

Zespół Szkół Technicznych im. J. i J. niadeckich w Grudzi dzu



Laboratorium Elektryczne . Pracownia Automatyki i
Robotyki (s.48)

Instrukcja Laboratoryjna: 8. Badanie zabezpiecze instalacji elektrycznych

Opracował mgr in . Marcin Jabło ski

Celem wiczenia jest poznanie budowy i zasady działania zabezpiecze obwodów elektrycznych oraz silników elektrycznych o napi ciu poni ej 1kV oraz do wiadczenie sprawdzenie ich podstawowych waciwo ci.

13.1. Wiadomo ci ogólne

13.1.1. Rodzaje zakłóce w pracy silników i urz dze elektrycznych

13.1.2. Rodzaje zabezpiecze silników elektrycznych

13.1.2.1. Zabezpieczenie zwarciove

13.1.2.2. Zabezpieczenie przeci eniowe

13.1.2.3. Zabezpieczenie zanikowe

13.1.3. Bezpieczniki topikowe

13.1.4. Zabezpieczenia elektromagnetyczne

13.1.5. Przeka niki cieplne

13.1.6. Przykłdy rozwi za stosowanych zabezpiecze

13.1.7. Wyłcznik ochronny ró nicowopr dowy

13.1.7.1. Ochrona przed pora eniem pr dem elektrycznym

13.1.7.2. Ochrona przed dotykiem po rednim

13.1.7.3. Ochrona przed dotykiem bezpo rednim

13.2. Badania laboratoryjne

13.2.1. Wyznaczenie charakterystyki czasowo-pr dowej instalacyjnego wyłcznika sieciowego

13.2.2. Badanie zabezpiecze typu M611

13.2.2.1. Sprawdzenie działania wyzwalacza elektromagnetycznego

13.2.3. Badanie stycznika jako wyzwalacza podnapi ciowego

13.2.4. Badanie poprawno ci działania wyłcznika ochronnego ró nicowopr dowego

13.2.4.1. Sprawdzenie działania przycisku testuj cego

13.2.4.2. Wyznaczanie warto ci pr du ró nicowego

13.2.5. Pokaz działania czujnika zaniku fazy

13.3. Uwagi i wnioski

13.1. Wiadomości ogólne

13.1.1. Rodzaje zakłóceń w pracy silników i urządzeń elektrycznych

Urządzenia elektryczne (np. silniki, aparaty elektryczne, transformatory), a także instalacje przystosowane do pracy przy obciążeniu prądowym nieprzekraczającym pewnej maksymalnej wartości skutecznej, przy zachowaniu ściśle określonych warunków, wśród których podstawowy stanowi temperatura otoczenia. Największą skuteczną wartość prądu, który może płynąć w danym urządzeniu elektrycznym, nie powodując jego nadmiernego nagrzewania, nazywamy **prądem znamionowym**. Jeżeli natomiast prąd nie przekracza wartości znamionowej to przewody i części wodociągowe ustalonej temperatury mniejszej od dopuszczalnej, przy której ilość ciepła, określona wzorem (13.1) oddawana jest do otoczenia

$$Q = RI^2t \quad (13.1)$$

gdzie: R - rezystancja obwodu, przez który płynie prąd, I - natężenie prądu, t - czas przepływu prądu.

W praktyce występują jednak zakłócenia stanu pracy urządzeń elektrycznych, podczas których płynący w nich prąd może osiągać wartości znacznie większe od znamionowej. Zakłócenia te można podzielić na dwie grupy:

1. uszkodzenia urządzenia,
2. nienormalne warunki ich pracy.

Do grupy pierwszej należą zwarcia, natomiast do grupy drugiej przeciążenia, obniżenie lub zanik napięcia oraz niekiedy wzrost napięcia. Dalsze rozważania związane ze skutkami tych zakłóceń będą dotyczyły w zasadzie tylko silników elektrycznych.

Zwarcie elektryczne występuje w wyniku połączenia dwóch miejsc obwodu elektrycznego, charakteryzujących się różnymi potencjałami, za pomocą elementu o znikomym oporem rezystancji. W wyniku zwarcia elektrycznego płynie tzw. prąd zwarciaowy o dużej natężeniu.

Zwarcia wynikają z uszkodzenia izolacji spowodowanego przez nadmierny wzrost napięć elektrycznych, mechanicznych lub cieplnych będących przez zmniejszenie siły wytrzymałości mechanicznej urządzenia. Zwarcie w obwodzie silnika powstaje wówczas, gdy ulega zniszczeniu izolacja między uzwojeniami (elementami) sąsiednich faz, między uzwojeniem a obudową lub, gdy nastąpi połączenie pomiędzy zaciskami na tabliczce.

Wartość prądu zwarciaowego przewyższa prąd znamionowy (często nawet kilkaset razy) i wywołuje groźne skutki cieplne oraz dynamiczne. Towarzyszy temu powstawanie łuku elektrycznego. Niewyłączony w porę może zniszczyć silnik i aparaty, a ponadto stwarza niebezpieczeństwo dla otoczenia. W przypadku powstania zwarcia, urządzenia zabezpieczające powinny spowodować natychmiastowe odcięcie od zasilania tych wszystkich urządzeń, przez które przepływa prąd zwarcia.

Przeciążenie elektryczne to zjawisko przepływu przez element większego prądu elektrycznego (o kilkudziesięciu procent) niż prąd znamionowy tego elementu (obwodu elektrycznego), który może być niebezpieczny, jeżeli ma charakter długotrwały. Zjawisko to powoduje wydzielanie się ciepła.

Przeciążenie może być spowodowane procesem technologicznym (np. obciążenie silnika zbyt dużym momentem hamującym), przerwą w jednej z faz sieci zasilającej lub nieprawidłowo przebiegającym rozruchem (np. z powodu zbyt niskiego napięcia zasilającego). W następstwie przeciążenia silnik nagrzewa się intensywnie, temperatura może przekroczyć wartość dopuszczalną, co z kolei powoduje zmniejszenie trwałości izolacji i skrócenie czasu eksploatacji silnika.

Obniżenie napięcia - może być spowodowane np. zwarcieziemnym i występuje zarówno w uszkodzonych jak i nieuszkodzonych odcinkach sieci. Obniżenie napięcia powoduje zmniejszenie momentu napędowego i prędkości obrotowej silników oraz wzrost prądu pobieranego przez silnik z sieci.

Zanik napięcia - najczęściej spowodowany wyłączeniem uszkodzonego odcinka sieci. W przypadku zaniku lub znacznego i długotrwałego obniżenia napięcia nastąpi zahamowanie silnika. Ponowny wzrost napięcia do wartości znamionowej - w przypadku braku odpowiedniego zabezpieczenia - powoduje samoczynny rozruch

silnika. Silnik pobiera znaczny prąd (najczęściej $I_r=(5...7) I_m$), który wywołuje spadek napięcia w sieci utrudniający pracę przy rozruchu.

Chcąc uniknąć szkodliwych następstw zwarć i przeciążeń oraz obniżenia lub zaniku napięcia stosuje się odpowiednie zabezpieczenia.

13.1.2. Rodzaje zabezpieczeń silników elektrycznych

Silniki elektryczne o napięciu znamionowym nieprzekraczającym 1000V powinny mieć podstawowe zabezpieczenia:

1. zwarciovowe - od skutków zwarć w uzwojeniach silnika i doprowadzeniach;
2. przeciążeniowe - od skutków przekroczenia dopuszczalnych temperatur;
3. zanikowe - od skutków zaniku napięcia lub jego powrotu po znacznym obniżeniu.

