

20



ELEKTRYK

**Montowanie zabezpieczeń
w instalacjach elektrycznych**



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Elżbieta Murlikiewicz

Montowanie zabezpieczeń w instalacjach elektrycznych 724[01].Z2.03

Poradnik dla ucznia

Wydawca

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

Recenzenci:

mgr inż. Urszula Kaczorkiewicz
dr inż. Marian Korczyński

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Barbara Kapruziak

Konsultacja:

mgr inż. Ryszard Dolata

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 724[01].Z2.03 „Montowanie zabezpieczeń w instalacjach elektrycznych”, 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. Zakłócenia występujące w instalacjach elektrycznych	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	10
4.1.3. Ćwiczenia	10
4.1.4. Sprawdzian postępów	13
4.2. Środki ochrony stosowane w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia	14
4.2.1. Materiał nauczania	14
4.2.2. Pytania sprawdzające	30
4.2.3. Ćwiczenia	30
4.2.4. Sprawdzian postępów	35
5. Sprawdzian osiągnięć	36
6. Literatura	41

1. WPROWADZENIE

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

W poradniku zamieszczono:

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

Szczególne uwagę zwróć na:

- rozpoznawania zakłóceń mogących wystąpić w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia,
- zasady montażu środków ochrony przed skutkami przeciążeń i zwarć,
- zasady montażu środków ochrony przed skutkami przepięć,
- zasady montażu środków ochrony przed skutkami spadków napięcia,
- stosowanie środków ochrony przed skutkami zagrożeń pożarowych,
- 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 zasady dotyczące zastosowania środków ochrony przed prądem przetężeniowym, nadmiernym spadkiem napięcia i przepięciami skorzystaj z wcześniej zdobytych wiadomości z zakresu obwodów elektrycznych oraz pola magnetycznego. W przestrzeganiu zasad montażu wyłączników oraz przekaźników termicznych i czujników pomocne będą Ci umiejętności z zakresu montowania osprzętu w instalacjach elektrycznych. Staraj się samodzielnie formułować wnioski.

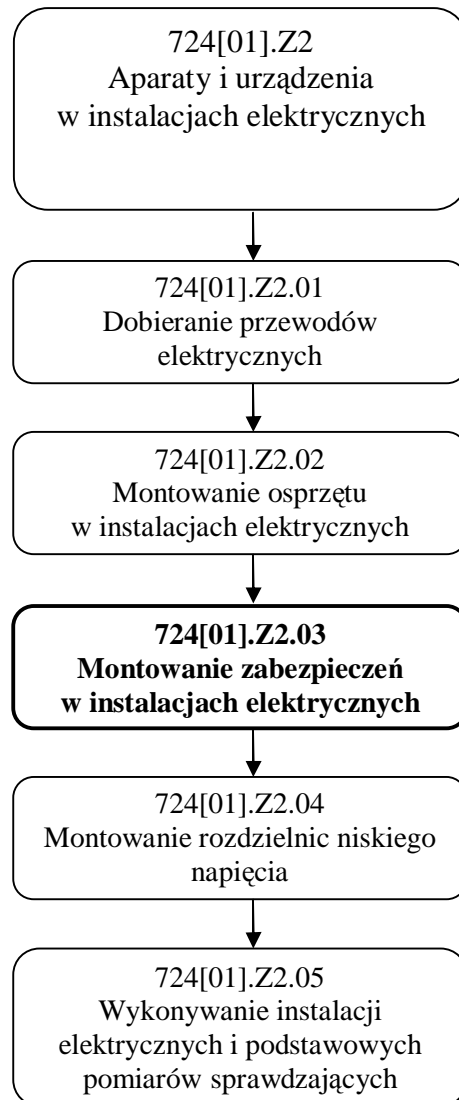
Z zabezpieczeniami masz do czynienia codziennie, gdyż są one częścią składową instalacji elektroenergetycznych służących do doprowadzenia energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej do odbiorników:

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

Zabezpieczenia stanowią również indywidualną ochronę przed skutkami zwarć i przeciążeń odbiorników energii elektrycznej.

W testach oznaczono gwiazdką pytania, których rozwiązanie może sprawiać Ci trudności. W razie wątpliwości zwróć się o pomoc do nauczyciela

Pojawiający się w tekście i w opisie rysunków zapis [1], [2], itp. wskazuje pozycję literatury z wykazu, 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,
- określić warunki przepływu prądu w obwodzie elektrycznym,
- interpretować prawa Ohma i Kirchhoffa dla obwodów prądu zmiennego,
- określić 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,
- dobrać przekrój przewodu od obciążenia linii,
- zastosować właściwą kolorystykę przewodów w instalacji elektrycznej,
- 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,
- obsługiwać komputer w podstawowym zakresie,
- określać wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- scharakteryzować zakłócenia mogące wystąpić w instalacjach elektrycznych,
- określić rodzaje zwarć w sieciach niskiego napięcia,
- zamontować środki ochrony przed skutkami oddziaływania cieplnego,
- zamontować środki ochrony przed prądem przetężeniowym,
- zamontować środki ochrony przed spadkiem napięcia i przepięciami,
- zamontować środki ochrony przeciwpożarowej,
- wyjaśnić działanie środków ochrony przed skutkami oddziaływania cieplnego,
- wyjaśnić działanie środków ochrony przed prądem przetężeniowym, nadmiernym spadkiem napięcia i przepięciami,
- sprawdzić poprawność działania wybranych środków ochrony,
- 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. Zakłócenia występujące w instalacjach elektrycznych

4.1.1. Materiał nauczania

Rodzaje zakłóceń występujących w instalacjach 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.

Podczas eksploatacji w instalacjach elektrycznych mogą występować różnego rodzaju zaburzenia. Do zakłóceń występujących w instalacjach elektrycznych możemy zaliczyć:

- przetężenie – wzrost prądu w instalacji ponad wartość prądu znamionowego danego urządzenia lub ponad prąd dopuszczalny długotrwale dla przewodów w danych warunkach ich ułożenia.
- nadmierne spadki napięcia – spadki napięcia o wartościach przekraczających dopuszczalne dla danej instalacji lub sieci,
- chwilowy zanik napięcia,
- przebiecia – nagły wzrost napięcia ponad wartość znamionową.

Przetężenia dzielą się na:

- przeciążenia – odbiorniki pobierają zbyt dużą moc, płyną prądy o wartościach przekraczających prądy znamionowe,
- zwarcia – zakłócenie polegające na połączeniu bezpośrednim, przez łuk elektryczny lub przewodnik o bardzo małej impedancji (rezystancji), jednego lub więcej punktów układu elektroenergetycznego należących do różnych faz między sobą lub z ziemią.

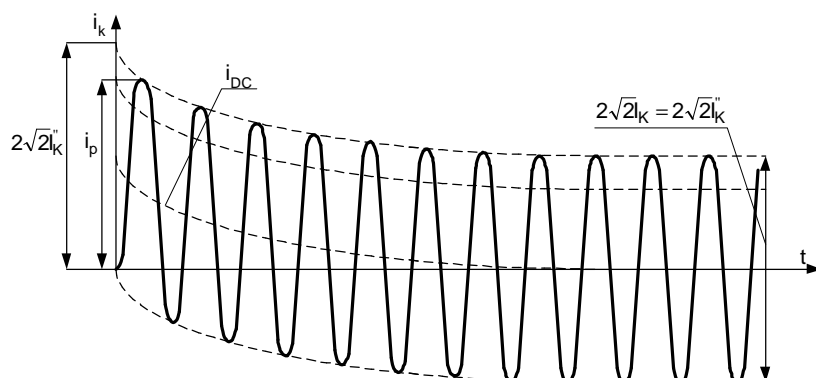
Rodzaje i charakterystyka zwarć w sieciach niskiego napięcia

Norma PN-EN 60909-0, która od roku 2001 zastąpiła wcześniejszą normę PN-74/E-05002 rozróżnia dwa rodzaje zwarć:

- zwarcia dalekie od źródeł zasilania, tj. takie, w których zanik prądu zwarciovego w czasie jest spowodowany jedynie zanikiem składowej aperiodycznej i_{DC} (rys.1),
- zwarcia bliskie źródeł zasilania, tj. takie, w których oprócz zaniku składowej aperiodycznej zmniejsza się również wartość skuteczna składowej okresowej wskutek wzrostu, wraz z upływem czasu trwania zwarcia, impedancji generatorów zasilających zwarcie.

Zakwalifikowanie analizowanego przypadku zwarcia jako dalekie bądź bliskie powinno wynikać z analizy stopnia bezpośredniego wpływu generatorów na przebieg prądu zwarciovego. W instalacjach elektrycznych rozważa się zwykle zwarcia dalekie czyli takie, w których pomija się bezpośredni wpływ generatorów na przebieg prądu zwarciovego, zakładając stałość składowej okresowej tego prądu (rys.1). Rozpatrywanie zwarć bliskich źródeł zasilania w instalacjach elektrycznych należy zaliczyć do sytuacji wyjątkowych i przypadki takie mogą dotyczyć sytuacji, gdy np. w instalacji istnieje rezerwowe zasilanie

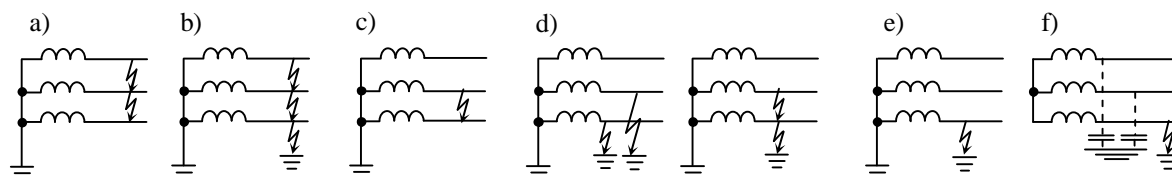
z generatorów prądowłórczych, bądź instalacja przemysłowa jest zasilana równocześnie z systemu elektroenergetycznego i z elektrowni zakładowej.



Rys. 1. Przebieg prądu zwarciego przy zwarciu odległym wg normy PN-EN 60909-0 [8]
 I_k – składowa okresowa początkowa prądu zwarciego; I_k'' – wartość skuteczna składowej okresowej prądu zwarciego w chwili powstania zwarcia; i_{DC} – składowa aperiodyczna (przejściowa) prądu zwarciego

Zwarcia w sieciach elektroenergetycznych dzieli się na:

- zwarcia symetryczne:
 - trójfazowe (rys. 2a),
 - trójfazowe z ziemią(rys. 2b),
- zwarcia niesymetryczne:
 - dwufazowe (rys. 2c),
 - dwufazowe z udziałem ziemi (rys. 2d) ,
 - jednofazowe(rys. 2e,f).



Rys. 2. Rodzaje zwarc: a) trójfazowe, b) trójfazowe z ziemią, c) dwufazowe, d) dwufazowe z ziemią, e) jednofazowe w sieci z punktem neutralnym uziemionym, f) jednofazowe w sieciach z punktem neutralnym izolowanym [4, s. 28]

Zwarcia, w których występuje połączenie z ziemią nazywa się zwarciami doziemnymi.

Podczas zwarc dwufazowych i trójfazowych, niezależnie od układu sieci oraz jednofazowych w sieci i instalacjach o układzie TN, płyną prądy zwarciego wielokrotnie przekraczające wartości prądów roboczych. Zwarcia jednofazowe, niezależnie od układu sieci i wartości prądów, wpływają niekorzystnie na warunki bezpieczeństwa pod względem porażeniowym. W sieciach i instalacjach o układzie TT prądy zwarciego osiągają umiarkowane wartości zbliżone do prądów znamionowych urządzeń, gdyż płyną przez uziemienie oraz ziemię. W sieciach z izolowanym punktem neutralnym prądy zwarciego doziemnego nie osiągają dużych wartości, ale ich działanie stwarza niebezpieczeństwo przepięcia w układzie oraz porażenia w najbliższym sąsiedztwie od miejsca zwarcia.

Przyczynami zwarc mogą być:

- mechaniczne uszkodzenia izolacji i konstrukcji urządzeń,
- uszkodzenia słupów linii napowietrznych,
- zawilgocenia izolacji,

- przepięcia atmosferyczne i łączeniowe,
- wady fabryczne izolacji lub urządzeń,
- obecność zwierząt – ptaków na liniach napowietrznych, szczurów i kotów w stacjach,
- dotknięcia dźwigów, gałęzi drzew,
- błędne połączenia powstałe po wykonaniu napraw instalacji i urządzeń,
- błędne operacje w stacjach elektroenergetycznych,
- zarzutki na przewody gołe itp.

Prądy zwarciove przekraczające wielokrotnie wartości prądów znamionowych mogą wywoływać niekorzystne działania:

- cieplne – zgodnie z prawem Joule'a-Lenza ciepło Q wydzielone podczas przepływu prądu obliczamy z zależności

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t$$

gdzie: R – rezystancja przewodu (odbiornika), I – natężenie prądu, t – czas przepływu prądu.

- dynamiczne – siłę F wzajemnego oddziaływania przewodów z prądem opisuje zależność:

$$F = \frac{\mu \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot l}{2 \cdot p \cdot a}$$

gdzie: I_1 i I_2 – natężenie prądu w przewodach, μ – przenikalności magnetycznej środowiska, a – odległość między przewodami, l – długość czynna przewodów.

Skutkiem cieplnego działania prądów zwarciowych może być stopień izolacji i przewodów, a także zniszczenie, a nawet stopień styków aparatury rozdzielczej. Duże siły elektrodynamicznego oddziaływania przewodów mogą być niebezpieczne dla konstrukcji urządzeń elektrycznych oraz izolatorów wsporczych, np. szyn zbiorczych w stacjach.

Przyczyny powstawania przepięć w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia

Przepięcia ze względu na przyczynę powstawania można podzielić na trzy kategorie:

- zewnętrzne – przepięcia powstające wskutek wyładowań atmosferycznych - piorunowy impuls elektromagnetyczny,
- wewnętrzne – przepięcia, które powstają wskutek awarii sieci: np. przy zwarciach; przepięcia powstające podczas operacji łączeniowych: np. przy włączaniu i wyłączaniu odbiorników o dużej mocy - łączeniowy impuls elektromagnetyczny.
- przepięcia spowodowane elektrycznością statyczną – na skutek ruchu na materiałach nieprzewodzących gromadzi się ładunek, który przy zbliżeniu do elementów przewodzących może spowodować wystąpienie różnicy potencjałów wywołującej wyładowanie iskrowe.

