.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Przeczytaj uważnie każde polecenie zestawu zadań testowych, starając się dobrze zrozumieć jego treść.
4. Twoje zadanie polega na poprawnym rozwiązaniu 20 zadań o różnym stopniu trudności: Na rozwiązanie testu masz 40 minut.
5. Odpowiedzi udzielaj na karcie odpowiedzi. Zaczernij prostokąt z poprawną odpowiedzią. Jeśli uznasz, że pierwsza odpowiedź jest błędna, zakreśl ją kółkiem i zaznacz prawidłową.
6. Po zakończeniu rozwiązywania testu podnieś rękę i zaczekaj, aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

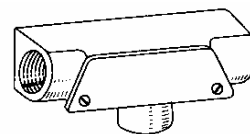
Powodzenia!

### ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

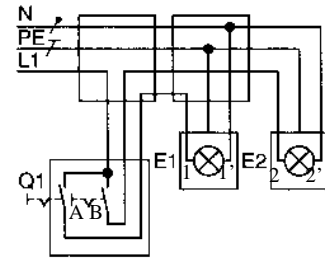
1. Łącznik pojedynczy, natynkowy, bryzgoszczelny przedstawia rysunek:



2. Odłączniki są to łączniki, które
  - a) wyłączają prądy robocze.
  - b) wyłączają prądy zwarciovye.
  - c) stanowią widoczną przerwę w obwodzie.
  - d) przełączają obwody elektryczne.
3. Przedstawiony na rysunku odgałęźnik kontrolny jest osprzętem stosowanym do rur
  - a) stalowych typu RS-P.
  - b) gładkich sztywnych typu RL.
  - c) karbowanych giętkich typu RKLK.
  - d) gładkich sztywnych typu RC.
4. Do załączania do sieci odbiorników przenośnych w łazience zastosujesz
  - a) gniazdo dwubiegunowe bez styku ochronnego.
  - b) gniazdo dwubiegunowe ze stykiem ochronnym bryzgoszczelne.
  - c) gniazdo dwubiegunowe ze stykiem ochronnym.
  - d) łącznik pojedynczy natynkowy bryzgoszczelny.



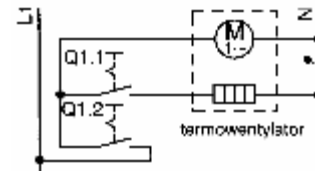
5. Przed załączeniem napięcia do instalacji połączonej według schematu jak na rysunku, wykręcono żarówki, wykonano zwarcie między przewodami L1 i N i zmierzono rezystancję między stykami opraw – punkty 1-1' oraz 2-2'. Wyniki pomiarów zanotowano w tabeli. Zdiagnozuj poprawność działania układu na podstawie wyników pomiarów



- nieprawidłowo podłączono żarówkę E1,
- instalacja działa poprawnie,
- nieprawidłowo podłączono żarówkę E2,
- zamieniono przewód neutralny z ochronnym.

Q1 – A	Q1 – B	1 – 1'	2 – 2'
otwarty	zamknięty	$R=\infty$	$R=0$
zamknięty	otwarty	$R=0$	$R=\infty$

6. Po zamontowaniu gniazda bezpiecznika instalacyjnego do podłoża w następnym kolejności
- zamontujesz wstawkę kalibrową.
  - umieścisz w gnieździe wkładkę topikową.
  - zamontujesz w gnieździe główkę.
  - podłączysz gniazdo do instalacji.
7. Największa znormalizowana wartość natężenia prądu jaki może długotrwale przepływać przez części przewodzące łącznika nie powodując przekroczenia dopuszczalnej temperatury, jest to
- zdolność łączeniowa.
  - prąd znamionowy ciągły.
  - wytrzymałość zwarciovą.
  - napięcie znamionowe.
8. Rysunek przedstawia układ do włączania dwóch odbiorników w zadanej kolejności stosowany w wentylatorach nagrzewnic. Grzałka nagrzewnicy jest włączona wtedy, gdy
- załączony jest łącznik Q1.1.
  - otwarte są łączniki Q1.1 i Q1.2.
  - załączony jest łącznik Q1.2.
  - załączone są łącznik Q1.2 i Q1.1.

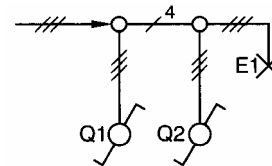


9. Najistotniejszym elementem konstrukcyjnym wyłącznika jest zamek. W wyłączniku z wyzwaczem termicznym wzrost prądu ponad wartość nastawioną powoduje zadziałanie zamka i otwarcie styków na skutek
- przyciągnięcia ruchomej zwory elektromagnesu, którego cewka jest włączona w obwód główny.
  - stopienia się topiku w wymiennej wkładce topikowej.
  - wyzwalania tyrystorów połączonych w układzie odwrotnie równoległym impulsami, zsynchronizowanymi z przejściem napięcia przez zero.
  - nagrzania paska bimetalu prądem w obwodzie kontrolowanym i odkształcenia w kierunku metalu o mniejszej rozszerzalności cieplnej.
10. W skład instalacji elektrycznej wchodzi m.in.
- schemat ideowy.
  - transformatory.
  - stacje rozdzielcze.
  - przewody elektryczne.