13.1.2.1. Zabezpieczenia zwarciovowe

Jako zabezpieczenia zwarciovowe stosuje się wyłączniki elektromagnetyczne lub bezpieczniki topikowe. Każdy silnik powinien mieć zabezpieczenie zwarciovowe oddzielne, lub wspólne dla grupy silników, tak dobrane, aby w przypadku zwarcia w jednym silniku, zadziałało zabezpieczenie zwarciovowe grupy silników. Prąd znamionowy zabezpieczenia powinien być tak dobrany, aby jego wartość była jak najbliższa wartości prądu znamionowemu zabezpieczanego silnika, ale jednocześnie nie tak duży, aby nie nastąpiło zadziałanie w czasie rozruchu.

W układach 3-fazowych bezpieczniki należy umieszczać we wszystkich fazach. Zabrania się zabezpieczać przewody uziemienia oraz przewody zerujące.

Jeżeli jako zabezpieczenie zwarciovowe stosuje się wyłącznik z przekaźnikiem przeciążeniowo-zwarciovym należy pamiętać o tym, aby wyłącznik miał dostateczną zdolność zwarciovą. W przeciwnym przypadku, dodatkowo należy zastosować bezpiecznik topikowy.

13.1.2.2. Zabezpieczenia przeciążeniowe

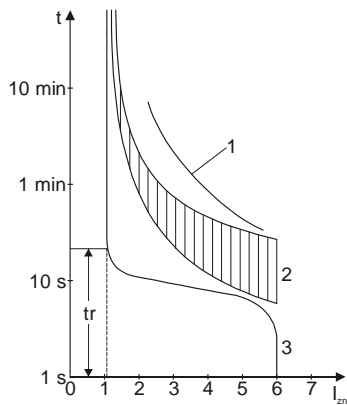
W zasadzie każdy silnik powinien mieć zabezpieczenie przeciążeniowe.

Silnik przed przeciążeniem można zabezpieczyć poprzez bezpośredni pomiar temperatury izolacji uzwojeń lub po pośredniej kontroli wartości prądu i czasu jego trwania. Najprostszymi i najlepszymi metodami są odpowiednio czujniki temperatury lub przekaźniki cieplne.

Czujniki temperatury umieszczone są po jednym w uzwojeniu każdej z faz stojana. Czujniki te powinny być tak dobrane, aby w żadnym miejscu silnika nie została przekroczona temperatura o 5°C wyższa od temperatury granicznej dla danej klasy izolacji.

Przekaźniki cieplne termobimetalowe są elementami powszechnie stosowanymi w zabezpieczeniach od przeciążeń. Krzywe zadziałania przekaźnika są pasmami pokazującymi możliwe czasy zadziałania dla konkretnych wartości prądu. Zabezpieczenia powinny mieć taki przebieg charakterystyki czasowo-prądowej, aby spełnione były dwa wymagania:

- a) wyłączenie silnika winno nastąpić w przypadku wzrostu prądu ponad wartość znamionową w czasie tak krótkim, aby nie przekroczył temperatury przejściowo dopuszczalnej przy zakłóceniach, lecz tak długim, aby maksymalnie wykorzystał moc silnika,
- b) silnik nie powinien być wyłączony w przypadku pracy w zwykłych warunkach roboczych a przede wszystkim umożliwi jego rozruch.



Rys. 2.6.1. Charakterystyki czasowo-prądowe
 1 - krzywa wytrzymałości cieplnej silnika;
 2 - pasmo możliwości działania przekaźnika;
 3 - zastępczy przebieg prądu rozruchowego silnika, t_r - czas rozruchu

Aby to sprawdzić należy sprawdzić, czy charakterystyka zabezpieczenia nie przecina się w żadnym punkcie z charakterystyką cieplną silnika i czy krzywa zastępcza prądu rozruchowego leży poniżej charakterystyki zabezpieczenia (rys.13.1).

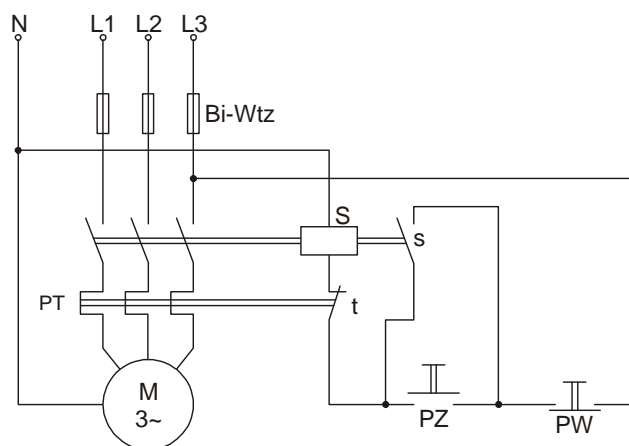
Do trudnych stanów zabezpieczenia silników przed pracą przy zasilaniu 2-fazowym występuje w przypadku braku jednej fazy (np. przerwanie obwodu przez jeden z bezpieczników).

Obciążony silnik pobiera wówczas za pomocą dwóch pracujących faz większą prąd niż przy pracy normalnej, a jego prędkość obrotowa nieco się zmniejsza. Zwiększenie się wartości prądu pobieranego przez silnik przy przerwie w jednej fazie może spowodować uszkodzenie izolacji uzwojeń. Stan pracy silnika z przerwaniem fazy można łatwo rozpoznać po tym, że obciążony silnik ma tendencję do zatrzymania się i pracuje głośniejsze niż normalnie. Jeżeli przerwa w fazie nastąpi przed uruchomieniem silnika i jeżeli ten silnik zostanie włączony do sieci, to nie wytwarza on momentu rozruchowego, pobiera z sieci duży prąd i śbuczy. Należy wówczas wyłączyć napięcie zasilające i usunąć awarię.

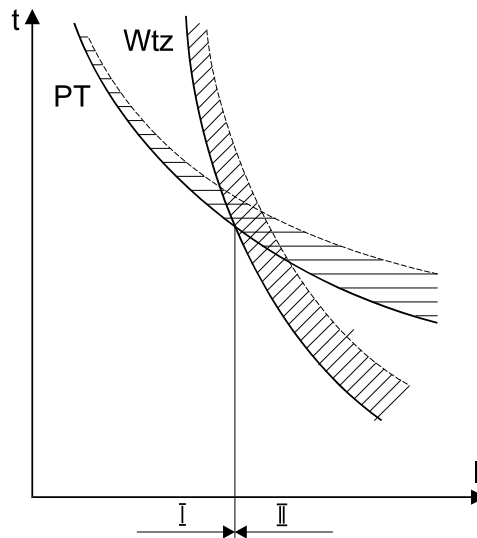
Najlepszym rozwiązaniem zabezpieczenia takiej awarii są czujniki temperaturowe lub zabezpieczenie reagujące na zanik napięcia w jednej fazie.

W tych warunkach można stosować tylko takie przekaźniki cieplne, których charakterystyki przy zasilaniu trójfazowym i dwufazowym są wyraźnie różnicowe. Zabezpieczenia przecieniowe w postaci przekaźników termicznych należy nastawić na 1,1-krotność wartości prądu znamionowego silnika. Jako zabezpieczenia przecieniowe silników stosuje się przekaźniki cieplne współpracujące z czujnikami. Na rysunku 2.6.2 pokazano schemat zabezpieczenia silnika do zwarcia i przecieni. Silnik ten jest zabezpieczony bezpiecznikami topikowymi Bi-Wtz oraz przekaźnikiem termicznym PT. Rysunek 13.3 przedstawia charakterystyki czasowo-prądowe obydwu rodzajów zabezpieczenia silnika. Z rysunku tego wynika, że przy małych krotnościach prądu silnika szybciej zadziała przekaźnik termiczny, natomiast dla dużych krotności wcześniej wyłączy się bezpiecznik topikowy.