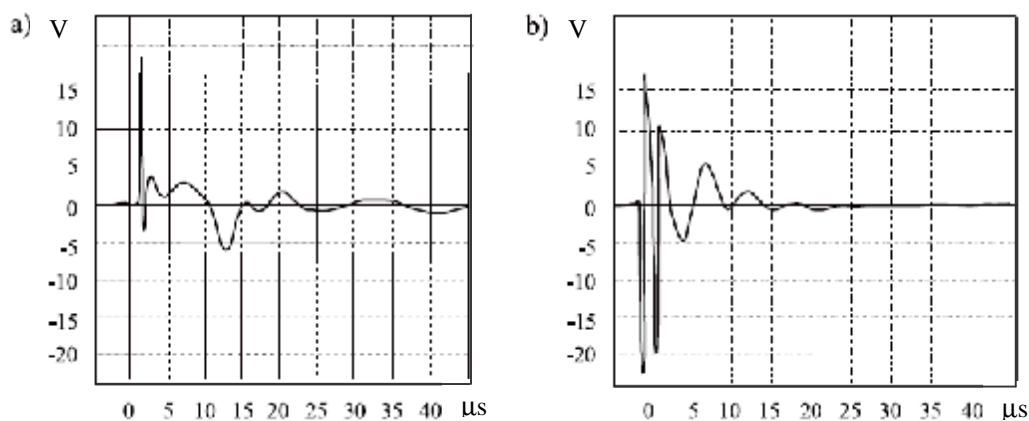
Przepięcia pochodzenia atmosferycznego, w zależności od miejsca trafienia pioruna dzieli się na:

- bliskie (bezpośrednie),
- odległe.

Najbardziej niebezpieczne są bezpośrednie uderzenia pioruna w instalację ogromną budynku i w jego bezpośrednie otoczenie lub w linie wchodzące do budynku. Prądy i napięcia udarowe wywołane przepięciem atmosferycznym stanowią, przez swoją energię i wysoką amplitudę, szczególne zagrożenie dla instalacji elektrycznych w budynkach i urządzeń elektrycznych. Bez zastosowania odpowiednich urządzeń ochronnych odbiorniki energii elektrycznej mogą zostać zniszczone w promieniu nawet 1,5 km od miejsca uderzenia pioruna, a wrażliwe na przepięcia (sprzęt teleinformatyczny, RTV) w promieniu nawet kilku kilometrów.

Z przerw w łączeniowych szczególnie groźne są przepięcia występujące podczas odłączania zasilania po stronie pierwotnej transformatora w stanie jałowym. Przepięcia o dużej wartości mogą wystąpić podczas łączenia baterii kondensatorów służącej do poprawy współczynnika mocy. Przepięcia wewnętrzne występujące znacznie częściej, lecz o mniejszej wartości od tych spowodowanych wyładowaniami, stwarzają mniejsze zagrożenie.

Źródłem przerw są też same urządzenia elektryczne podłączone do instalacji. Zakłócenia impulsowe powstają w czasie włączania i wyłączania urządzeń elektrycznych zasilanych z obwodu fazowego, a także w czasie „iskrzenia” styków czy komutatorów, np. w silnikach komutatorowych zasilanych z sieci.



Rys. 3. Przykładowe sygnały zakłóceń impulsowych powstających przy włączaniu: a) czajnika elektrycznego o mocy 2,2 kW; b) wiertarki typu Bosch [8]

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie zakłócenia występują w instalacji elektrycznej?
2. Co to jest przetężenie?
3. Co to jest przeciążenie?
4. Co to jest zwarcie?
5. Jakie rodzaje zwarć występują w instalacjach elektrycznych?
6. Co to jest przepięcie?
7. Jak można podzielić przepięcia występujące w instalacjach elektrycznych?
8. Jakie są przyczyny powstawania przerw w instalacjach elektrycznych?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Scharakteryzuj zakłócenia mogące wystąpić w instalacji elektrycznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie, co należy rozumieć pod pojęciem „instalacja elektryczna”,
- 2) przypomnieć sobie, stany pracy źródła napięcia i jak są zdefiniowane,
- 3) przypomnieć sobie, co to jest prąd elektryczny i jakie zjawiska towarzyszą przepływowi prądu,

- 4) przypomnieć sobie warunki wystąpienia stanów nieustalonych w obwodach elektrycznych i zjawiska im towarzyszące,
- 5) powiązać informacje z punktów 2, 3 i 4 w odniesieniu do pracy instalacji elektrycznych,
- 6) zasymulować zwarcie w instalacji i zaobserwować zachowanie mierników,
- 7) zaobserwować zachowanie mierników podczas otwierania łącznika wykonując przerwę w przepływie prądu,
- 8) zanotować spostrzeżenia i wnioski na temat zaobserwowanych rodzajów zakłóceń oraz ich krótką charakterystykę,
- 9) zaprezentować kolegom efekt swoich przemyśleń.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model instalacji elektrycznej z możliwością symulowania zwarć i przepięć,
- multimetry – 2 szt.,
- poradnik dla ucznia, inna literatura,
- arkusze papieru format A4.

Ćwiczenie 2

Wyjaśnij przyczyny powstawania przepięć w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przypomnieć sobie, jakie zjawiska towarzyszą przepływowi prądu elektrycznego,
- 2) przypomnieć sobie warunki pracy instalacji elektrycznej,
- 3) przypomnieć sobie warunki wystąpienia zjawiska indukcji elektromagnetycznej,
- 4) przypomnieć sobie prawo komutacji dotyczące obwodu z indukcyjnością,
- 5) zanotować wnioski dotyczące przyczyn i źródeł przepięć,
- 6) zaprezentować kolegom efekt swoich przemyśleń.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- arkusze papieru format A4 i przybory do pisania,
- literatura: np. poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Wyjaśnij przyczyny powstawania zwarć w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przypomnieć sobie, jakie zjawiska towarzyszą przepływowi prądu elektrycznego,
- 2) przypomnieć sobie wiadomości na temat stanów pracy źródła napięcia (jak są one definiowane) i odnieść to do pracy instalacji elektrycznej,
- 3) przypomnieć sobie warunki pracy instalacji elektrycznej,
- 4) przyjrzeć się modelom instalacji i układów sieci i zastanowić się jakie czynniki, lub zjawiska mogą spowodować zwarcie,
- 5) zanotować wnioski dotyczące przyczyn wystąpienia zwarcia oraz czynników, które mogą wpłynąć na wystąpienie zwarcia,
- 6) zanotować wskazówki eksploatacyjne ograniczające przyczyny zwarć lub zmniejszające skutki,
- 7) zaprezentować kolegom efekt swoich przemyśleń.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model instalacji elektrycznej z różnego rodzaju odbiornikami,
- modele sieci elektroenergetycznych pracujących w różnych układach lub plansze,
- arkusze papieru format A4 i przybory do pisania,
- literatura: np. poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 4

Skłasyfikuj zwarcia występujące w sieciach niskiego napięcia.

Sposób wykonywania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie, co to jest zwarcie,
- 2) określić czynniki wpływające na powstanie zwarcia,
- 3) narysować układy sieci trójfazowej i zaznaczyć możliwe rodzaje zwarć (lub odszukać w literaturze),
- 4) sklasyfikować zwarcia według wybranego kryterium,
- 5) wypisać skutki przepływu dużych prądów zwarciovych w sieciach niskiego napięcia,
- 6) usystematyzować informacje o zwiarcich,
- 7) podzielić się swoimi spostrzeżeniami z kolegami – pokazać na modelach rodzaje zwarć.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model instalacji elektrycznej z różnego rodzaju odbiornikami z możliwością symulacji zwarć,
- modele sieci elektroenergetycznych pracujących w różnych układach lub plansze,
- literatura np.: poradnik dla ucznia,
- arkusze papieru format A4 i przybory do pisania.

Ćwiczenie 5

Porównaj skutki wywołane przepięciami ze skutkami zwarć dla sieci z prawidłowo dobranym zabezpieczeniem i bez zabezpieczeń.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie i wypisać zjawiska towarzyszące przepięciom występującym w sieci niskiego napięcia,
- 2) przypomnieć sobie i wypisać zjawiska towarzyszące zwiarciom występującym w sieci niskiego napięcia,
- 3) wypisać w odpowiednich kolumnach skutki, jakie wywołują w/w zakłócenia,
- 4) porównać skutki wywoływane przez przepięcia i zwarcia zwracając uwagę na różnice i podobieństwo oddziaływań,
- 5) zastanowić się nad wskazówkami eksploatacyjnymi, których przestrzeganie ograniczy skutki powstałych zwarć,
- 6) zapisać wnioski i zaprezentować efekty swojej pracy kolegom.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza lub model instalacji elektrycznej,
- arkusze papieru format A4 i przybory do pisania,
- literatura – poradnik dla ucznia.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić zakłócenia występują w instalacji elektrycznej?	£	£
2) określić, co to jest przetężenie?	£	£
3) określić, co to jest przeciążenie?	£	£
4) określić, co to jest zwarcie?	£	£
5) wymienić i scharakteryzować rodzaje zwarć występują w instalacjach elektrycznych?	£	£
6) określić, co jest przepięcie?	£	£
7) sklasyfikować przepięcia występujące w instalacjach elektrycznych?	£	£
8) określić przyczyny powstawania przepięć w instalacjach elektrycznych?	£	£

4.2. Środki ochrony stosowane w instalacjach elektrycznych

4.2.1. Materiał nauczania

Najważniejszym elementem instalacji elektrycznej wewnątrz budynku jest rozdzielnia główna. Energia doprowadzona linią zasilającą z przyłącza do rozdzielni jest rozdzielana na poszczególne obwody bądź zasilanie podrozdzielni. W rozdzielni znajdują się:

- wyłącznik główny (odcina napięcie w całej instalacji),
- wyłączniki obwodów,
- wyłączniki różnicowoprądowe,
- zabezpieczenia przeciwprzepięciowe.

Z rozdzielni wychodzą poszczególne obwody doprowadzające energię elektryczną do wybranych urządzeń. Niektóre obwody grupuje się (np.: oświetlenie lub gniazda), a inne wskazane jest podłączyć indywidualnie (np.: z kuchnią, lodówką, pralką, grzejnikiem łazienkowym itp.). Dzięki temu są one indywidualnie chronione oddzielnymi bezpiecznikami i można je pojedynczo wyłączać. Jeden obwód nie powinien obejmować więcej niż dziesięciu gniazd lub co najwyżej dwadzieścia opraw oświetleniowych. Instalacja elektryczna jednofazowa musi być trójprzewodowa. Przy montażu gniazd wtykowych należy pamiętać, że przewód fazowy (brązowy) należy montować po lewej stronie gniazdka, a przewód zerowy (jasnoniebieski) – po prawej. Przewód ochronny (żółtozielony) powinien być przyłączony do wszystkich gniazd z uziemieniem (tj. z tzw. bolcem) i do punktów oświetleniowych. Odbiorniki elektryczne o dużej mocy (np. kuchnia, przepływowy ogrzewacz wody czy ogrzewanie podłogowe) zasilane są z obwodów trójfazowych. Instalacja trójfazowa musi być wykonana z przewodów pięciożyłowych. Takie obwody powinny być zabezpieczone oddzielnymi wyłącznikami.

W rozdzielniach i podrozdzielniach montowane są różne rodzaje zabezpieczeń. Najbardziej podstawowe chronią przed skutkami przeciążeń oraz zwarć – są to wyłączniki. Pojedyncze wyłączniki służą do obwodów jednofazowych, a potrójne do trójfazowych. Przed porażeniem prądem chronią tzw. wyłączniki różnicowoprądowe. Ochronę odbiorników elektrycznych przed skutkami działania wysokiego napięcia stanowią zabezpieczenia przeciwprzepięciowe – odgromniki i ochronniki. Odgromnik jest urządzeniem chroniącym przed przepięciami elektrycznymi w sieci elektroenergetycznej. Przepięcia mogą powstać podczas np.: załączania lub wyłączania nieobciążonej linii napowietrznej, przy uderzeniu pioruna w linię napowietrzną i mogą spowodować zniszczenie izolacji i innych elementów sieci.

Środki ochrony przed skutkami zwarć w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia

W przypadku wystąpienia zwarcia płyną prądy o wartościach znacznie przekraczających wartości prądów roboczych, zagrażające zniszczeniem urządzeń i przewodów w wyniku ich oddziaływania cieplnego i dynamicznego. Już w trakcie projektowania instalacji konieczne jest ustalenie największych prądów zwarciovych w różnych fragmentach sieci i instalacji, które mogą wystąpić podczas zwarć trójfazowych metalicznych oraz jednofazowych. Warunkują one dobór aparatów elektrycznych oraz przewodów ze względu na wymagane zdolności łączeniowe, czasy zadziałania wyzwalaczy i przekaźników łączników, odporności na cieplne i dynamiczne oddziaływanie prądów zwarciovych.

Zadaniem zabezpieczeń od zwarć jest ograniczenie skutków zwarcia, powinny zatem być umieszczone:

- na początku każdej linii zasilającej i każdego obwodu instalacji odbiorczej,
- na początku i końcu linii zasilanych dwustronnie,

- wzdłuż linii zasilającej oraz przy jej rozgałęzieniach, jeżeli przekrój przewodu zmniejsza się, a zabezpieczenie zainstalowane na początku linii nie stanowi zabezpieczenia zwarciovego przewodu o mniejszym przekroju.

Urządzenia zabezpieczające przed skutkami zwarć powinny być tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciovego w obwodzie elektrycznym następowało wcześniej niż wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach oraz ich połączeniach. Zabezpieczenia zwarciove mogą być realizowane przy wykorzystaniu:

- bezpieczników,
- wyłączników samoczynnych z wyzwalaczami zwarcioowymi.