11. Jako zabezpieczenia zwarciove bezzwłoczne w instalacji elektrycznej zastosujesz
  - a) wyłącznik z wyzwalaczem termobimetalowym.
  - b) energoelektroniczny wyłącznik szybki.
  - c) wyłącznik z wyzwalaczem elektromagnetycznym.
  - d) rozłącznik instalacyjny dźwigienkowy.
  
12. Przy montażu instalacji powinna być zachowana następująca kolejność robót
  - a) trasowanie, instalowanie elementów wsporczych, montaż rur i puszek, układanie przewodów, łączenie przewodów, tynkowanie,
  - b) trasowanie, montaż rur i puszek, instalowanie elementów wsporczych układanie przewodów, łączenie przewodów, tynkowanie,
  - c) trasowanie, instalowanie elementów wsporczych, montaż rur i puszek, tynkowanie, układanie przewodów, łączenie przewodów,
  - d) trasowanie, instalowanie elementów wsporczych, montaż rur i puszek, układanie przewodów, tynkowanie, łączenie przewodów.
  
13. Bezpieczniki stanowią element przewodzący
  - a) chroniący odbiorniki i instalację przed uszkodzeniem w przypadku przeciążenia lub zwarcia w obwodzie.
  - b) umożliwiające zmianę stanu obwodu: załączanie, wyłączanie i przełączanie.
  - c) chroniący przewody przed uszkodzeniem mechanicznym i umożliwiające wymianę przewodów.
  - d) stosowany do łączenia przewodów instalacyjnych oraz do wykonywania odgałęzień.
  
14. Wtyczek o prądach znamionowych powyżej 10 A nie wolno wykorzystywać do
  - a) instalacji podtynkowych.
  - b) gniazda bez styku ochronnego.
  - c) wyłączania odbiornika.
  - d) instalacji natynkowych.
  
15. Do łączenia przewodów i wykonywania odgałęzień w puszkach stosuje się
  - a) uchwyty lub opaski zaciskowe.
  - b) zaciski i szczęki stykowe.
  - c) złączki dwukielichowe.
  - d) gniazda piętrowe odgałęźne.
  
16. Po wykonaniu instalacji elektrycznej, przed załączeniem napięcia należy
  - a) sprawdzić obecność napięcia w obwodzie.
  - b) wykręcić wkładki topikowe stwarzając widoczną przerwę.
  - c) załączyć napięcia bez sprawdzania jakości wykonanych połączeń.
  - d) sprawdzić poprawność wykonania połączeń instalacji.
  
17. Szereg urządzeń stanowiących wyposażenie instalacji elektrycznych to
  - a) łączniki instalacyjne.
  - b) puszki instalacyjne.
  - c) rury instalacyjne.
  - d) osprzęt instalacyjny.

18. Rysunek przedstawia schemat instalacji elektrycznej z łącznikiem zmiennym schodowym

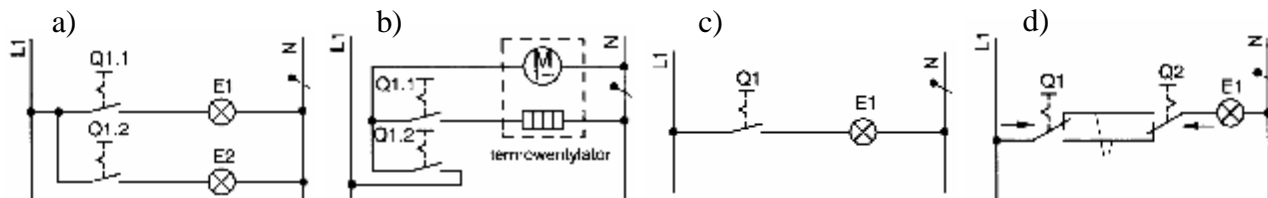
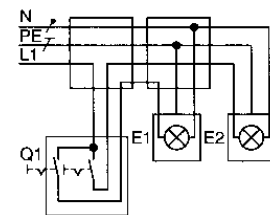
- funkcjonalny.
- montażowy.
- ideowy.
- ideowy rozwinięty.



19. Odgałęźniki są stosowane do

- ochrony przewodów przed uszkodzeniem mechanicznym.
- zmiany stanu obwodu: załączanie, wyłączanie i przełączanie.
- przyłączania odbiorników elektrycznych przenośnych do sieci.
- łączenia przewodów instalacyjnych oraz do wykonywania odgałęzień.

20. Schemat montażowy instalacji elektrycznej przedstawiony na rysunku został narysowany na podstawie schematu ideowego rozwiniętego z rysunku





# KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko .....

## Montowanie osprzętu w instalacjach elektrycznych

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	
<b>Razem:</b>					

## 6. LITERATURA

1. Bartodziej G., Kuluża E.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP, Warszawa 1997
2. Koblarski W., Grad J.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP, Warszawa 1995
3. Markiewicz H.: Instalacje elektryczne. WNT, Warszawa 2005
4. Praca zbiorowa: Praktyczna elektrotechnika ogólna. REA, Warszawa 2003
5. Praca zbiorowa: Poradnik monter elektryka. WNT, Warszawa 1997
6. Januszewski S., Pytlak A., Rosnowska-Nowaczyk M., Świątek H.: Energoelektronika. WSiP, Warszawa 2004
7. Niestępski S., Patrol M., Pasternakiewicz J., Wiśniewski T.: Instalacje elektryczne. Budowa, projektowanie i eksploatacja. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001