Ponieważ obydwie charakterystyki zabezpieczenia mają przebieg pasmowy to w obszarze ich przecięcia istnieje strefa przypadkowego działania przekaźnika lub bezpiecznika.



Rys. 13.2. Zabezpieczenie silnika od zwarcia i przecieni za pomocą bezpieczników topikowych i przekaźnika termicznego



Rys. 13.3. Charakterystyki czasowo-prądowe bezpiecznika topikowego BI-Wtz i przełącznika termicznego PT, I - strefa działania przełącznika, II - strefa działania bezpiecznika

13.1.2.3. Zabezpieczenia zanikowe

Zabezpieczenia te stosuje się w celu uniemożliwienia samorozruchu silników w chwili pojawienia się napięcia, po jego zaniku, lub wówczas, gdy obniży się napięcie zasilania uniemożliwiając pracę silnika, a zabezpieczenie przeciwniowe nie jest stosowane. Samorozruch może być przyczyną szkodliwych następstw dla instalacji i urządzeń lub wręcz stanowi zagrożenie życia obsługi. Jako zabezpieczenie zanikowe stosuje się wyłączniki zapadkowe z cewki zaników lub styczniki.

Rolą zabezpieczenia specjalnego w tym przypadku elektromagnes stycznika, który powoduje bezwzględne odpadanie zwory przy obniżeniu się napięcia do wartości poniżej $50\%U_{zn}$. Niekiedy stosowane są układy kondensatorowe powodujące opóźnienie w odpadaniu zwór, włączone równoległe do cewki stycznika i przycisku wyłączającego.

13.1.3. Bezpieczniki topikowe

Bezpieczniki są to urządzenia przeznaczone do przerywania obwodu elektrycznego wówczas, gdy prąd w nim przepływa przekracza określoną wartość w ciągu dostatecznie długiego czasu.

Różni się dwa typy bezpieczników stosowanych w urządzeniach niskiego napięcia:

- bezpieczniki instalacyjne B_i ,
- bezpieczniki instalacyjne dużej mocy B_m ,

Głównym elementem takiego bezpiecznika jest wkładka topikowa, czyli przewód o przekroju właściwym dla prądu znamionowego bezpiecznika.

Działanie bezpieczników topikowych polega na stopieniu się wkładki topikowej na skutek ciepła wydzielonego podczas przepływu prądu o określonej wartości zgodnie z prawem Joula ($Q = RI^2t$).

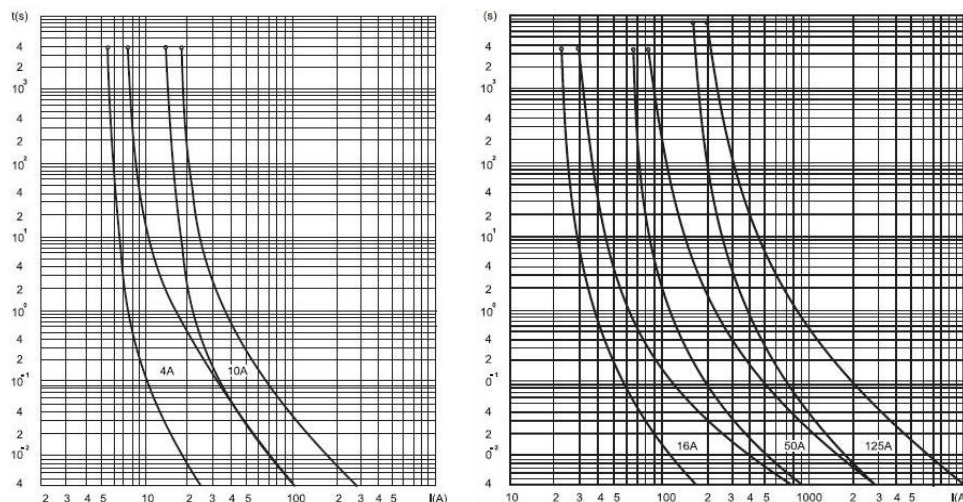
Przekrój i materiał wkładki dobiera się tak, aby wydzielone ciepło spowodowało stopienie wkładki przy założonym prądzie. Najczęściej stosowanym materiałem na wkładki topikowe jest srebro, miedź, miedź posrebrzana lub pocynowana.

Bezpieczniki instalacyjne stanowią najtańszy i powszechnie stosowany sposób zabezpieczenia zwarciovego zarówno dla silników jak i dla wszelkiego rodzaju odbiorników małej i średniej mocy oraz dla instalacji elektrycznych. W szczególnych przypadkach mogą stanowić skuteczne zabezpieczenie przeciwniowe.

Różni się wkładki topikowe o działaniu szybkim (W_{ts}) i o działaniu zwłocznym (W_{tz}). Wkładki o działaniu szybkim nadaje się do obwodów, w których nie ma dużych udarów prądowych tzn. np. do odbiorników o wietleniowych i grzejnych. Wkładki topikowe o działaniu opóźnionym wytrzymują krótkotrwałe udary prądowe i nadaje się do obwodów zasilających silniki asynchroniczne. Zależno od czasu stopienia się wkładki topikowej od natężenia prądu nosi nazwę **charakterystyki czasowo-prądowej**. Charakterystyki te -

podobnie jak dla przekaźników cieplnych - podawane są jako pasmowe. Na rysunku 13.4 przedstawiono charakterystyki czasowo-prądowe pasmowe wkładek topikowych szybkich.

Z charakterystyk wynika, że wkładka topikowa wytrzyma w stosunkowo długim czasie (rzędu 1 godz.) niewielkie przeciążenia (rzędu kilkudziesięciu procent), natomiast topi się natychmiast (w czasie setnych części sekundy) przy przeciążeniu 10-krotnie większym od znamionowego.



Rys. 13.4. Charakterystyki czasowo-prądowe pasmowe wkładek topikowych Wts 4, 10, 16, 50 i 125A

Bezpieczniki stacyjne (wielkiej mocy) posiadają dużą zdolność wyłączenia prądów i są przeznaczone do ochrony przeciwzwarciowej w obwodach, w których występują prądy robocze. Bezpiecznik taki składa się z podstawy (jedno- lub trójbiegunowej) i z wkładki topikowej. Wkładki topikowe są mocowane poprzez zaciski szczękowe. Wkładki te są budowane na prądy od 6A do 630A.

Bezpieczniki topikowe (instalacyjne i stacyjne) mają następujące wady:

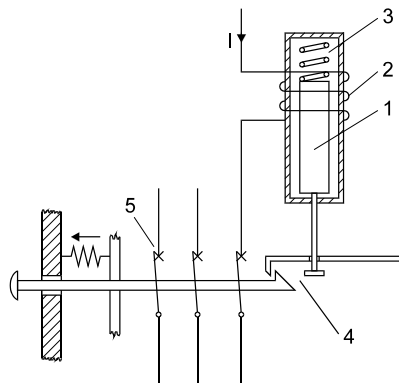
- konieczność wymiany wkładki po jednorazowym zadziałaniu,
- możliwość przerywania obwodu tylko w jednej fazie,
- rozrzut charakterystyk czasowo-prądowych.