Stosując wyłączniki samoczynne, jako urządzenia zabezpieczające, wymaga się, aby wartość prądu zwarciovego była co najmniej równa prądowi działania wyzwalaczy zwarcioowych, wyłączających przy czasie własnym ok. 30 ms do 50 ms, praktycznie niezależnym od wartości prądu zwarciovego. W pewnych przypadkach przy użyciu wyłączników z wyzwalaczami zwłocznymi czas działania urządzeń zabezpieczających może wynosić od 100 ms do 500 ms.

Zdolność wyłączalna urządzeń zabezpieczających (bezpieczników, wyłączników samoczynnych) powinna być nie mniejsza od spodziewanych prądów zwarcioowych w miejscu ich zainstalowania. Wymaganie to może ograniczać niekiedy możliwość stosowania niektórych konstrukcji łączników, zwłaszcza o niewielkich wartościach prądu znamionowego ciągłego i prądu wyłączalnego.

Dopuszcza się odstępstwa od wymagania dotyczącego zdolności wyłączalnej urządzeń zabezpieczających w przypadkach, w których:

- przed tymi urządzeniami, od strony zasilania, znajdują się urządzenia o wystarczającej zdolności wyłączania;
- urządzenia i przewody znajdujące się za danym urządzeniem zabezpieczającym wytrzymują bez uszkodzeń przepływ prądu zwarciovego.

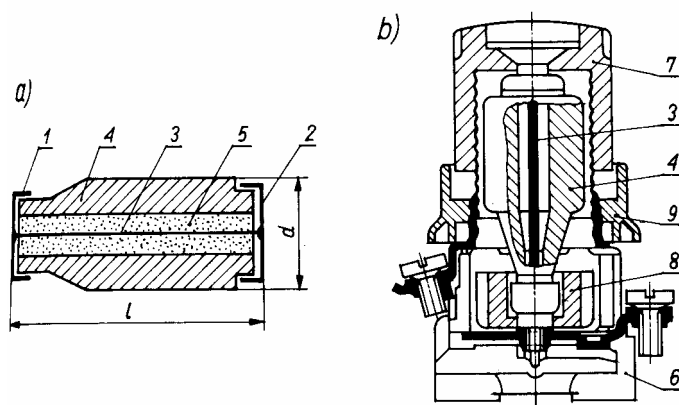
Czas od chwili powstania zwarcia do przerwania prądu zwarciovego powinien być na tyle krótki, aby temperatura żył przewodów nie wzrosła powyżej wartości granicznej, dopuszczalnej przy zwarciu dla danego typu przewodów. Czas ten, podawany w sekundach, nie powinien być dłuższy niż wartość graniczna dopuszczalna.

Bezpieczniki topikowe (rys. 4) są łącznikami jednorazowego działania, przeznaczonymi do samoczynnego wyłączenia odbiorników i obwodów, po czasie zależnym od wartości prądu i właściwości wkładki, jeśli prąd przez nie płynący przekroczy prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej. Wydzielane ciepło pod wpływem przepływającego prądu zwarciovego (przeciążeniowego) powoduje przepalenie topika i zapalenie się łuku. Ziarna piasku odbierając ciepło powodują intensywne chłodzenie łuku i ułatwiają jego gaszenie. Rodzaj wkładki decyduje o zastosowaniu bezpiecznika. Wyróżnia się następujące wkładki topikowe bezpieczników instalacyjnych:

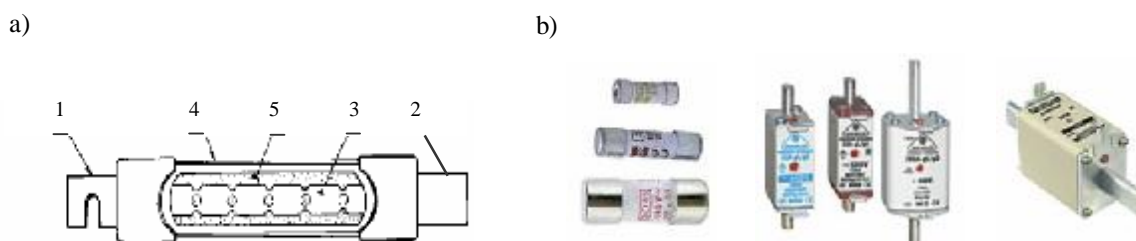
- o działaniu szybkim Bi-Wts – stosowane do zabezpieczenia przewodów w instalacjach,
- o działaniu zwłocznym Bi-Wto – stosowane do zabezpieczenia silników i obwodów, w których mogą w normalnych warunkach wystąpić krótkotrwałe przeciążenia.

Przy montażu bezpiecznika instalacyjnego należy pamiętać, aby przewód fazowy sieci podłączyć do dolnego styku wkładki bezpiecznikowej, przewód zasilający odbiornik do nagwintowanego pierścienia gniazda bezpiecznikowego.

W przemyśle, w instalacjach o dużych prądach roboczych, w których występują duże prądy zwarciove stosowane są bezpieczniki stacyjne (rys. 5a).



Rys. 4. Bezpiecznik instalacyjny; a) budowa wkładki topikowej; b) budowa bezpiecznika
1,2 – styki, 3 – element topikowy, 4 – korpus porcelanowy, 5 – piasek kwarcowy, 6 – podstawa gniazda
bezpiecznikowego, 7 – główka mocująca, 8 – wstawka kalibrowana, 9 – osłona izolacyjna [5, s. 119]



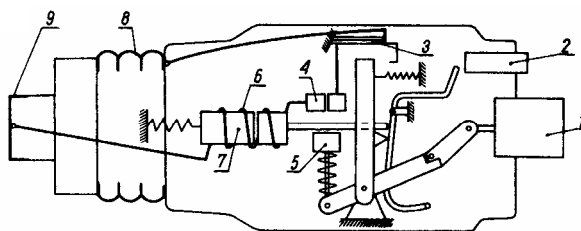
Rys. 5. Wkładki topikowe bezpieczników: a) budowa wkładki bezpiecznika stacyjnego (przemysłowego);
b) widok przykładowych wkładek bezpiecznikowych obecnie produkowanych [8]
1, 2 – styki, 3 – element topikowy, 4 – korpus, 5 – wypełniacz (piasek kwarcowy)

Wyłącznik nadprądowy jest aparatem elektromechanicznym, który przy określonych normą wartościach prądu płynącego przez niego musi rozłączyć obwód elektryczny. Wyłączniki nadprądowe zastępują bezpieczniki topikowe w zakresie $6 \text{ A} \div 40 \text{ A}$.

Wyłączniki instalacyjne jednobiegunowe wkrętkowe (rys. 6) i zatablicowe produkowane są na prądy znamionowe $0,5 \text{ A} \div 25 \text{ A}$ i napięcia znamionowe: 380 V (400 V) dla prądu przemiennego oraz 250 V dla prądu stałego. Bimetal wyzwacza termobimetalowego jest nagrzewany prądem płynącym w obwodzie zabezpieczanym. Jeśli prąd w obwodzie przekroczy wartość nastawioną bimetal osiąga wysoką temperaturę i odkształca się w kierunku materiału o mniejszym współczynniku rozszerzalności cieplnej powodując przerwę w obwodzie. Przy przepływie dużych prądów – zwarciovych, zadziała wyzwacz elektromagnesowy, w którym po pokonaniu siły naciągu sprężyny, wciągnięty rdzeń do cewki uderzając w popychacz powoduje wyłączenie wyłącznika. Czas zadziałania wyłącznika zależy, podobnie jak bezpiecznika topikowego, od wartości prądu i właściwości wyzwacza elektromagnetycznego.

Wyłączniki produkuje się o następujących charakterystykach:

- typu H – wyłączają praktycznie natychmiast, jeśli prąd osiągnie wartość $2,5 I_N \div 3 I_N$; stosowane do zabezpieczenia od skutków zwarć i przeciążeń urządzeń o małym prądzie rozruchu,
- typu L – wyłączają, jeśli prąd osiągnie wartość $4,5 I_N \div 6 I_N$; stosowane do zabezpieczenia od skutków zwarć i przeciążeń.

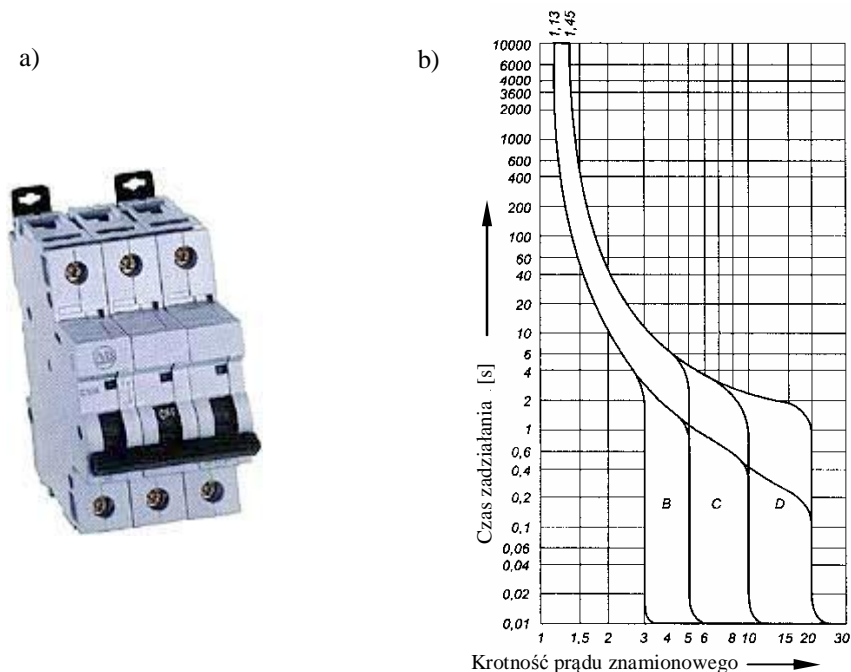


Rys. 6. Budowa wyłącznika instalacyjnego wkrętkowego

1 – przycisk załączający, 2 – przycisk wyłączający, 3 – wywalacz termobimetalowy, 4 – styk nieruchomy, 5 – styk ruchomy, 6 – uzwojenie wywalacza elektromagnetycznego, 7 – rdzeń ruchomy wywalacza elektromagnetycznego, 8 – gwint E27, 9 – stopka [1, s. 66]

Wyłączniki instalacyjne dźwigenkowe (rys. 7) przeznaczone są do zabezpieczenia instalacji domowych, przemysłowych oraz silników i urządzeń elektrycznych. Wyposażone są one w wywalacze termiczne i elektromagnesowe o standardowych charakterystykach B, C, D (rys. 7b). Rodzaj charakterystyki ma decydujący wpływ na możliwości zastosowania wyłącznika jako zabezpieczenia przed skutkami zwarć i przeciążeń. Wyłączniki o charakterystyce:

- typu B – zabezpieczają przewody i odbiorniki w obwodach oświetleniowych i sterowniczych,
- typu C – zabezpieczają przewody i odbiorniki w przypadku występowania urządzeń o prądach rozruchowych do $10 I_N$,
- typu D – zabezpieczają przewody i odbiorniki w przypadku występowania urządzeń o bardzo dużych prądach w chwili i uruchamiania.



Rys. 7. Wyłącznik instalacyjny nadmiarowy: a) widok ogólny [8], b) charakterystyki pasmowe [6, s. 29]

Budowane są jako 1-, 2-, 3- i 4-biegunowe. Mogą być montowane za pomocą zatrzasków na wspornikach montażowych.

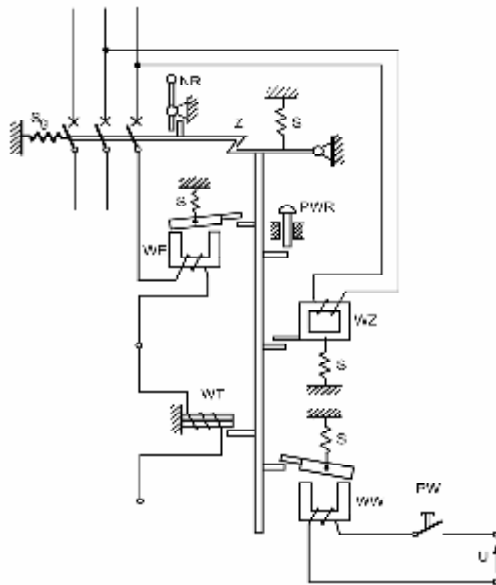
Wyłącznik zwarciový przedstawiony na rysunku 8 może być wyłączony ręcznie lub samoczynnie:

- przez wywalacz elektromagnetyczny (WE) przy przepływie prądów zwarciových,

- przez wyzwalacz podnapięciowy (WZ) przy zaniku napięcia,
- przez wyzwalacz termiczny (WT) przy przepływie prądów przeciążeniowych.

Wyłączniki silnikowe mają zabezpieczenie zwarciove i przeciążeniowe, rozpoznają także zanik fazy. Charakteryzują się wysoką zdolnością łączeniową prądów zwarciowych. Wyłączniki konstruowane do zabezpieczenia przede wszystkim silników, ale mogą także być zastosowane do zabezpieczeń transformatorów lub obwodów siłowych.

Zabezpieczenia zwarciove są również ważnymi elementami systemu ochrony przeciwporażeniowej polegającego na samoczynnym szybkim wyłączeniu zasilania w przypadku zwarć z przewodem ochronnym lub ochronno-neutralnym. Czas zadziałania zabezpieczeń zwarciowych w obwodach rozdzielczych nie powinien być dłuższy niż 5 s, a nierzadko, głównie w obwodach rozdzielczych, powinien być rzędu dziesiątych części sekundy. Oznacza to, że impedancja obwodów zwarciowych powinna być na tyle mała, aby prąd zwarciovy powodował zadziałanie zabezpieczeń w odpowiednio krótkim czasie.



Rys. 8. Schemat ilustrujący działanie wyłącznika zamkowego zwarciowego
 NR – dźwignia napędu ręcznego, Z – zamek, Sg – sprężyna główna, S – sprężyna pomocnicza,
 PWR – przycisk wyłączania ręcznego, WE – wyzwalacz elektromagnetyczny, WZ – wyzwalacz
 zanikowy, podnapięciowy, WW – wyzwalacz wybijakowy, WT – wyzwalacz termiczny
 (przeciążeniowy), PW – przycisk do wyłączania zdalnego [1, s. 86]

Środki ochrony przed skutkami przeciążeń w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia

Zabezpieczenia zapobiegające przeciążeniom przewodów i urządzeń, które mogą być przyczyną nadmiernego ich nagrzewania należy umieszczać na początku lub w dowolnej odległości od początku zabezpieczanej linii, lecz przed pierwszym rozgałęzieniu lub gniazdem wtyczkowym. Umieszcza się je również w miejscu, w którym występuje zmiana przekroju, rodzaju, sposobu ułożenia przewodów lub budowy instalacji, jeżeli zmiana ta powoduje zmniejszenie obciążalności prądowej długotrwałej tych przewodów.

Urządzenia zabezpieczające przewody i kable przed skutkami przeciążeń powinny być tak dobrane, aby w przypadku przepływu prądów o wartości większej od długotrwałej obciążalności przewodów następowało zadziałanie tych zabezpieczeń zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzenia izolacji żył przewodów, połączeń i zacisków urządzeń zasilanych poprzez te przewody na skutek nadmiernego przyrostu temperatury. Uważa się, że wymagania te są spełnione, jeżeli zachowane są następujące warunki [5]:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq k_2 \cdot I_Z$$

gdzie: I_B – prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym, A,

I_N – prąd znamionowy lub nastawiony urządzeń zabezpieczających, A,

I_Z – obciążalność prądowa długotrwała zabezpieczonych przewodów, A,

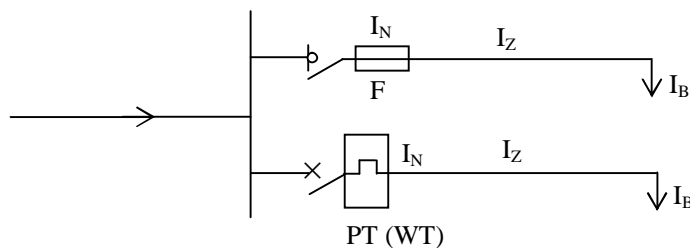
I_2 – prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających, A, odczytywany z charakterystyki czasowej bezpiecznika topikowego dla 1- 4 godz. jako maksymalny prąd zadziałania, lub podawany dla tych samych czasów przez producentów wyłączników, $k_2 = 1,45$ dla wyłączników samoczynnych B, C, D i 1,6 – 2,1 dla bezpieczników.

Wartość prądu zadziałania urządzeń zabezpieczających nie jest jednoznacznie zdefiniowana. Zarówno bezpieczniki, jak i wyzwalacze przeciążeniowe mają charakterystyki prądowo-czasowe podające zależność czasu zadziałania w funkcji przepływającego prądu. Wynika z tego, że urządzenia te powinny zadziałać przy każdej wartości prądu większej od prądu znamionowego zastosowanego zabezpieczenia lecz po różnym czasie trwania przeciążenia, odwrotnie proporcjonalnym do kwadratu wartości prądu przeciążeniowego. W zależności od rodzaju zastosowanych urządzeń zabezpieczających wartość prądu zadziałania I_2 może być przyjmowana następująco:

- dla wyłączników z wyzwalaczami przeciążeniowymi – prąd powodujący wyłączenie w czasie umownym; ponieważ prąd ten w temperaturze otoczenia 20 °C wynosi 1,2 – 1,45 prądu nastawienia, można przyjąć, że prąd $I_N = I_Z$ spełnia wymagania zabezpieczenia przeciążeniowego,
- dla bezpieczników – prąd największy w czasie umownym; zwykle przyjmuje się czas przepływu równy 1 godzinę; odpowiednią wartość prądu odczytuje się z charakterystyki czasowo-prądowej wkładki topikowej bezpiecznika.

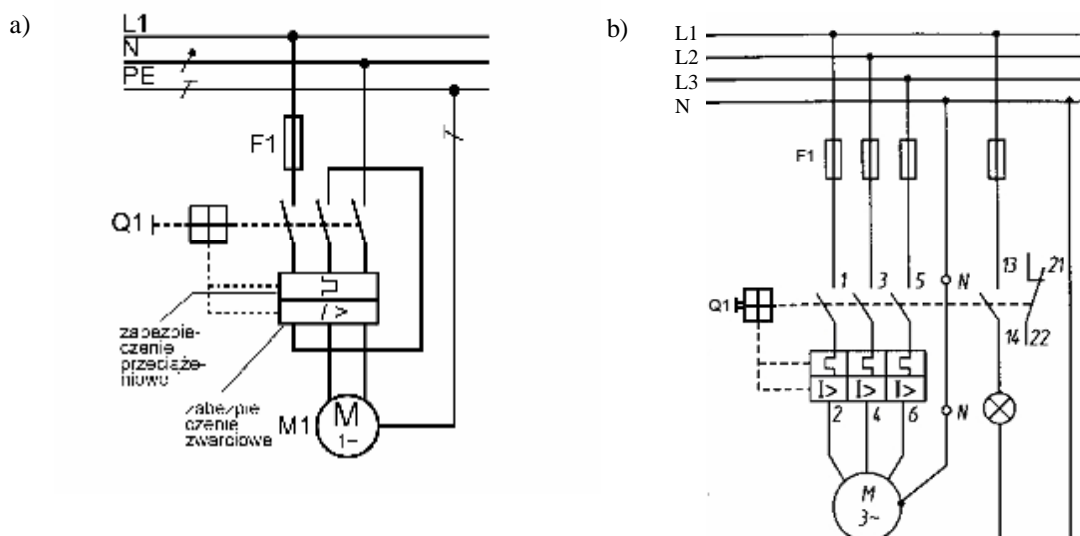
Do ochrony przewodów przed skutkami przeciążeń stosuje się urządzenia zabezpieczające:

- chroniące przed prądami przeciążeniowymi i zwarciovymi, do których należą:
 - a) wyłączniki wyposażone w wyzwalacze przeciążeniowe,
 - b) wyłączniki współpracujące z bezpiecznikami topikowymi,
 - c) bezpieczniki z wymiennymi wkładkami topikowymi,
- chroniące przed prądami przeciążeniowymi – urządzenia mające charakterystykę czasową odwrotnie proporcjonalną, działające ze zwłoką czasową odwrotnie proporcjonalną do wartości prądu.



Rys. 9. Zabezpieczenia przewodów przed skutkami przeciążeń

I_Z – obciążalność prądowa długotrwała zabezpieczonych przewodów, I_N – prąd znamionowy lub nastawiony urządzeń zabezpieczających, I_B – prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym, F – bezpiecznik, PT (PW) – przekaźnik (wyzwalacz) przeciążeniowy [5, s. 159]

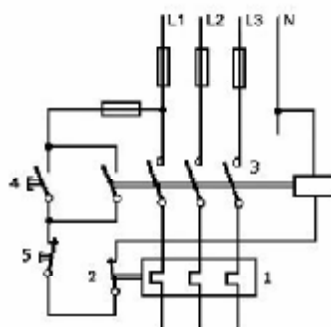


Rys. 10. Przykładowe układy przeciążeniowego zabezpieczenia silników: a) silnika jednofazowego prądu przemiennego; b) silnika trójfazowego [2, s. 63]

Dodatkowych zabezpieczeń przewodów można nie stosować, jeśli nie chroniona część obwodu jest krótsza niż 3 m i nie zawiera rozgałęzień ani gniazd wtyczkowych oraz jest skutecznie zabezpieczona przed prądami zwarciovymi, a instalacja jest wykonana w sposób ograniczający do minimum niebezpieczeństwo powstania zwarcia.

Przełączniki termiczne – ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego

Przełączniki termiczne chronią odbiorniki energii elektrycznej przed skutkami oddziaływania cieplnego spowodowanymi przeciążeniami, pogorszeniem warunków chłodzenia lub z powodu uszkodzenia. W ochronie przeciążeniowej przełączniki bimetalowe można instalować oddzielnie lub razem ze stycznikiem, przykręcając jego końcówki bezpośrednio do styków roboczych stycznika. Elementy termiczne przełącznika są nagrzewane z głównego obwodu prądowego bezpośrednio (rys. 12a) lub za pośrednictwem przekładników prądowych (rys. 12b). Przełączniki termiczne włącza się w obwód sterowania (rys. 11). Podczas przepływu prądu o natężeniu przekraczającym wartość nastawioną, bimetal nagrzewa się i odkształca w kierunku metalu o mniejszej rozszerzalności cieplnej rozwierając zestyk, co powoduje przerwę w obwodzie sterowania i wyłączenie stycznika.

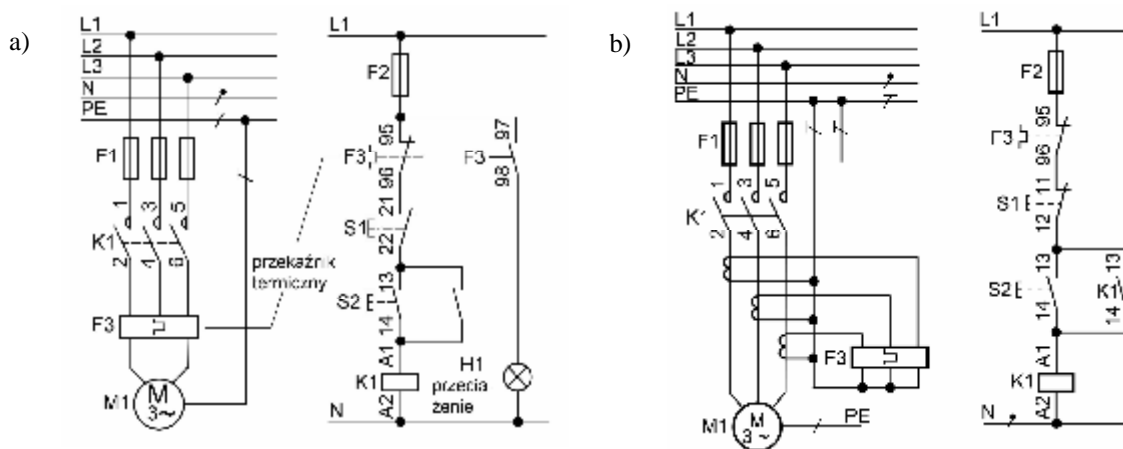


Rys. 11. Sposób włączenia przełącznika termicznego – termobimetalowego w obwód sterowania
1 – czujnik bimetalowy, 2 – zestyk rozwierny, 3 – styki główne stycznika, 4 – przycisk załączający, 5 – przycisk wyłączający [4, s. 105]

Przełączniki mogą działać w trybie pracy ręcznej lub automatycznej. W wersji trybu pracy ręcznej przejście do stanu gotowości do pracy wyzwala następuje po wciśnięciu przycisku

kasującego. W wersji trybu pracy automatycznej powrót zestyku pomocniczego do pozycji wyjściowej następuje samoczynnie po ostygnięciu elementów bimetalowych.

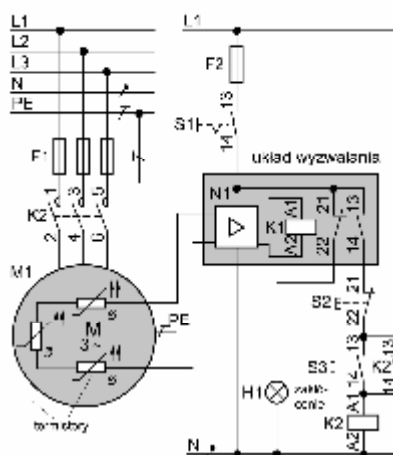
Silniki zabezpieczone przed przeciążeniami za pomocą przekaźników termicznych, należy dodatkowo chronić przed zwarciami np. instalując bezpieczniki.



Rys. 12. Układy stycznikowe z przekaźnikiem termicznym: a) włączonym bezpośrednio w obwód główny; b) z przekładnikami prądowymi [2, s. 64]

W przypadku pogorszenia warunków chłodzenia lub uszkodzeń zazwyczaj prąd w obwodzie głównym nie przekracza wartości znamionowej i nie jest możliwe samoczynne wyłączenie urządzenia (silnika) w wyniku zadziałania wyłącznika przeciążeniowego. Z tego względu na elemencie chronionym urządzenia (w uzwojeniach silnika) umieszcza się czujnik temperatury, który reaguje na każdy wzrost temperatury, niezależnie od przyczyn. Jako czujniki temperatury najczęściej stosuje się termistory PTC, rzadziej czujniki bimetalowe.

W termistorowym układzie zabezpieczającym (rys. 13) wykorzystuje się prąd spoczynkowy, który cały czas płynie w układzie szeregowo połączonych termistorów podczas normalnej pracy silnika. Jeśli w przewodach łączących termistory między sobą lub w przewodach łączących termistory ze wzmacniaczem układu wyzwalania wystąpi jakakolwiek przerwa, to układ wyłącza napięcie zasilania.



Rys. 13. Termistorowe zabezpieczenie silnika elektrycznego [4, s. 65]

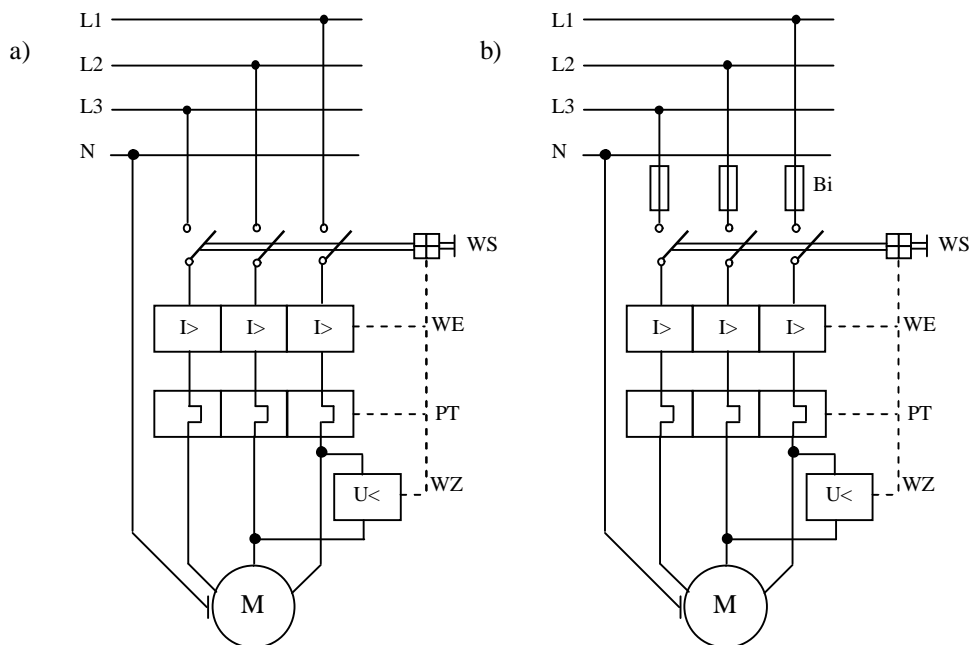
Termistorowy układ zabezpieczający współpracuje ze stycznikowym lub przekaźnikowym układem sterowania (rys. 13). Podczas normalnej pracy silnika rezystancja termistorów jest mała i przekaźnik K1 jest włączony. Jeśli temperatura uzwojeń silnika przekroczy wartość

temperatury krytycznej termistorów, to gwałtownie rośnie rezystancja termistorów i maleje natężenie prądu płynącego przez szeregowo połączone termistory. Powoduje to wyłączenie przekaźnika K1 i otwarcie zestyku zwiernego przekaźnika (K1: 13-14), przerywając obwód sterowania stycznika K2. Otwierają się styki robocze stycznika K2 odłączając napięcie zasilania silnika. Zapala się lampka kontrolna H1 sygnalizując zakłócenie w pracy silnika.