Bezpieczniki muszą przerywać obwód **selektywnie**, tzn. bezpieczniki bliżej miejsca zwarcia lub przeciążenia powinny przerywać szybciej niż dalsze, które spełniają w tym przypadku rolę zabezpieczeń rezerwowych. Selektowność (wybiórczość) jest realizowana poprzez stopniowanie prądu znamionowego bezpieczników i będzie osiągnięta wówczas, jeżeli bezpieczniki o różnych prądach znamionowych mają takie same charakterystyki czasowo-prądowe (w odniesieniu do prądu względnego $\frac{I}{I_{bn}}$).

Charakterystyki bezpieczników zależą od jakości i dokładności ich wykonania. Przy dużych prądach zwarciovych znacznie przekraczających prądy znamionowe wkładki, ze względu na małe zróżnicowanie czasów przerywania, obwód może nastąpić równoczesne przerywanie wkładek różnych siłom stopień. Dlatego też przy zasilaniu wanych odbiorników stosuje się stopniowanie bezpieczników co dwie wartości w znormalizowanym szeregu prądów znamionowych tzn. np. 10 i 20A lub 25 i 50A.

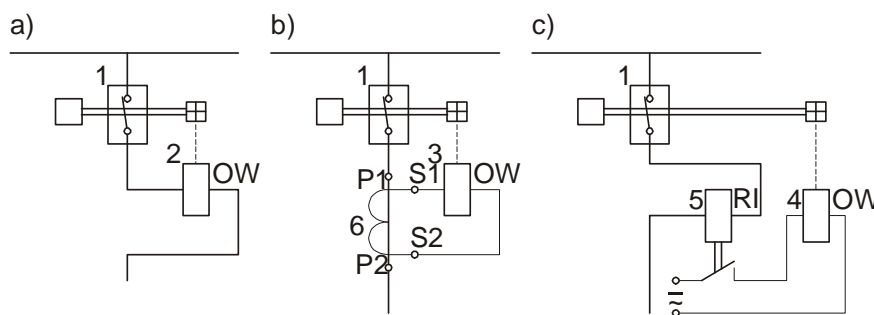
13.1.4. Zabezpieczenia elektromagnetyczne

Zabezpieczenia elektromagnetyczne w przeciwieństwie do bezpieczników topikowych, nie stanowią samodzielnych urządzeń, lecz wchodzi w skład każdego wyłącznika samoczynnego zamkowego. Wyjtek stanowi wyłącznik wyposażony w nadprądowe bloki elektroniczne spełniające podobną funkcję.



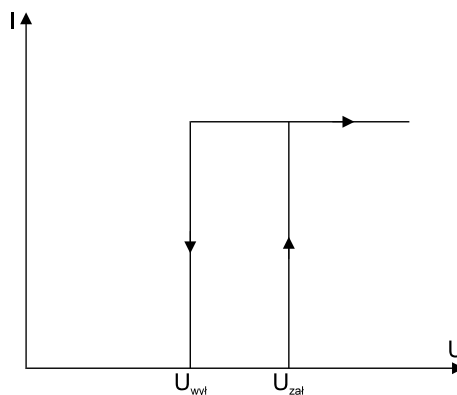
Rys.13.5. Układ elementów wyzwalacza elektromagnetycznego: 1 - rdze elektromagnesu; 2 - cewka elektromagnesu; 3 - sprężyna; 4 - zamek wyzwalacza; 5 - styki główne

Możliwe są różne rozwinięcia konstrukcyjne **wyzwalaczy elektromagnetycznych**, lecz zasada działania jest jednakowa. Cewka elektromagnesu połączona jest szeregowo ze stykami głównymi wyzwalacza (rys.13.5) i w przypadku, gdy popłynie przez nią prąd przekraczający wartość prądu nastawienia, siła elektromagnesu powoduje zadziałanie wyzwalacza. Wyzwalacz oddziałuje bezpośrednio na zwolnienie napędu wyzwalacza i powoduje rozdzielenie styków głównych. **Przekładnik elektromagnetyczny** powoduje natomiast przerwę w obwodzie sterującym przyczyniając się w sposób pośredni do rozdzielenia styków głównych (rys.13.6).



Rys. 13.6. Schematy włączenia wyzwalaczy i przekładników: a) układ z wyzwalaczem pierwotnym; b) układ z wyzwalaczem wtórnym; c) układ z przekładnikiem pierwotnym i wyzwalaczem pomocniczym; 1 - wyzwalacz, 2 - wyzwalacz pierwotny, 3 - wyzwalacz wtórny, 4 - wyzwalacz pomocniczy, 5 - przekładnik pierwotny, 6 - przekładnik wtórny

W zależności od tego, czy cewka zabezpieczenia elektromagnetycznego zasilana jest prądem głównym, czy poprzez przekładnik prądowy lub napięciowy rozróżnia się zabezpieczenia pierwotne i wtórne.



Rys. 13.7. Charakterystyka sterowania stycznika

Wyzwalacze samoczynne przewidziane na prądy znamionowe mogą być dodatkowo wyposażone w wyzwalacze (przekładniki):

- podnapięciowe (zanikowe),

- nadnapi ciowe (nadmiarowe).

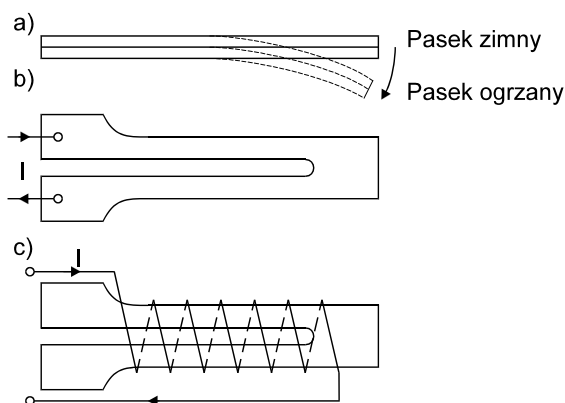
Wyzwalacze napi ciowe zanikowe s budowane jako szybkie oraz zwłeczne. Wyzwalacze szybkie powoduj bezzwłeczne otwarcie wyłczników przy zmniejszeniu napi cia do $(0,7...0,35)$ warto ci znamionowej i umo liwiaj załczenie wyłczników, gdy napi cie jest wy sze ni $0,85$ napi cia znamionowego. Wyzwalacze zwłeczne powoduj otwarcie wyłczników przy zmniejszeniu napi cia poni ej $0,35U_{zn}$ po zwłecie czasowej $(0,2...0,6)s$ nastawionej na mechanizmie zegarowym i umo liwiaj zamknie cie wyłcznika przy napi ciu mniejszym ni $0,85U_{zn}$.

Cewk steruj c w styczniku mo na równie traktowa jako wyzwalacz podnapi ciowy, który powoduje rozdzielenie styków roboczych przy obni eniu lub zaniku napi cia. Charakterystyk sterowania stycznika przedstawia rys.13.7. Przeci tne czasy załczenia lub wyłczenia zale nie od konstrukcji stycznika wynosz $(10...50)ms$.

Wyzwalacze napi ciowe nadmiarowe powoduj otwarcie wyłcznika pod wpłwem napi cia doprowadzonego do cewki wyzwalacza. Budowa ich jest podobna do wyzwalaczy elektromagnetycznych nadpr dowych. Wyzwalacze te działaj poprawnie w granicach napi cia $(0,5...1,2)U_{zn}$.

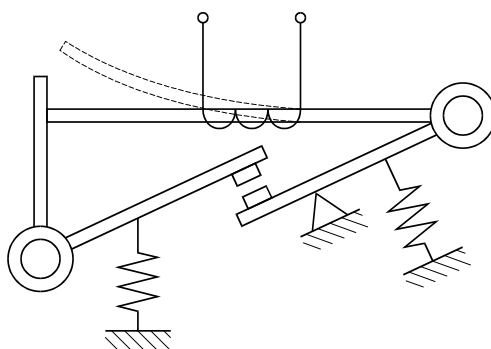
13.1.5. Przekalniki cieplne

Przekalniki cieplne s przekalniki pomiarowymi pr dowymi. Zasadniczym parametrem charakteryzuj cym włciwo ci przekalnika cieplnego jest zale no jego czasu zadziałania od krotno ci pr du znamionowego.