Ochrona przed skutkami nadmiernego spadku napięcia w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia

Zabezpieczenia przed zanikiem jednej fazy napięcia zasilania stosuje się do silników elektrycznych zasilanych z sieci trójfazowej w przypadku zaniku napięcia w co najmniej jednej fazie. Czujniki te zabezpieczają silniki przed zniszczeniem. Chronią one również silnik w przypadku asymetrii napięć między fazami.

Zabezpieczenia podnapięciowe (zanikowe) silników stosuje się, jeżeli w miejscu zainstalowania silnika zdarzają się zaniki napięcia zasilania i powrót tego napięcia (po jego zaniku lub znacznym obniżeniu) może mieć szkodliwe skutki (rys.14).



Rys. 14. Schematy przykładowych układów pracy silników asynchronicznych z zabezpieczeniem podnapięciowym: Bi – bezpieczniki dobiepieczające silnik, WS – wyłącznik samoczynny zwiarcowy, WE – wyłącznik nadprądowy, PT – przekaźnik termiczny, WZ – wyłącznik podnapięciowy (zanikowy) [1, s. 438]

Zabezpieczenia zanikowe należy stosować w następujących przypadkach:

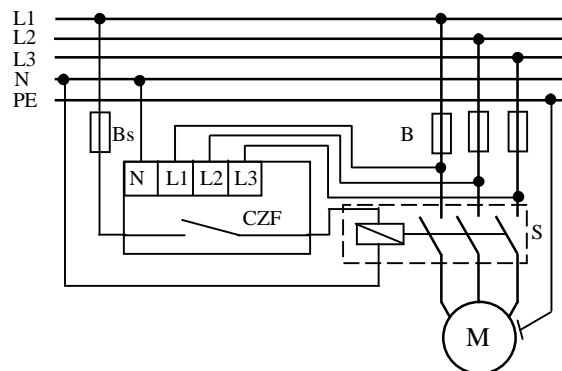
- gdy obniżenie napięcia zasilania uniemożliwia prawidłową pracę silnika a zabezpieczenie przeciążeniowe nie jest stosowane,
- gdy jest niepożądane samoczynne uruchomienie silnika po powrocie napięcia do wartości znamionowej,
- gdy silnik ma urządzenie rozruchowe sterowane ręcznie, a rozruch bez urządzenia rozruchowego jest niedopuszczalny,
- gdy proces technologiczny nie dopuszcza stosowania samorozruchu,
- gdy jest wskazane odłączenie określonych silników w celu umożliwienia poprawnego samorozruchu silników o wyższej kategorii ważności.

Dopuszczalne jest stosowanie zabezpieczenia zanikowego wspólnego dla kilku silników zasilanych z jednego układu zasilającego, a także stosowanie zabezpieczeń zanikowych zwłoczących, jeżeli silnik napędza mechanizmy o znacznym czasie wybiegu.

Jako zabezpieczenia podnapięciowe stosuje się:

- wyzwalacze wybijakowe,
- cewki sterujące styczników (rys. 15),
- specjalne układy elektroniczne.

Czujnik zaniku fazy (rys. 15) chroni silniki trójfazowe przed uszkodzeniami spowodowanymi pracą przy niepełnym zasilaniu. Urządzenie wyłącza obwód zasilania cewki stycznika sterującego silnikiem w przypadku wystąpienia asymetrii napięć w poszczególnych fazach, a w szczególności zaniku napięcia w co najmniej jednej z faz. Przy asymetrii napięć lub zaniku fazy następuje przepływ prądu przez cewkę przekaźnika, który przerywa przepływ prądu w obwodzie cewki stycznika S powodując wyłączenie silnika spod napięcia. Czujnik nie chroni przed symetrycznym spadkiem napięcia.



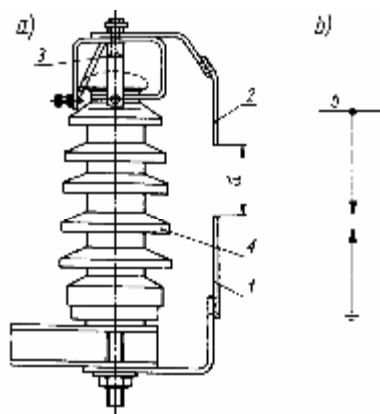
Rys. 15. Schemat ideowy podłączenia czujnika zaniku fazy
CZF – czujnik zaniku fazy, B – bezpieczniki główne, zabezpieczające silnik,
Bs – bezpieczniki obwodu sterowania, S – stycznik [8]

Środki i sposoby ochrony przed skutkami przepięć w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia

- Ochronę przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi można zapewnić, stosując:
- odpowiednio dobraną izolację urządzeń elektrycznych,
 - ochronniki przeciwprzepięciowe:
 - a) iskierniki ochronne,
 - b) odgromniki;
 - ekwipotencjalizację – wykonując połączenie wyrównawcze wszystkich metalowych elementów konstrukcyjnych budynku i instalacji z uziemieniem.

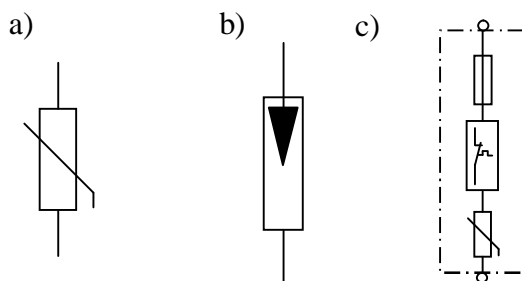
Iskiernik (rys. 16) składa się z dwóch elektrod umieszczonych w powietrzu w odpowiedniej odległości. Napięcie przeskoaku iskiernika zależy od odległości elektrod i warunków atmosferycznych. Przebicie iskiernika powoduje zapalenie się łuku elektrycznego podtrzymywanego przez napięcie sieci chronionej. W sieci powstaje zwarcie, które może być usunięte przez krótkotrwałe odłączenie sieci spod napięcia. Wady iskiernika:

- nie zapewnia przerwania prądu zwarciovego po stłumieniu przepięcia,
- czas zadziałania zależy od wartości napięcia udarowego.



Rys. 16. Iskiernik: a) zainstalowany na izolatorze stojącym; b) schemat włączenia
1 – elektroda dolna, 2 – elektroda górna, 3 – uchwyt, 4 – izolator, 5 – przewód fazowy, d – odległość elektrod [2, s. 271]

Warystorowi ochronnik przepięciowy jest podzespołem półprzewodnikowym o nieliniowej charakterystyce rezystancji, zależnej od wartości przyłożonego do niego napięcia. Gdy napięcie przekroczy ono pewną wartość, charakterystyczną dla danego typu (modelu) warystora, jego rezystancja szybko maleje z początkowych setek kiloomów do zaledwie kilkunastu. Dzięki temu przez warystor i elementy połączone z nim szeregowo płynie duży prąd powodujący przepalenie (wyłączenie się) bezpiecznika (rys. 17c), a zarazem wyłączenie urządzenia. Ma to miejsce wówczas, gdy warystor jako zabezpieczenie przeciwprzepięciowe połączony jest równoległe ze źródłem napięcia. W trakcie pracy jako odgromnik, przy włączeniu szeregowo pomiędzy piorunochronem a uziemieniem, mała rezystancja warystora, wywołana ogromnym napięciem pioruna, pozwala na swobodny przepływ prądu do ziemi.



Rys. 17. Rysunek przedstawiający: a) symbol graficzny warystora; b) symbol graficzny ogranicznika przepięć, c) schemat elektryczny ograniczników przepięć kl. II.

Norma PN-IEC 60364 określa cztery kategorie przepięć.

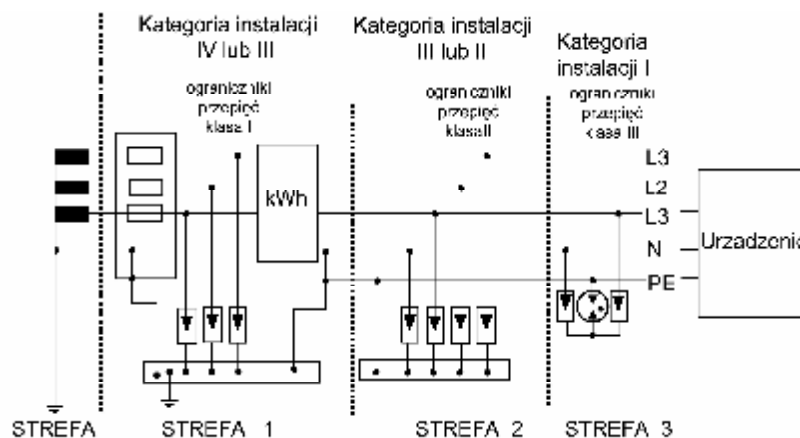
- kategoria I - obejmuje urządzenia, których poziom przepięć jest ograniczony np. przez ograniczniki przepięć; przepięcia te nie powinny przekraczać 1,5 kV,
- kategoria II - obejmuje urządzenia zasilane z obwodów nienarażonych na bezpośrednie wyładowanie atmosferyczne, ale narażonych na przepięcia łączeniowe i przepięcia atmosferyczne; przepięcia te powinny być zredukowane do 2,5 kV,
- kategoria III - obejmuje obwody i instalacje narażone na przepięcia atmosferyczne zredukowane oraz przepięcia łączeniowe; przepięcia te nie powinny przekraczać 4 kV,
- kategoria IV - obejmuje urządzenia, w których ochrona i instalacja muszą być projektowane z uwzględnieniem przepięć zarówno atmosferycznych, jak i łączeniowych; przepięcia ograniczone do 6 kV.

Kategorie przepięć to podstawowe wymagania w zakresie ochrony przepięciowej, dostosowane do systemu sieci i występujących w niej zagrożeń. Ograniczniki przepięć

przeznaczone do montażu w instalacji elektrycznej do 1000 V podzielono na 4 klasy:

- klasa A – ograniczniki przepięć stosowane w liniach napowietrznych oznaczone literą A i przeznaczone do ochrony przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi; miejscem montażu są linie elektroenergetyczne niskiego napięcia;
- klasa 1 – ograniczniki przepięć chroniące przed prądami piorunowymi, oznaczone literą B lub I (jedyńka rzymska); przeznaczone do ochrony przed bezpośrednim działaniem prądu piorunowego, przepięciami atmosferycznymi oraz wszelkiego rodzaju przepięciami łączeniowymi; miejscem montażu jest miejsce wprowadzenia linii do obiektu budowlanego (złącze, skrzynka obok złącza, rozdzielnica główna);
- klasa 2 – ograniczniki przepięć oznaczone literą C lub II (dwójka rzymska), przeznaczone do ochrony przed przepięciami łączeniowymi, atmosferycznymi indukowanymi oraz przepięciami „przepuszczanymi” przez ograniczniki klasy 1; miejscem ich montażu są rozgałęzienia instalacji elektrycznej w obiekcie budowlanym (rozdzielnica główna, rozdzielnica oddziałowa, tablica rozdzielcza);
- klasa 3 – ograniczniki przepięć oznaczone literą D lub III, przeznaczone do ochrony przed przepięciami łączeniowymi oraz atmosferycznymi indukowanymi; miejscem montażu są gniazda wtykowe lub puszkę instalacyjną oraz chronione urządzenia.

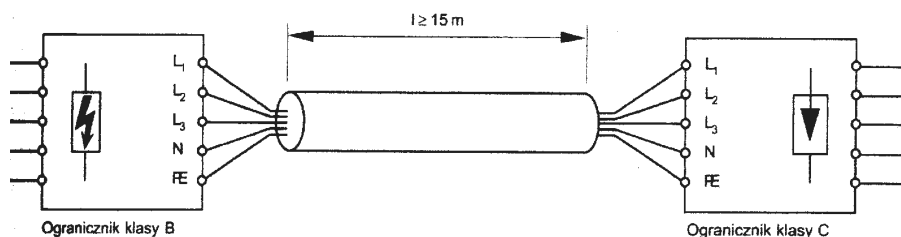
Rozmieszczenie ograniczników przepięć w instalacji elektrycznej w obiekcie chronionym w zależności od strefy zagrożenia oraz kategorii instalacji przedstawia rys. 18.



Rys. 18. Rozmieszczenie i sposób montażu ograniczników przepięć w instalacji elektrycznej w obiekcie chronionym

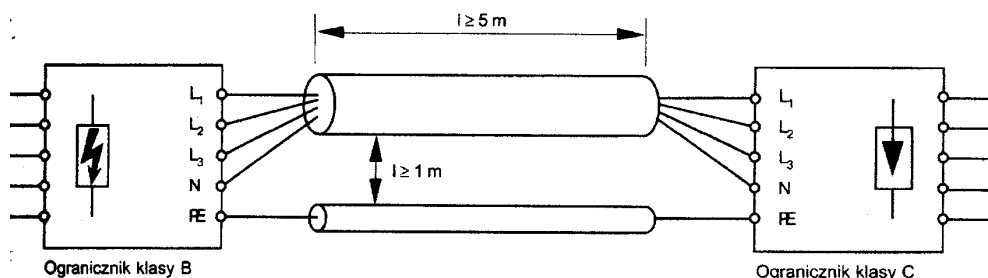
System wielostopniowy działa poprawnie tylko w przypadku dobrego skoordynowania ograniczników. Muszą to być ograniczniki o odpowiednich poziomach ograniczających przepięcia, które będą znajdowały się w odpowiednich odległościach od siebie i nie będą powodowały wpływu na siebie zapewniając odpowiednią selektywność działania. Samo zainstalowanie ograniczników nie rozwiązuje jednak problemu ochrony przed przepięciami. Szczegółowe informacje na temat eksploatacji i konserwacji ograniczników przepięć można znaleźć w normie PN-IEC 61024-1-2.

Jeżeli żyła PE ułożona jest we wspólnym kablu z żyłami L1, L2, L3 i N to wymaga się pomiędzy ogranicznikami klasy II i III kabla o długości większej bądź równej 15 m i nie ma przy tym znaczenie ułożenie kabla (rys. 19).



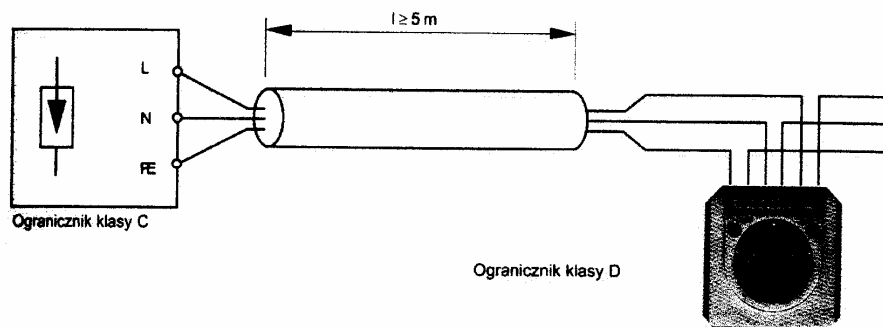
Rys. 19. Rozmieszczenie ograniczników klasy B i C dla kabla 5-cio żyłowego [8]

Jeżeli żyła PE prowadzona będzie oddzielnie a nie z żyłami L1, L2, L3 i N to wymaga się pomiędzy ogranicznikami klasy II i III kabla o długości większej bądź równej 5 m przy zachowaniu wymaganej odległości (nie mniejszej niż 1 m) żyły PE od pozostałych (rys. 20).



Rys. 20. Rozmieszczenie ograniczników klasy B i C dla kabla 4-ro żyłowego z oddzielną żyłą PE [8]

Dla koordynacji działania ograniczników klasy C i D wystarczająca jest długość przewodu 5 m (rys. 21)



Rys. 21. Rozmieszczenie ograniczników klasy C i D [8]

W urządzeniach o niewielkich mocach znamionowych, takich jak cewki napędów łączników, łączniki statyczne, sprzęt elektroniczny, itp., jako ochrona przed skutkami przepięć łączeniowy znajdują zastosowanie:

- układy RC,
- diody Zenera,
- warystorowe ograniczniki przepięć.

Wyboru wariantu ochrony przeciwprzebieciowej dokonuje się uwzględniając następujące czynniki:

- parametry chronionych urządzeń – poziom czułości urządzeń, koszty przestoju,
- rodzaj elektrycznej sieci zasilającej – sposób zasilania budynku z linii napowietrznej lub kablowej,
- prawdopodobieństwo bliskiego uderzenia pioruna - usytuowanie obiektu (strefa miejska lub wiejska), średnia roczna liczba dni burzowych w tym rejonie,

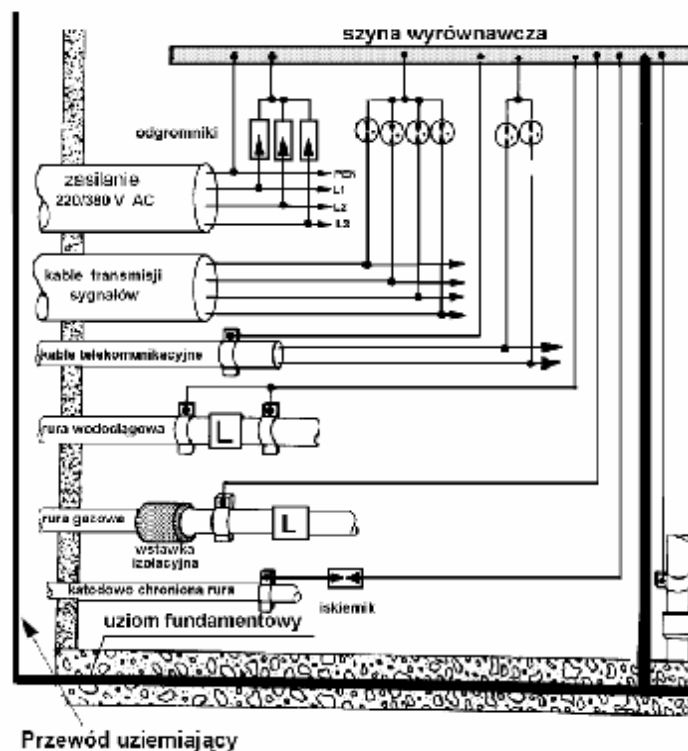
- dobór ochronników przepięciowych do instalacji – ochronniki przeciwprzepięciowe montowane w rozdzielnicy, ochronniki przeciwprzepięciowe montowane bezpośrednio przy chronionym urządzeniu.

Wykonane instalacje: piorunochronną i odgromową powinien sprawdzić specjalista z zakresu ochrony odgromowej, posiadający odpowiednie uprawnienia i umiejętności w tej dziedzinie.

Zagrożenie życia w skutek działania przepięć atmosferycznych może być zmniejszone poprzez zastosowanie ekwipotencjalizacji polegającej na połączeniu wszystkich elementów przewodzących w budynku z szyną wyrównawczą (rys. 22).

Zgodnie z normą PN-IEC 61024 1: 2001:

- ekwipotencjalizacja jest ważnym środkiem do zredukowania pożarowego, wybuchowego oraz zagrożenia życia w chronionej przestrzeni (punkt 3.1.1.),
- ekwipotencjalizacja jest osiągalna za pomocą przewodów wyrównawczych lub ograniczników przepięć łączących urządzenie piorunochronne, konstrukcję metalową obiektu, metalowe instalacje, zewnętrzne części przewodzące oraz elektryczne i telekomunikacyjne instalacje w obrębie chronionej przestrzeni (punkt 3.1.1.),
- jeśli nie jest stosowane zewnętrzne urządzenie piorunochronne, a wymagana jest ochrona przed oddziaływaniem piorunowym na wchodzące instalacje, to powinny być zastosowane połączenia wyrównawcze (punkt 3.1.1.),
- najważniejszym środkiem ochrony przed zagrożeniem życia w chronionej przestrzeni jest połączenie wyrównawcze (punkt 3.3).



Rys. 22. Przykład wyrównywania potencjałów instalacji przewodzących dochodzących do obiektu budowlanego [8]

Środki ochrony przeciwpożarowej

Podstawowym aktem prawnym normującym zagadnienia ochrony życia i zdrowia ludzkiego oraz dorobku materialnego i kulturalnego społeczeństwa przed pożarem jest Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej. (Dz.U. nr 81 z 1991 r.)

Urządzenia i odbiorniki energii elektrycznej mogą stanowić szkodliwe źródło ciepła ze względu na:

- nieprawidłowe zainstalowanie, głównie na ścianach lub zbyt blisko ścian i materiałów łatwo palnych,
- nieprawidłowe użytkowanie, w szczególności w sposób ograniczający wymianę ciepła,
- uszkodzoną izolację powodującą długotrwały przepływ prądów upływowych lub zapłon łuku elektrycznego.

W instalacjach elektrycznych w pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu pożarowym powinny być zastosowane urządzenia elektryczne i osprzęt elektrotechniczny, wytwarzane z izolacyjnych i konstrukcyjnych materiałów niepalnych lub trudno palnych, takich jak tłoczywa fenolowe i melaminowe, polichlorek winylu oraz czterofluoroetylen (teflon). Uszkodzenia izolacji urządzeń lub przewodów, które mogą wywołać stan zagrożenia pożarowego, są powodowane następującymi przyczynami:

- elektrycznymi (przebiecia, przetężenia),
- mechanicznymi (uderzenia, zginanie, skręcenie),
- środowiskowymi (zawilgocenia, przegrzania, wpływy chemiczne),
- eksploatacyjnymi (wadliwe naprawy, niewłaściwie nastawione zabezpieczenia).

Wymagania dotyczące warunków technicznych, którym powinny odpowiadać urządzenia i instalacje elektryczne ze względu na ochronę przeciwpożarową, zawarto w normie PN-IEC 60364-4-482. Wymagania te zależą od warunków środowiskowych.

W budynkach i pomieszczeniach oznaczonych symbolami BD2...BD4 o trudnych warunkach ewakuacji lub dużej liczbie przebywających osób, nie zaleca się układania przewodów w obrębie dróg ewakuacji. Jeżeli nie można tego uniknąć, to należy prowadzić przewody w osłonach lub obudowach nie podtrzymujących i nie rozprzestrzeniających ognia.

W pomieszczeniach, w których są magazynowane lub obrabiane materiały palne zagrażające pożarem, oznaczone symbolem BE2, wyposażenie elektryczne powinno być ograniczone do niezbędnego oraz dobrane i instalowane w taki sposób, aby przyrosty temperatury podczas normalnej pracy urządzeń i w czasie zakłóceń nie mogły spowodować pożaru.

Aparatura łączeniowa i zabezpieczająca powinna być umieszczona na zewnątrz pomieszczeń lub w obudowach zapewniających w danym pomieszczeniu odpowiedni stopień ochrony, lecz nie niższy niż IP4X. Obwody zasilające lub przechodzące przez pomieszczenie w warunkach BE2 powinny być zabezpieczone od przeciążeń i zwarć za pomocą urządzeń umieszczonych poza tymi pomieszczeniami.

Oprawy oświetleniowe powinny być wyposażone w obudowy zapewniające stopień ochrony co najmniej IP4X i chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi. Oprawy oświetleniowe mocowane na podłożu palnym powinny być oznaczone symbolem ∇^F . Temperatura szklanej bańki żarówki o mocy 25W, w zależności od położenia, może osiągać 90 °C, a żarówki 100W nawet 260 °C. Żarówki przykryte lub stykające się z materiałami łatwo palnymi mogą wywołać ich zapłon. Zapłon materiałów łatwo palnych stykających się następuje na ogół bardzo szybko. Jeżeli powierzchnie zewnętrzne urządzeń elektrycznych stałych mogą osiągać temperaturę powodującą zagrożenie pożarowe otaczających materiałów, to urządzenia te powinny:

- mieć obudowy wykonane z materiałów odpornych na taką temperaturę, jaka może wystąpić w urządzeniu,
- być montowane na ścianach i materiałach odpornych na taką temperaturę lub w odległościach bezpiecznych, od wszystkich materiałów i elementów narażonych na zapalenie się, w sposób zapewniający skuteczne rozpraszanie się ciepła.

Urządzenia skupione emitujące promieniowanie cieplne powinny znajdować się w odpowiednio dużej odległości od zagrożonych elementów i przedmiotów, aby występujące

gęstości promieniowania nie były większe niż wartości zagrażające zapłonem w czasie trwania narażenia. Instalacje w tych obiektach powinny być wykonane szczególnie starannie za pomocą kabli i przewodów z izolacją o zwiększonej odporności na podwyższoną temperaturę. Należy również rozważyć możliwość zastosowania następujących rozwiązań:

- kabli i przewodów o izolacji z materiałów mineralnych,
- kabli i przewodów o izolacji nie wydzielającej chloru,
- przegród przeciwpożarowych przy przejściach przez ściany i wzdłuż kanałów.

Do środków ochrony przeciwpożarowej można zaliczyć urządzenia służące do wykrywania i zwalczania pożaru lub ograniczania jego skutków, a w szczególności:

- stałe i półstałe urządzenia gaśnicze i zabezpieczające,
- urządzenia wchodzące w skład dźwiękowego systemu ostrzegawczego i systemu sygnalizacji pożarowej, w tym urządzenia sygnalizacyjno-alarmowe, urządzenia odbiorcze alarmów pożarowych i urządzenia odbiorcze sygnałów uszkodzeniowych,
- instalacje oświetlenia ewakuacyjnego,
- hydranty i zawory hydrantowe, pompy w pompowniach przeciwpożarowych,
- przeciwpożarowe kłapy odcinające, urządzenia oddymiające, urządzenia zabezpieczające przed wybuchem, oraz drzwi i bramy przeciwpożarowe, o ile są wyposażone w systemy sterowania.

Kompletny system do ochrony przeciwpożarowej składa się z:

- czujników wykrywających dym oraz nienormalne podwyższenie się temperatury,
- centrali, zbierającej informacje od czujników i włączającej alarm akustyczny, umieszczonej w miejscu, w którym zawsze ktoś przebywa.

Pożary najczęściej nie zaczynają się od nagłego wybuchu ognia, ale od tlenia się łatwopalnych materiałów w miejscu jego zaprószenia. Płomienie wybuchają nierzadko w wiele godzin po opuszczeniu pomieszczenia przez ludzi. Dlatego też istnieje duże prawdopodobieństwo, że wczesne wykrycie dymu, pozwoli na szybką lokalizację źródła pożaru i jego szybką likwidację. Nawet jednak, gdyby pożar wybuchł bez wydzielania większych ilości dymu, to i tak czujnik przeciwpożarowy może okazać się skuteczny – wyposażony jest on bowiem także w czujnik wzrostu temperatury.

Do wczesnego wykrywania pożaru służą detektory (czujniki) przeciwpożarowe. W przypadku wykrycia zagrożenia uruchamiają alarm dźwiękowy oraz alarm optyczny. Konstrukcja detektorów oparta jest na nowoczesnej technice mikroprocesorowej gwarantującej długotrwałą i niezawodną pracę. Pożar powstaje i rozprzestrzenia się w różny i trudny do przewidzenia sposób. Dlatego wskazane jest, aby w budynku znajdował się co najmniej jeden detektor jonizacyjny oraz optyczny.