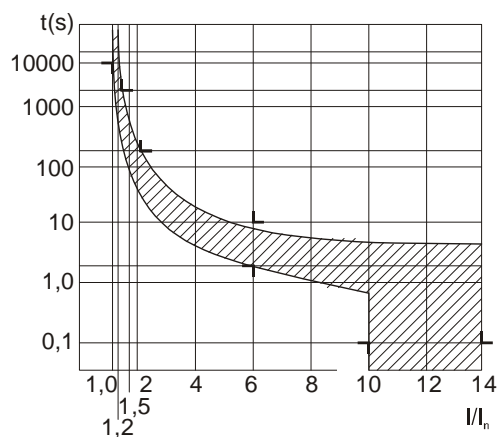


Rys. 13.8. Elementy termobimetalowe przekalników cieplnych: a) płtka bimetalowa; b) płtka ogrzewana bezpo rednio; c) płtka ogrzewana po rednio

Wisko przekalników cieplnych dział na zasadzie zmian kształtu lub wymiarów geometrycznych elementu pomiarowego pod wpłwem zmian temperatury. Najcz ciej taki element jest wykonany jako **pasek bimetalowy** skł daj cy si z dwóch sprasowanych płtek z metali o ró nych współczynnikach rozszerzalno ci cieplnej (rys.13.8a). Pasek ten nagrzewa si pod wpłwem pr du przeci enia, wygina i powoduje wyłczenie obwodu steruj cego. Pasek bimetalowy mo e by ogrzewany bezpo rednio pr dem przepływaj cym przez niego lub po rednio przez uzwojenie grzejne (rys.13.8). Mog te by konstrukcje mieszane. W wyzwalaczu cieplnym pasek bimetalowy zwalnia zapadk rygluj c mechanizm wyłczaj cy wyłcznik.



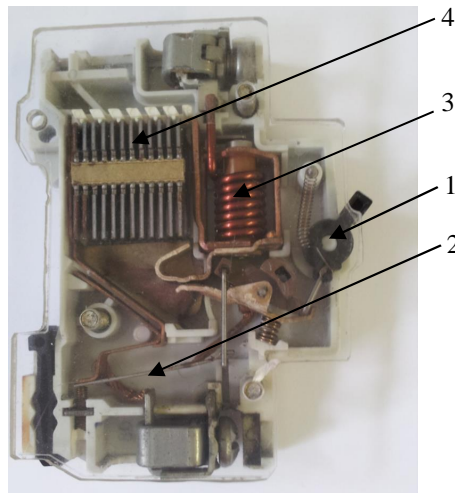
Rys. 13.9. Budowa przeka nika ciepłego



Rys. 13.10. Przebieg pasmowej charakterystyki działania wyłączników instalacyjnych silnikowych

Na rysunku 13.9 pokazano schematycznie budowę przeka nika ciepłego, a na rys.13.10 przebieg pasmowej charakterystyki działania wyłączników instalacyjnych silnikowych na prąd znamionowy do 63A i napięcie 380V.

13.1.6. Przykłady rozwiązań stosowanych zabezpieczeń



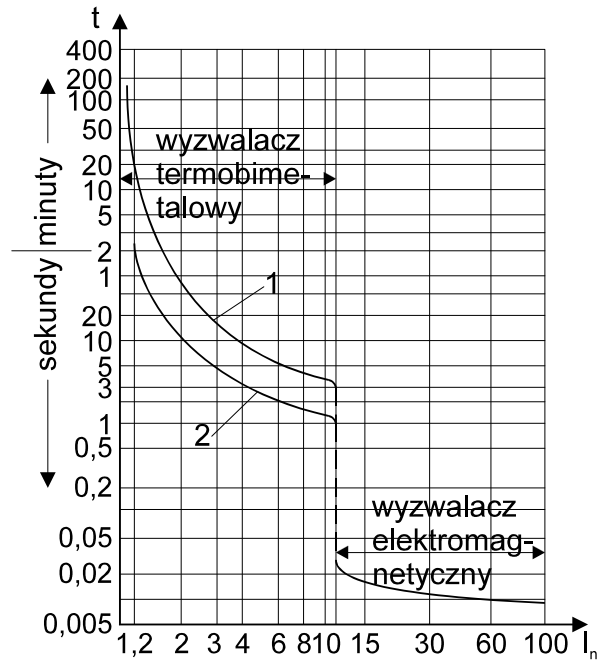
Rys. 13.11. Przekrój wyłaznika instalacyjnego, gdzie:
1 - dławik, 2 - wyłaznik termobimetalowy (przecięciowy),
3 - wyłaznik elektromagnetyczny (zwarciaowy), 4 - komora gaszeniowa

Stosowane obecnie urządzenia zabezpieczające spełniają często jednocześnie funkcje zabezpieczenia od zwarć i od przeciążeń. Przykładem mogą być **wyłazniki instalacyjne nadmiarowe**, które zawierają wyłazniki termobimetalowe i elektromagnetyczne (rys. 13.11).

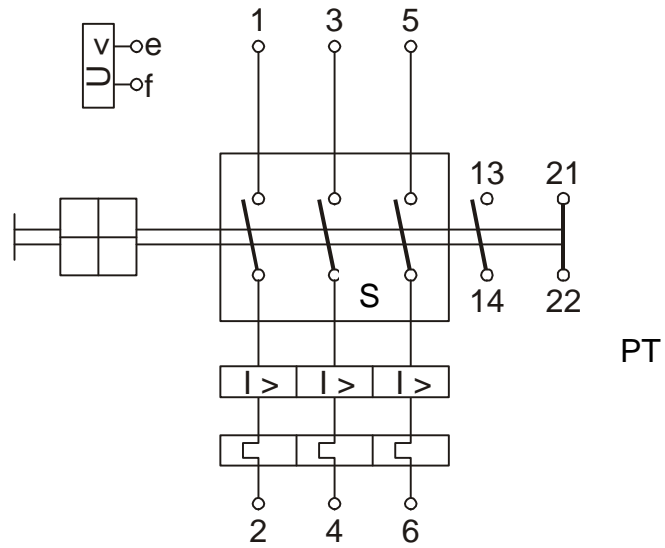
Mogą mieć dwa rozwiązania:

1. wyłaznik sieciowy o charakterystyce działania dostosowanej do ochrony przewodów od skutków przeciążeń i zwarć,
2. wyłaznik silnikowy o charakterystyce dostosowanej do ochrony silników od skutków przeciążeń i zwarć.

Wyłazniki te odznaczają się różnymi pasmowymi charakterystykami działania. Przykładowo na rysunku 13.12 pokazano charakterystykę czasowo-prądową wyłaznika silnikowego typu M611, a na rys. 13.13 jego schemat elektryczny z dodatkowym wyłaznikiem pod napięciem. Wyłazniki te mają zakresy prądów nastawczych w przedziale $(0,1...16)A$. Tor prądowy jednej fazy zabezpieczenia zawiera szeregowo połączone: styki główne (S), uzwojenie wyłaznika elektromagnetycznego ($I >$) i element grzejny termobimetalu (PT). Zadziałanie zabezpieczenia powoduje rozwarcie styków, które mogą być również otwierane lub zamykane za pomocą dwóch przycisków. Wyłaznik pod napięciem ($U <$) ma napięcie odpadania w przedziale $(0,7...0,35)U_{zn}$ a napięcie robocze $(0,85...1,1)U_{zn}$.