Detektory jonizacyjne charakteryzują się szeroką zdolnością wykrywania pożaru, a najlepiej nadają się do detekcji szybko rozprzestrzeniającego się ognia, któremu towarzyszy niewielka ilość dymu widocznego. Mogą być umieszczane w pomieszczeniach o dużej wilgotności np. na korytarzu w pobliżu łazienki.

Detektory optyczne (fotoelektryczne) reagują szybciej na pożary, w których w pierwszej fazie występuje duża ilość dymu widocznego (wielocząsteczkowego) bez otwartego ognia np. dym z tłących się przedmiotów. Są mniej podatne na produkty spalania powstające w trakcie gotowania lub smażenia, dlatego mogą być umieszczane w pobliżu pomieszczeń kuchennych.

Pożary powstają przede wszystkim tam, gdzie ochrona przeciwpożarowa nie jest właściwie zorganizowana, a ludzie nie zdają sobie sprawy z niebezpieczeństwa i możliwości wybuchu pożaru. Niebezpieczeństwo powstania pożaru zależy od znajomości podstawowych zasad przeciwdziałaniu temu zjawisku a skutki od umiejętności zwalczania go w zarodku.

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. O jakiej zasadzie stwarzającej zagrożenie porażeniowe należy pamiętać przy montażu gniazd wtykowych?
2. Gdzie montowane są różnego rodzaju zabezpieczenia?
3. Jakie urządzenia stanowią podstawową ochronę przed skutkami przeciążeń oraz zwarc??
4. Przed czym chronią wyłączniki różnicowoprądowe?
5. Jak zabezpiecza się odbiorniki elektryczne przed skutkami działania wysokiego napięcia?
6. Jakie zadania powinny spełniać zabezpieczenia od zwarc??
7. Jakie wymagania stawia się urządzeniom zabezpieczającym przed skutkami zwarc??
8. Jak działają bezpieczniki topikowe?
9. Jak działa wyłącznik instalacyjny?
10. Co to są wyłączniki silnikowe i do czego służą?
11. Do czego służą przekaźniki termiczne?
12. Jakie znasz rodzaje przekaźników termicznych?
13. Jaka jest budowa i zasada działania przekaźnika termicznego?
14. Jaka jest budowa i zasada działania wyzwalacza termicznego?
15. Jaka jest budowa i zasada działania wyzwalacza elektromagnetycznego?
16. Jak realizuje się ochronę przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi?
17. Jak działa iskiernik ochronny?
18. Jak działa warystorowy ochronnik przepięciowy?
19. Jakie najważniejsze zasady bhp należy przestrzegać podczas pracy przy urządzeniach zabezpieczających?

4.2.3. Ćwiczenia

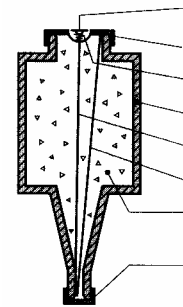
Ćwiczenie 1

Wyjaśnij zasadę działania bezpiecznika topikowego na podstawie przekroju wkładki bezpiecznikowej przedstawionej na rysunku.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie wygląd zewnętrzny i jaką rolę w instalacji elektrycznej pełnią bezpieczniki instalacyjne,
- 2) przypomnieć sobie budowę bezpiecznika instalacyjnego i uzupełnić opis rysunku,
- 3) opisać rolę poszczególnych elementów budowy wkładki,
- 4) wskazać drogę przepływu prądu przez wkładkę bezpiecznika topikowego,
- 5) wyjaśnić, na czym polega zabezpieczenie zwarciove bezpieczników topikowych,
- 6) narysować szkic przekroju wkładki po przepaleniu,
- 7) wskazać zagrożenia występujące przy nie właściwym doborze prądu znamionowego wkładki.



[2, s. 58]

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza z przekrojem wkładki bezpiecznika instalacyjnymi i bezpiecznika instalacyjnego,
- „paski” z nazwami elementów budowy wkładki do uzupełnienia rysunku,
- arkusze papieru i przybory do pisania.

Ćwiczenie 2

Wyjaśnij, na podstawie schematu ideowego, działanie przeciążeniowego zabezpieczenia silnika z wyzwalaczem termicznym.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się ze schematem obwodu głównego układu zabezpieczenia przeciążeniowego silnika,
- 2) wybrać planszę z odpowiednim, do obwodu głównego, układem sterowania,
- 3) przypomnieć sobie budowę wyzwalacza termobimetalowego i wybrać odpowiednią planszę,
- 4) opisać rolę poszczególnych elementów budowy wyzwalacza,
- 5) wskazać drogę przepływu prądu w obwodzie zabezpieczanym,
- 6) wyjaśnić, na czym polega zabezpieczenie przeciążeniowe przy zastosowaniu wyłącznika z wyzwalaczem termobimetalowym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza ze schematem ideowym zabezpieczenia przeciążeniowego,
- plansze z schematami wyzwalacza, układami pracy stycznika, układami sterowania,
- arkusze papieru i przybory do pisania.

Ćwiczenie 3

Wyjaśnij, na podstawie schematu, działanie wyłącznika zamkowego zwarciovego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się ze schematem wyłącznika znajdującym się na stanowisku,
- 2) przeanalizować uważnie schemat układu i określić rolę poszczególnych wyzwalaczy,
- 3) wskazać drogę przepływu prądu zwarciovego w obwodzie zabezpieczanym,
- 4) określić, który z wyzwalaczy wyłącza przy przepływie prądów zwarciovych,
- 5) określić, który wyzwalacz zabezpiecza przed skutkami przepływu prądów przeciążeniowych,
- 6) uzasadnić rolę zabezpieczeniową wyzwalaczy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schematy ilustrujący działanie wyłącznika zamkowego,
- literatura – np. poradnik dla ucznia,
- arkusze papieru A4 i przybory do pisania.

Ćwiczenie 4

Wyjaśnij, na podstawie schematu, działanie zabezpieczenia podnapięciowego z czujnikiem zaniku fazy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się ze schematem układu znajdującym się na stanowisku,
- 2) przeanalizować uważnie schemat układu i określić drogę przepływu prądu przy symetrycznym napięciu zasilana,

- 3) określić drogę przepływu prądu przez czujnik podczas asymetrii napięć fazowych,
- 4) określić, który z wyzwalaczy wyłącza przy przepływie prądów zwarciovych,
- 5) wyjaśnić dlaczego czujnik nie chroni przed symetrycznym spadkiem napięcia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat układu zabezpieczenia podnapięciowego z czujnikiem zaniku fazy,
- literatura – np. poradnik dla ucznia,
- arkusze papieru A4 i przybory do pisania.

Ćwiczenie 5

Wykonaj montaż, połącz według schematu ideowego i sprawdź poprawność działania zabezpieczenia nadprądowego układ instalacji elektrycznej z łącznikiem schodowym i gniazdem wtykowym z kołkiem ochronnym.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeanalizować schemat układu znajdującego się na stanowisku,
- 2) wybrać spośród elementów wyposażenia stanowiska elementy niezbędne do wykonania zadania,
- 3) sprawdzić, czy odłączone jest napięcie od szyn zasilających rozdzielnicę,
- 4) wykonać montaż mechaniczny wyłączników w rozdzielnicy,
- 5) rozplanować na ścianie rozmieszczenie elementów instalacji,
- 6) wykonać montaż mechaniczny instalacji,
- 7) wykonać połączenia elektryczne układów instalacji,
- 8) sprawdzić poprawność wykonania wykorzystując „wskaźnik” ciągłości połączenia,
- 9) podłączyć wyłączniki do szyn zbiorczych rozdzielnicy,
- 10) zgłosić nauczycielowi wykonanie zadania,
- 11) po uzyskaniu pozwolenia załączyć napięcie i sprawdzić poprawność działania układu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat instalacji z zabezpieczeniem nadprądowym,
- ściana z zamontowanym licznikiem energii i rozdzielnicą,
- skrzynka monterska z wyposażeniem,
- wyłączniki – 2 szt i osprzęt do wykonania ćwiczenia: wyłącznik schodowy, listwy elektroizolacyjne, oprawka + żarówka, puszki rozgałęźne – 2 szt., przewody (brązowy, niebieski, żółto-zielony),
- miernik uniwersalny,
- arkusze papieru A4 i przybory do pisania.

Ćwiczenie 6

Zamontuj ograniczniki przepięć kl. II w rozdzielnicy mieszkaniowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeanalizować schemat układu rozdzielnicy znajdującego się na stanowisku,
- 2) sprawdzić, czy zostało odłączone napięcie od rozdzielnicy,
- 3) zlokalizować miejsce zamontowania urządzenia urządzenie,
- 4) wykonać montaż mechaniczny ograniczników przepięć w rozdzielnicy,
- 5) przygotować przewodów do montaż elektrycznego,
- 6) wykonać połączenia elektryczne,

- 7) sprawdzić poprawność wykonania połączeń wykorzystując „wskaźnik” ciągłości połączenia,
- 8) zgłosić nauczycielowi wykonanie zadania,
- 9) po uzyskaniu pozwolenia załączyć napięcie i sprawdzić poprawność działania układu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat układu rozdzielnic,
- ściana z zainstalowanym trójfazowym licznikiem energii elektrycznej, rozdzielnicą i szyną ochronną,
- ochronniki kl. II – 3 szt.,
- skrzynka monterska z wyposażeniem,
- miernik uniwersalny,
- arkusze papieru A4 i przybory do pisania.

Ćwiczenie 7

Zamontuj zabezpieczenie podnapięciowe silnika trójfazowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się ze schematem układu znajdującym się na stanowisku,
- 2) sporządzić wykaz potrzebnych materiałów i aparatów elektrycznych,
- 3) dobrać odpowiednie przewody pod względem przekroju i kolorystyki,
- 4) sprawdzić, czy rozdzielnica jest odłączony od napięcia zasilania,
- 5) wykonać montaż mechaniczny czujnika zaniku fazy,
- 6) wykonać połączenia elektryczne do czujnika zaniku faz z silnikiem,
- 7) podłączyć czujnik do szyn zbiorczych rozdzielnic,
- 8) sprawdzić poprawność połączeń w stanie beznapięciowym,
- 9) zgłosić nauczycielowi wykonanie zadania,
- 10) podłączyć napięcie zasilające do rozdzielnic i sprawdzić poprawność działania układu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat układu zabezpieczenia podnapięciowego silnika z czujnikiem zaniku fazy (rys. 14),
- ściana z zamontowanym licznikiem energii, rozdzielnicą,
- czujnik zaniku fazy z instrukcją,
- przewody elektryczne w trzech kolorach i różnych przekrojach (odpowiednich do parametrów silnika i wymagań czujnika),
- skrzynka monterska z wyposażeniem,
- multimetr,
- literatura – np. poradnik dla ucznia,
- arkusze papieru A4 i przybory do pisania.

Ćwiczenie 8

Wykonaj montaż zabezpieczeń instalacji odbiorczej według schematu ideowego przedstawionego na rysunku poniżej.

Sposób wykonania ćwiczenia

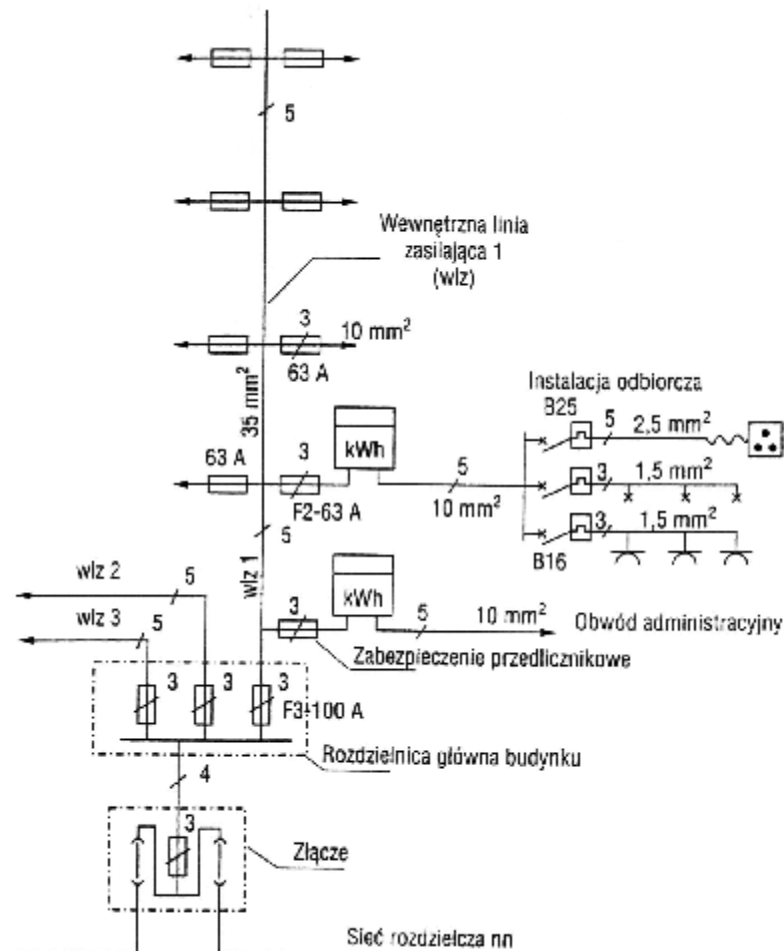
Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się ze schematem ideowym instalacji w budynku wielorodzinnym znajdującym się na stanowisku,
- 2) odszukać na schemacie instalację odbiorczą,

- 3) przygotować na stanowisku aparaty i urządzenia elektryczne niezbędne do wykonania zadania,
- 4) sprawdzić, czy rozdzielnica została odłączona od źródła zasilania,
- 5) wykonać montaż mechaniczny aparatów elektrycznych w rozdzielnicy,
- 6) wykonać podłączenie aparatów elektrycznych do obwodu zewnętrznego,
- 7) upewnić się, że nie ma napięcia na zbiorczych szynach zasilających rozdzielnicę
- 8) wykonać podłączenie aparatów do zbiorczych szyn zasilających,
- 9) sprawdzić poprawność wykonania połączeń,
- 10) zgłosić nauczycielowi wykonanie ćwiczenia,
- 11) podłączyć napięcie i sprawdzić poprawność działania instalacji i zamontowanych zabezpieczeń.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- ściana z zamontowanym licznikiem energii, rozdzielnicą do zamontowania łączników i wykonaną instalacją odbiorczą według schematu jak na rysunku,
- wyłączniki nadmiarowe o różnych prądach znamionowych,
- skrzynka monterska z kompletem narzędzi
- multimetr,
- arkusze papieru A4 i przybory do pisania.