Rys. 13.12. Charakterystyki wyłącznika typu M611: 1 - ze stanu nienagrzanego; 2 - ze stanu nagrzanego



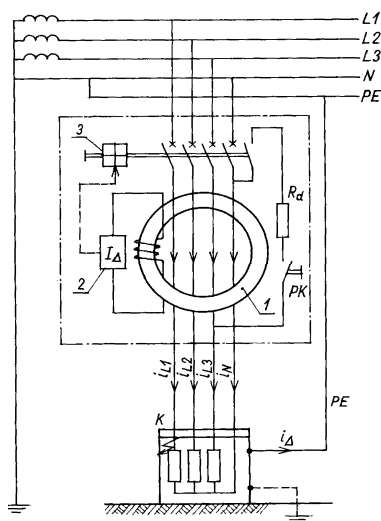
Rys. 13.13. Schemat wyłcznika typu M611 z wyzwalaczami termobimetalowym i elektromagnetycznym oraz z dodatkowym wyzwalaczem podnapięciowym

13.1.7. Wyłącznik ochronny różnicowoprądowy

Jednym z najbardziej skutecznych, obecnie szeroko stosowanych, rodzajów ochrony przeciwporażeniowej jest ochrona przy zastosowaniu urządzeń ochronnych różnicowoprądowych (wyłączniki ochronne różnicowoprądowe, wyłączniki współpracujące z przekaźnikami różnicowoprądowymi). Urządzenia ochronne różnicowoprądowe pełni następujące funkcje:

- **ochrona przed dotykiem po rdzonym** przy zastosowaniu wyżej wymienionych urządzeń, jako elementów samoczynnego wyłączenia zasilania,
- **uzupełnienie ochrony przed dotykiem bezpo rdzonym** przy zastosowaniu wyżej wymienionych urządzeń o znamionowym różnicowym prądzie nie większym niż 30 mA,
- **ochrona budynku przed porażeniami** wywołanymi prądami doziemnymi przy zastosowaniu wyżej wymienionych urządzeń o znamionowym różnicowym prądzie nie większym niż 500 mA.

Przedział działania urządzenia ochronnego różnicowoprądowego musi zawierać się w granicach $0,5 I_n \div I_n$, gdzie I_n jest znamionowym prądem różnicowym. **Urządzenia ochronne różnicowoprądowe można stosować we wszystkich układach sieci z wyjątkiem układu TN-C.**



Rys. 2.6.14. Schemat ideowy i sposób instalowania trójfazowego wyłącznika różnicowoprądowego.

Ide działania wyłączników różnicowoprądowych oparto na zasadzie zrównoważenia wypadkowego strumienia magnetycznego występującego w rdzeniu pomiarowym.

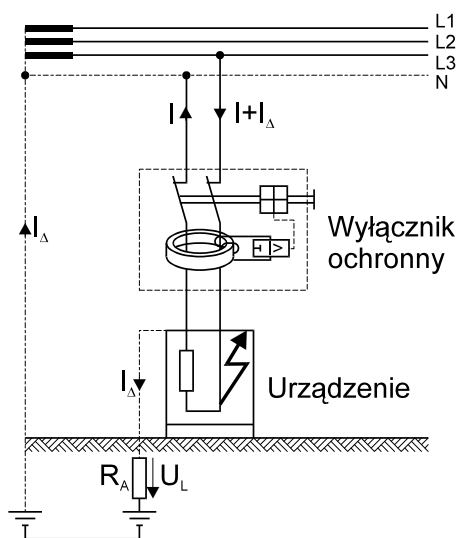
Idę t omówimy na przykładzie wyłącznika 2-biegunowego (rys. 13.14).

Podstawowym elementem wyłącznika różnicowoprądowego jest przekładnik prądowy (Ferrantiego). Przez okno rdzenia magnetycznego przeprowadzone są jako uzwojenia pierwotne przewody: fazowy L i neutralny N. Na rdzeniu przekładnika nawinięte jest uzwojenie wtórne. Układ pomiarowy (przełącznik zabezpieczeniowy) reaguje na strumień magnetyczny wywołany różnic

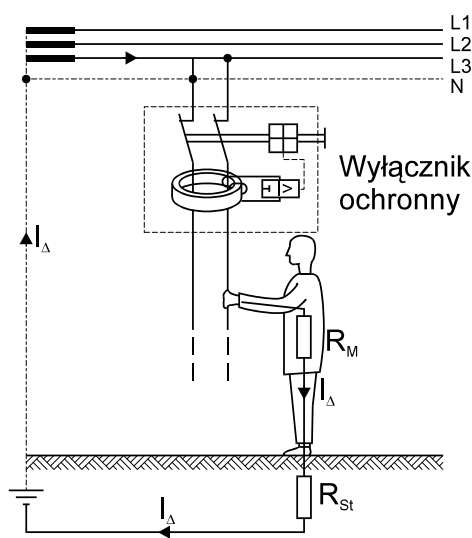
pomiędzy przewodzącymi prądami fazowym I_L i neutralnym I_N . W przypadku perfect symetrii prądów I_L i I_N suma geometryczna lub suma wartości chwilowych prądów jest równa zero i wypadkowy strumień magnetyczny płynący w rdzeniu przekładnika Ferrantiego jest równy zero.

W przypadku uszkodzenia izolacji przewodu fazowego lub neutralnego lub izolacji odbiornika obydwa prądy nie są równe. W układzie z rys. 13.13 pojawia się prąd upływu płynący w przewodzie ochronnym PE. Prowadzi to do niezrównowagi wypadkowego strumienia magnetycznego i w konsekwencji pojawia się prąd różnicowy I_{Δ} w uzwojeniu wtórnym wyłączacza nadprądowego. Jeżeli prąd różnicowy przekroczy wartość progową I_n to wówczas nastąpi zadziałanie mechanizmu zapadkowego i otwarcie wyłącznika.

Obwody elektryczne zabezpieczone wyłącznikiem ochronnym różnicowym w sieci 1-fazowej przedstawiono na rysunkach 13.15 i 13.16.



Rys. 13.15. Obwód prądu w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej urządzenia

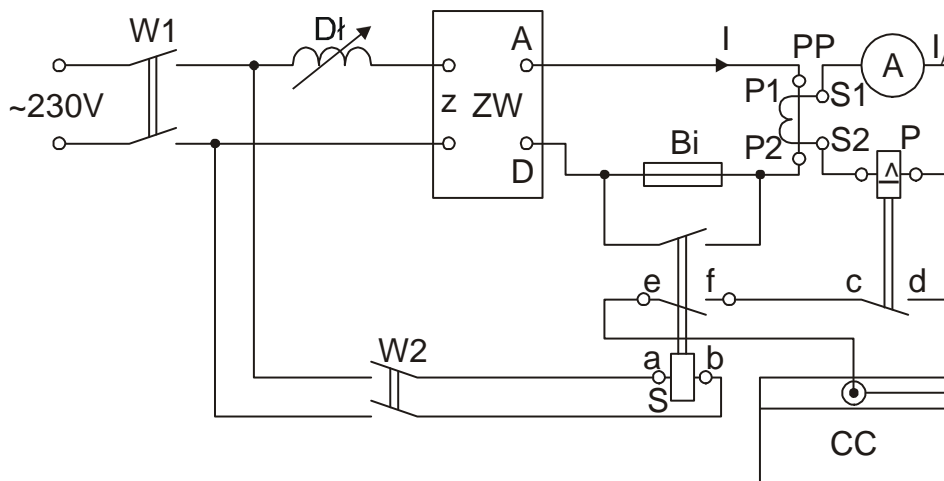


Rys.13.16. Obwód prądu przy bezpośrednim dotyku przewodu

Wyłącznik ochronny różnicowy przodwy wyłącza natychmiast, gdy wartość prądu płynącego do ziemi przekroczy wartość niebezpieczną dla człowieka, czyli 30 mA.

13.2. Badania laboratoryjne

13.2.1. Wyznaczenie charakterystyki czasowo-pr dowej instalacyjnego wyŁcznika sieciowego



Rys. 13.17. UkŁad pomiarowy do wyznaczania charakterystyk czasowo-pr dowych badanych elementÓw, W1, W2 - wyŁczniki dwubiegunowe, DŁ - dŁwika regulacyjny, ZW - zespÓłwielkopr dowy, Bi - badany wyŁcznik sieciowy, S - cewka stycznika, PP - przekŁadnik pr dowy, P - przekaŃnik nadpr dowy typu RI, CC - czasomierz cyfrowy, A - amperomierz elektromagnetyczny

W ukŁadzie pomiarowym przedstawionym na rys.13.17 dla zadanych krotno ci pr du znamionowego wyznaczy charakterystyk czasowo-pr dow instalacyjnego wyŁcznika sieciowego w nast puj cy sposób:

- zamkn wyŁczniki W2 i W1. Za pomoc dŁwika (DŁ) nastawi dan warto pr du w obwodzie probierczym. W czasie nastawiania tego pr du styki gŁwne stycznika S bocznikuj badany wyŁcznik sieciowy.
- otworzy wyŁcznik W2. Spowoduje to otwarcie styków gŁwnych stycznika i przepŁyw zadanego pr du przez wyŁcznik sieciowy. Jednocze nie zamkni cie styków pomocniczych e-f stycznika i styków c-d przekaŃnika spowoduje doprowadzenie napi cia do czasomierza CC, który zacznie odmierza czas próby.

- wyłączenie wyłącznika sieciowego w obwodzie głównym spowoduje zanik prądu w obwodzie wtórnym przekładnika PP, a więc otwarcie styków c-d przekładnika i zatrzymanie czasomierza. Należy wówczas otworzyć wyłącznik W1. Dla poszczególnych wartości prądu znamionowego wyłącznika sieciowego wykonać analogiczne badania. Wyniki zanotować w tabeli 13.1.

Otrzymane wyniki pomiarów nanieść na charakterystyk czasowo-prądową typu B zamieszczoną kości instrukcji do ćwiczenia 2.6 i zinterpretować je.

Tabela 13.1.

	I/I_{nb}	I_{nb}	I	ϑ_i	$I_A = I/\vartheta_i$	t
	-	A	A	-	A	s

13.2.2. Badanie zabezpieczenia typu M611

13.2.2.1. Sprawdzenie działania wyzwalacza elektromagnetycznego

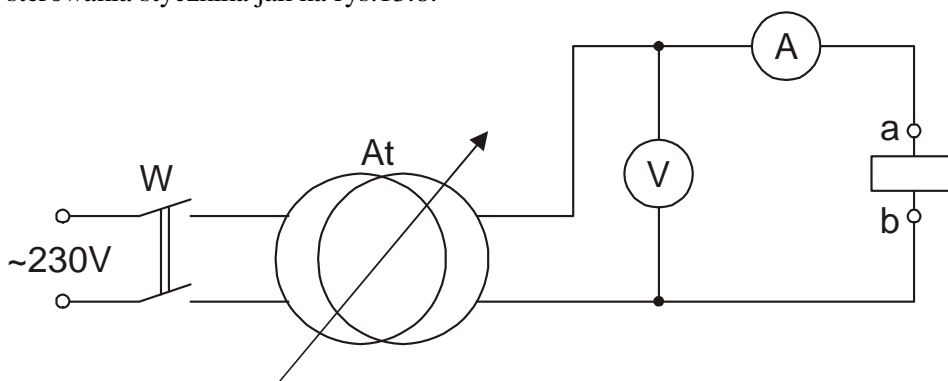
Dla podanych wartości prądu nastawczego wyznaczyć czasy zadziałania wyzwalacza elektromagnetycznego typu M611. Wyniki wpisać w tabeli 13.1. Otrzymane wyniki pomiarów nanieść na charakterystyk czasowo-prądową wyzwalacza typu M611 zamieszczoną kości instrukcji i zinterpretować je.

13.2.3. Badanie stycznika jako wyzwalacza pod napięciem

Przebieg pomiarowy jak na rys. 13.18.

Zwiększając powoli napięcie do zadziałania stycznika i następnie obniżając napięcie, zaobserwować moment w którym nastąpi opadanie zwory. Zanotować wartość napięcia i prądu w chwili zamykania zwory, prąd trzymania oraz napięcie w chwili opadania zwory. Pomiar wykonać trzykrotnie. Wyniki

zanotowa w tabeli 13.2. Na podstawie pomiarów narysowa charakterystyk sterowania stycznika jak na rys.13.8.

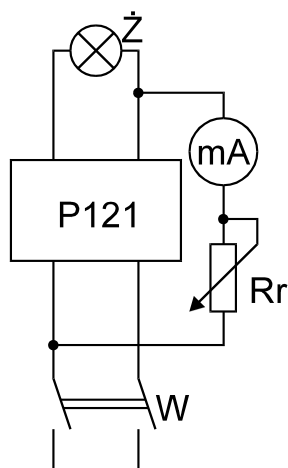


Rys. 13.18. Układ do wyznaczenia charakterystyki sterowania stycznika, At - autotransformator regulacyjny, V - woltomierz elektromagnetyczny, A - amperomierz elektromagnetyczny, S - cewka badanego stycznika

Tabela 13.2.

Lp.	U_{za}	I_{za}	I_{trzym}	U_{wy}
	V	A	A	V

13.2.4. Badanie poprawności działania wyłącznika ochronnego różnicowoprądowego typu P121



Rys. 13.19. Obwód do sprawdzenia działania wyłącznika ochronnego różnicowoprądowego

13.2.4.1. Sprawdzenie działania przycisku testującego

Sprawdzi działanie przycisku T znajdującego się na obudowie P121. Przycisk ten zwany przyciskiem testującym pozwala testować działanie wyłącznika w rzeczywistym obwodzie. Można tak łatwo do wyłączenia zasilania odbiorników.

13.2.4.2. Wyznaczanie wartości prądu różnicowego

Badania należy przeprowadzić w obwodzie jak na rys. 13.19.

Na rysunku 13.18 przedstawiono obwód zasilania żarówki zabezpieczony wyłącznikiem różnicowoprądowym typu P121 o znamionowym prądzie wyłączenia $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$. Obwód symulujący istnienie prądu różnicowego zrealizowano za pomocą regulowanego rezystora R_r wraz z miliamperomierzem. Zmniejszając rezystancję R_r zwikszamy prąd różnicowy a do wartości $I_{\Delta n}$ badanego wyłącznika różnicowoprądowego. Zadziałanie wyłącznika P121 wyłącza obwód zasilający żarówkę.

Na miliamperomierzu mA odczytujemy wartość prądu różnicowego I_{Δ} i porównujemy go z wartością znamionową $I_{\Delta n}$ wyłącznika różnicowoprądowego. Wyniki notujemy w tabelicy 13.3.

Tab. 13.3.