Rys do ćwiczenia 8. Schemat ideowy instalacji w budynku wielorodzinnym [5, s. 14]

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zastosować zasadę chroniącą przed porażeniem przy montażu gniazd wtykowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wskazać miejsca montowania różnego rodzaju zabezpieczeń?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) zastosować podstawową ochronę przed skutkami przeciążeń oraz zwarców?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wymienić zadania jakie powinny spełniać zabezpieczenia od zwarców?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wymienić wymagania stawia się urządzeniom zabezpieczającym przed skutkami zwarców?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) opisać działanie bezpieczników topikowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) opisać działanie wyłącznika instalacyjnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) określić zastosowanie wyłączników silnikowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) wymienić zastosowanie przekaźników termicznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) opisać budowę i zasadę działania przekaźnika termicznego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) opisać budowę i zasadę działania wyzwalacza termicznego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) opisać budowę i zasadę działania wyzwalacza elektromagnetycznego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13) opisać budowę i działanie wyłącznika instalacyjnego nadprądowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14) zamontować wyłącznik nadmiarowo prądowy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15) zamontować i sprawdzić poprawność działania przekaźnika termicznego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16) zamontować i sprawdzić poprawność działania czujnika zaniku fazy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17) zamontować ochronnik przepięciowy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18) zamontować i sprawdzić poprawność działania wyłącznika silnikowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19) opisać działanie warystorowego ochronnika przepięcia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20) zastosować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony od porażień prądem elektrycznym, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska obowiązujące na stanowisku pracy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

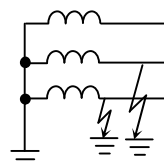
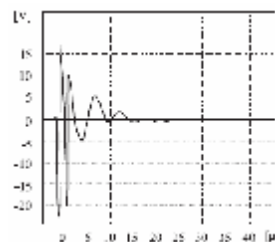
INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tą 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 kółkiem i zaznacz prawidłową.
6. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

Powodzenia!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Rysunek przedstawia
 - a) przebieg prądu zwarciovego przy zwarciu odległym.
 - b) sygnały zakłóceń impulsowych powstających przy włączaniu wiertarki.
 - c) sygnały zakłóceń powstających podczas wyładowania atmosferycznego.
 - d) przebieg napięcia indukowanego w prądnicie prądu zmiennego.
2. Zwarcia doziemne to
 - a) takie, w których zanik prądu zwarciovego w czasie jest spowodowany jedynie zanikiem składowej aperiodycznej.
 - b) połączenie metaliczne przewodów N i PE.
 - c) zwarcia, w których występuje połączenie przewodu fazowego z ziemią.
 - d) połączenie metaliczne między przewodami fazowymi L1 i L2.
3. Przedstawiony na rysunku rodzaj zwarcia to
 - a) dwufazowe z ziemią.
 - b) trójfazowe.
 - c) jednofazowe z ziemią.
 - d) dwufazowe.
4. Przepięcia łączeniowe występują podczas odłączania i załączania odbiorników energii elektrycznej i są skutkiem wystąpienia
 - a) zjawiska elektrodynamicznego.
 - b) zjawiska indukcji elektromagnetycznej.
 - c) zjawiska elektrolizy.
 - d) zjawiska przetężenia.

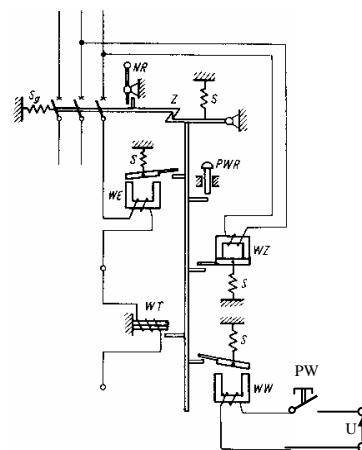


5. W mieszkaniu zaprojektowano oświetlenie składające się z 15 opraw oświetleniowych. Dla obwodu oświetleniowego zamontujesz w rozdzielniczy
 - a) 2 wyłączniki nadmiarowe,
 - b) 1 wyłącznik nadmiarowy,
 - c) 3 wyłączniki nadmiarowe,
 - d) 5 wyłączników nadmiarowych.

6. Po zamontowaniu gniazda bezpiecznika instalacyjnego do podłóża w następnej kolejności
 - a) zamontujesz wstawkę kalibrową,
 - b) umieścisz w gnieździe wkładkę topikową,
 - c) zamontujesz w gnieździe główkę,
 - d) podłączysz gniazdo do instalacji.

7. Zadaniem zabezpieczeń od zwarć jest ograniczenie skutków zwarcia i powinny one być umieszczone
 - a) na początku i na końcu każdego obwodu instalacji odbiorczej.
 - b) na początku każdego obwodu instalacji odbiorczej.
 - c) na końcu każdego obwodu instalacji odbiorczej.
 - d) w dowolnym miejscu każdego obwodu instalacji odbiorczej.

8. Rysunek przedstawia schemat ilustrujący działanie wyłącznika zamkowego. Przy przepływie prądów zwarciovych zadziała
 - a) wyzwalacz termiczny WT.
 - b) wyzwalacz podnapięciowy WZ.
 - c) wyzwalacz wybijakowy WW.
 - d) wyzwalacz elektromagnetyczny WE.



9. W przekaźniku termicznym wzrost prądu ponad wartość nastawioną powoduje przełączenie zestyku na skutek
 - a) przyciągnięcia ruchomej zwory elektromagnesu, którego cewka jest włączona w obwód główny.
 - b) stopienia się topiku w wymiennej wkładce topikowej.
 - c) wyzwiania tyrystorów, połączonych w układzie odwrotnie równoległym, impulsami zsynchronizowanymi z przejściem napięcia przez zero.
 - d) nagrzania paska bimetalu prądem w obwodzie kontrolowanym i odkształcenia w kierunku metalu o mniejszej rozszerzalności cieplnej.

10. Zabezpieczenia zwarciovne mogą być realizowane przy wykorzystaniu
 - a) bezpieczników, wyłączników samoczynnych z wyzwalaczami zwarciovymi.
 - b) przekaźników termicznych, wyłączników z wyzwalaczem przeciążeniowym.
 - c) bezpieczników, przekaźników termicznych.
 - d) bezpieczników, wyzwalaczy podnapięciowych.

11. Jako zabezpieczenia przeciążeniowe w instalacji elektrycznej zastosujesz
 - a) wyłącznik z wyzwalaczem elektromagnetycznym
 - b) energoelektroniczny wyłącznik szybki.
 - c) wyłącznik z wyzwalaczem termobimetalowym.
 - d) rozłącznik instalacyjny dźwigienkowy.

12. Kompletny system do ochrony przeciwpożarowej składa się z
 - a) czujników wykrywających dym oraz nienormalne podwyższenie się temperatury, wyłączników termicznych,
 - b) czujników wykrywających dym oraz nienormalne podwyższenie się temperatury, centrali zbierającej informacje i włączającej alarm akustyczny
 - c) złączki dwukielichowe, uchwyty lub opaski zaciskowe, gniazd piętrowe odgałęźne,
 - d) czujników termistorowych, instalacje oświetlenia ewakuacyjnego, centrali zbierającej informacje i włączającej alarm akustyczny.

13. Bezpieczniki stanowią element przewodzący
 - a) chroniący odbiorniki i instalację przed skutkami przeciążenia lub zwarcia w obwodzie.
 - b) umożliwiający zmianę stanu obwodu: załączanie, wyłączanie i przełączanie.
 - c) chroniący przewody przed uszkodzeniem mechanicznym i umożliwiają wymianę przewodów.
 - d) stosowany do łączenia przewodów instalacyjnych oraz do wykonywania odgałęzień.

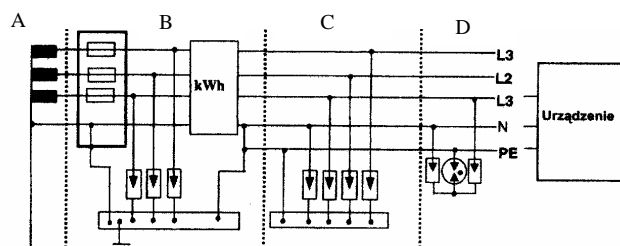
14. Rezystancja warystorowego ochronnika zależy od wartości przyłożonego doń napięcia co powoduje, że
 - a) po przekroczeniu napięcia przeskoku, następuje przebicie iskiernika i zapalenie się łuku elektrycznego pozwalając na przepływ prądu do ziemi i ograniczenie napięcia.
 - b) po spadku napięcia poniżej wartości, charakterystycznej dla danego typu warystora, jego rezystancja szybko maleje, pozwalając na swobodny przepływ prądu do ziemi i ograniczenie napięcia.
 - c) po przekroczeniu wartości napięcia, charakterystycznej dla danego typu warystora, jego rezystancja szybko maleje, pozwalając na swobodny przepływ prądu do ziemi i ograniczenie napięcia.
 - d) po przekroczeniu napięcia przeskoku, następuje przebicie iskiernika wywołując przerwę w obwodzie chronionym i ograniczenie napięcia.

15. Wykonaj montaż środków ochrony przed skutkami przeciążeń w rozdzielnicy:
 - a) odłączenie rozdzielnicy spod napięcia, wykonanie montażu mechanicznego łącznika, wykonanie połączeń elektrycznych, podłączenie napięcia do rozdzielnicy, sprawdzenie poprawności wykonania połączeń.
 - b) odłączenie rozdzielnicy spod napięcia, wykonanie połączeń elektrycznych, wykonanie montażu mechanicznego łącznika, sprawdzenie poprawności wykonania połączeń, podłączenie napięcia do rozdzielnicy.
 - c) odłączenie rozdzielnicy spod napięcia, wykonanie montażu mechanicznego łącznika, wykonanie połączeń elektrycznych, sprawdzenie poprawności wykonania połączeń, podłączenie napięcia do rozdzielnicy.
 - d) odłączenie rozdzielnicy spod napięcia, wykonanie połączeń elektrycznych, wykonanie montażu mechanicznego łącznika, podłączenie napięcia do rozdzielnicy, sprawdzenie poprawności wykonania połączeń.

16. Po wykonaniu w instalacji montażu zabezpieczeń, przed załączeniem napięcia do rozdzielnic należy
- sprawdzić obecność napięcia w obwodzie.
 - wykręcić wkładki topikowe stwarzając widoczną przerwę.
 - załączyć napięcie i sprawdzić jakości wykonanych połączeń.
 - sprawdzić poprawność wykonania połączeń w rozdzielnicach.
17. Przystępując do montażu w rozdzielnicach czujnika zaniku fazy w pierwszej kolejności należy
- sprawdzić poprawność wykonania połączeń w rozdzielnicach.
 - wykręcić wkładki topikowe stwarzając widoczną przerwę.
 - załączyć napięcie i sprawdzić jakości wykonanych połączeń.
 - sprawdzić czy rozdzielnica została odłączona od zasilania.
18. Ogranicznik przepięć klasy 3 to ogranicznik, którego
- miejsce montażu są linie elektroenergetyczne niskiego napięcia, ograniczniki przepięć stosowane w liniach napowietrznych.
 - miejsce montażu jest miejsce wprowadzenia linii do obiektu budowlanego (złącze), skrzynka obok złącza, rozdzielnica główna.
 - miejsce montażu są gniazda wtykowe lub puszki instalacyjne oraz chronione urządzenia.
 - miejsce montażu są rozgałęzienia instalacji elektrycznej w obiekcie budowlanym (rozdzielnica główna, rozdzielnica oddziałowa, tablica rozdzielcza).

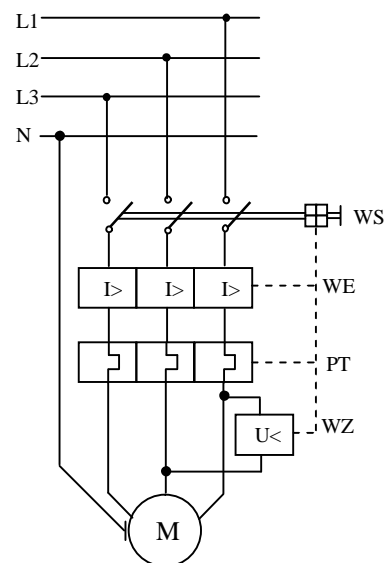
19. Ogranicznik przepięć klasy III zamontujesz w strefie oznaczonej literą

- A.
- B.
- C.
- D.



20. Na rysunku pokazano schemat układu pracy silników asynchronicznych z zabezpieczeniem przed skutkami zwarcia, przeciążeń i asymetrii napięć. W przypadku wystąpienia zwarcia w uzwojeniach powinien zadziałać

- wyzwalacz WZ.
- wyzwalacz WE.
- przełącznik PT.
- nie zadziała żaden.



KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Montowanie zabezpieczeń 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	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Bartodziej G., Kuluża E.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP, Warszawa 1997
2. Bastian P., Schuberth G., Spielvogel O., Steil H., Tkotz K., Ziegler K.: Praktyczna elektrotechnika ogólna. REA, 2003
3. Januszewski S., Pytlak A., Rosnowska-Nowaczyk M., Świątek H.: Energoelektronika. WSiP, Warszawa 2004
4. Koblarski W., Grad J.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP, Warszawa 1995
5. Markiewicz H.: Instalacje elektryczne. WNT, Warszawa 2005
6. Niestępski S., Parol M., Pasternakiewicz J., Wiśniewski T.: Instalacje elektryczne. Budowa projektowanie i eksploatacja. OWPW Warszawa 2001
7. Praca zbiorowa: Poradnik monterów elektryka. WNT, Warszawa 1997
8. Strony WWW, katalogi producentów