$I_{\Delta n}$	mA			
I_{Δ}	mA			
$I_{\Delta}/I_{\Delta n}$				

13.2.5. Pokaz działania czujnika zaniku fazy CZF

Czujnik zaniku fazy chroni silniki trójfazowe przed uszkodzeniem spowodowanym pracą przy niepełnym zasilaniu. Urządzenie wyłącza obwód zasilania cewki stycznika sterującego silnikiem w przypadku wystąpienia asymetrii napięć poszczególnych faz, a w szczególności zaniku napięcia w co najmniej jednej z faz.



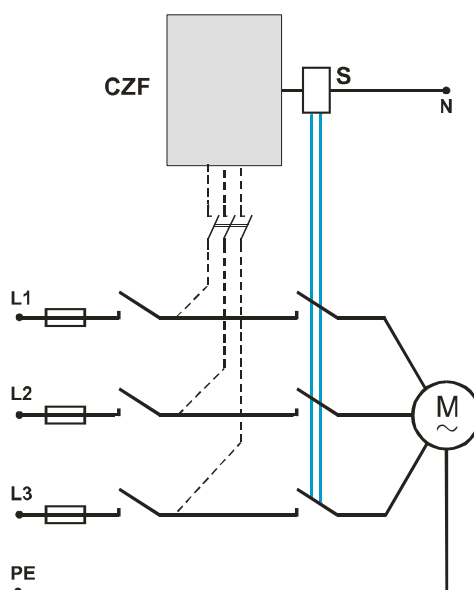
Czujnik zaniku fazy CZF

Kategoria wg. katalogu:	Aparatura elektryczna, elektroenergetyka	
Firma oferująca:	► F&F	
Telefon:	(+48 42) 227 09 71	
E-mail:	► fif@fif.com.pl	
Opis:	<p>Czujnik zaniku faz do montażu na tablicy. Styk przekładnika 10A. Stopień ochrony IP40 Czujnik zaniku faz przeznaczony jest do zabezpieczania elektrycznych silników zasilanych z sieci trójfazowej w przypadku zaniku napięcia w co najmniej jednej fazie lub asymetrii napięmiędzy fazami, grożącej zniszczeniem silnika.</p> <p>Dane techniczne:</p> <p>zasilanie.....ciągł 3x400 V+N zestyk.....1Z pobór mocy.....0,35W prąd sterujący.....10A kontrola zasilania.....LED w obwodzie faz asymetria napięciowa.....35 - 50 V napięcie zadziałania.....175 V opóźnienie wyłączenia.....3 do 5 sek. wymiary.....26x50x70mm mocowanie.....dwa wkręty do podłoża przyłącze.....przewód 0,5m stopień ochrony.....IP40</p>	

13.2. Badania laboratoryjne

Badania przeprowadzi w ukłdzie przedstawionym na rysunku 13.19.

1. Pokaz pracy silnika przy symetrycznym zasilaniu
2. Pokaz pracy silnika przy zaniku napięcia w jednej fazie i załączonym czujniku zaniku fazy
3. Pokaz pracy silnika przy zaniku napięcia w jednej fazie i odłączonym czujniku zaniku fazy



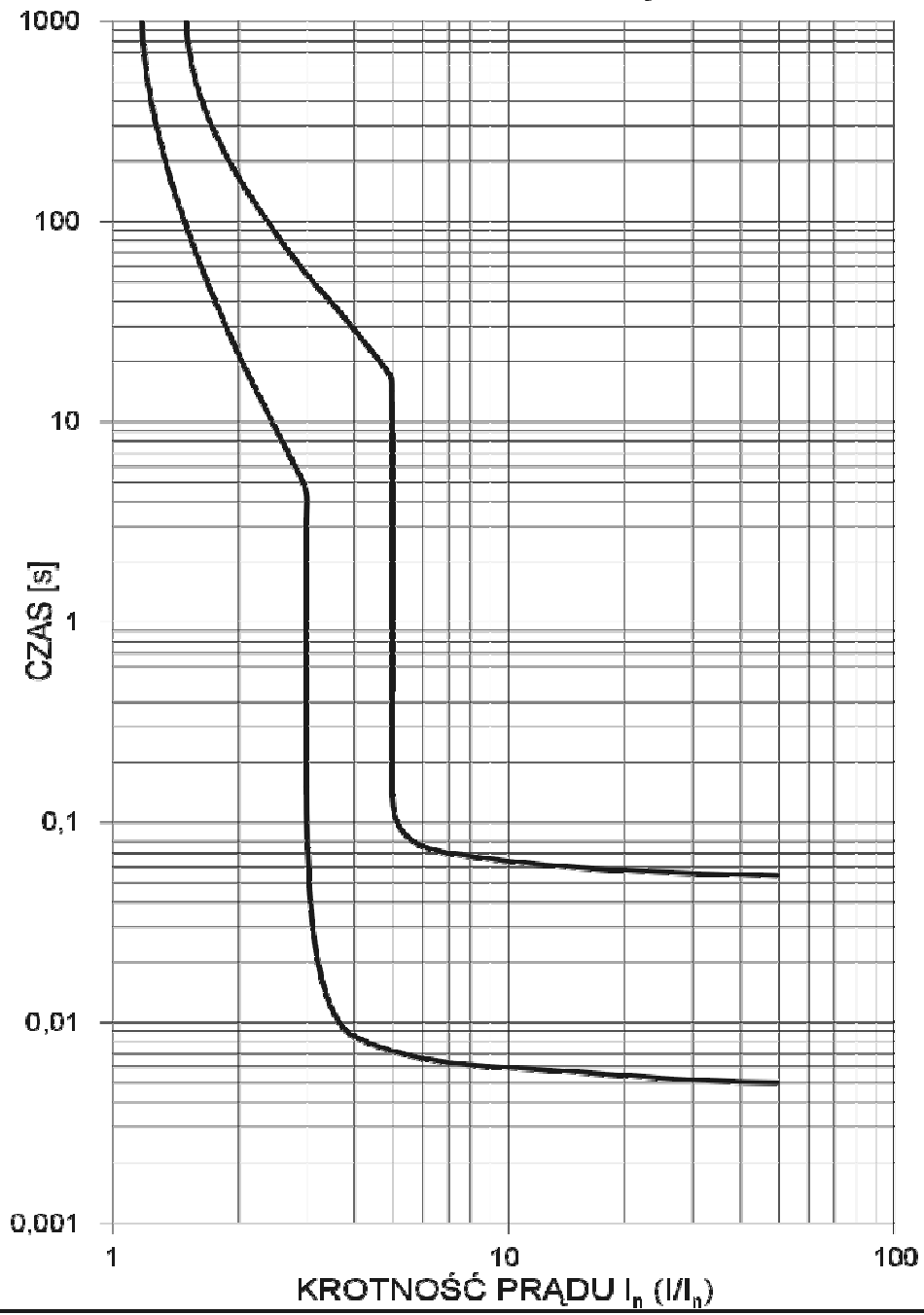
Rys. 13.20. Obwód do sprawdzenia działania czujnika zaniku fazy

13.3. Uwagi i wnioski

Dla każdego z badanych elementów zabezpieczeń (bezpiecznik topikowy, instalacyjny wyłącznik sieciowy, wyłącznik typu M611) na wyznaczone charakterystyki czasowo-prądowe należy pasma tolerancyjne wynikające z wymagań normy lub z zamieszczonych przykładowych charakterystyk.

Porównaj otrzymane wyniki i przeprowadź dyskusję wyników pomiarów.
Poda przyczyny występujących ewentualnie różnic.

CHARAKTERYSTYKA CZASOWO-PRĄDOWA TYPU B



CHARAKTERYSTYKA WYZWALACZA TYPU M 611

