

kowo wyznaczyć należy uchyb pomiaru w stosowanej w tym ćwiczeniu metodzie oscylograficznej.

Ćwiczenie 2.2. Próby urządzeń wyzwalających wyłączników w.n

1. O b j a ś n i e n i a w s t ę p n e d o ć w i c z e n i a

1.1. Klasyfikacja wyzwaczy

Wyzwalacze elektromagnetyczne stanowią niezbędne wyposażenie samoczynnych aparatów łączeniowych zarówno niskiego jak i wysokiego napięcia. Związane z tematem podstawowe definicje są następujące:

W y z w a l a c z jest to przyrząd, który pod wpływem odpowiedniej zmiany natężenia prądu w jego uzwojeniu powoduje w sposób mechaniczny otwarcie (zamknięcie) elektrycznego aparatu łączeniowego.

W odróżnieniu od wyzwacza p r z e k a ż n i k jest to przyrząd, który pod wpływem odpowiedniej zmiany wielkości elektrycznej w obwodzie jego uzwojenia dokonuje swymi zestykami zmiany w obwodach sterowniczych innych przyrządów.

W przypadku połączenia uzwojenia wyzwacza (lub przekaźnika) w szereg z biegunem aparatu łączeniowego - mówimy o wyzwaczu (przekaźniku) b e z p o ś r e d n i m.

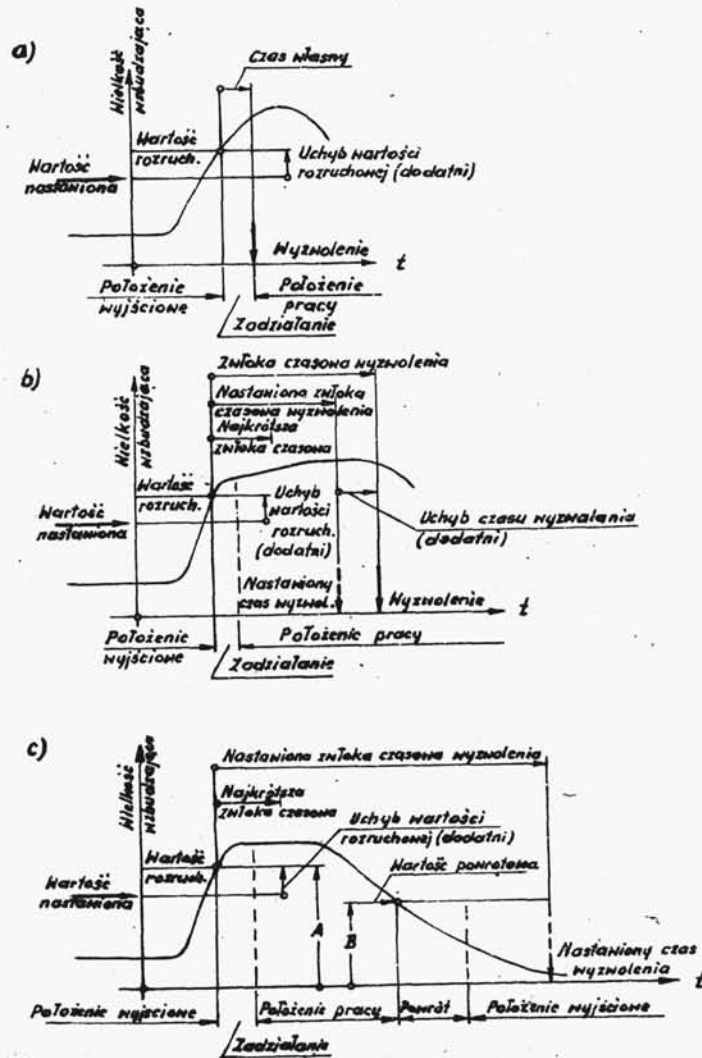
Jeśli uzwojenie wyzwacza (przekaźnika) zasilane jest przez przekładnik lub z pomocniczego źródła prądu - mówimy o wyzwaczu (przekaźniku) p o ś r e d n i m.

Ograniczając w dalszym ciągu swoje zainteresowanie do wyzwaczy wprowadzimy ich bardzo istotny podział na wyzwacze pomiarowe (zabezpieczeniowe) i pomocnicze.

Wyzwalacze pomiarowe mają za zadanie porównać z określoną dokładnością wartość rzeczywistą oddziaływującej na nią wielkości fizycznej z wartością rozruchową tej wielkości i w zależności od wyniku porównania dokonujące lub nie wyzwolenia łącznika.

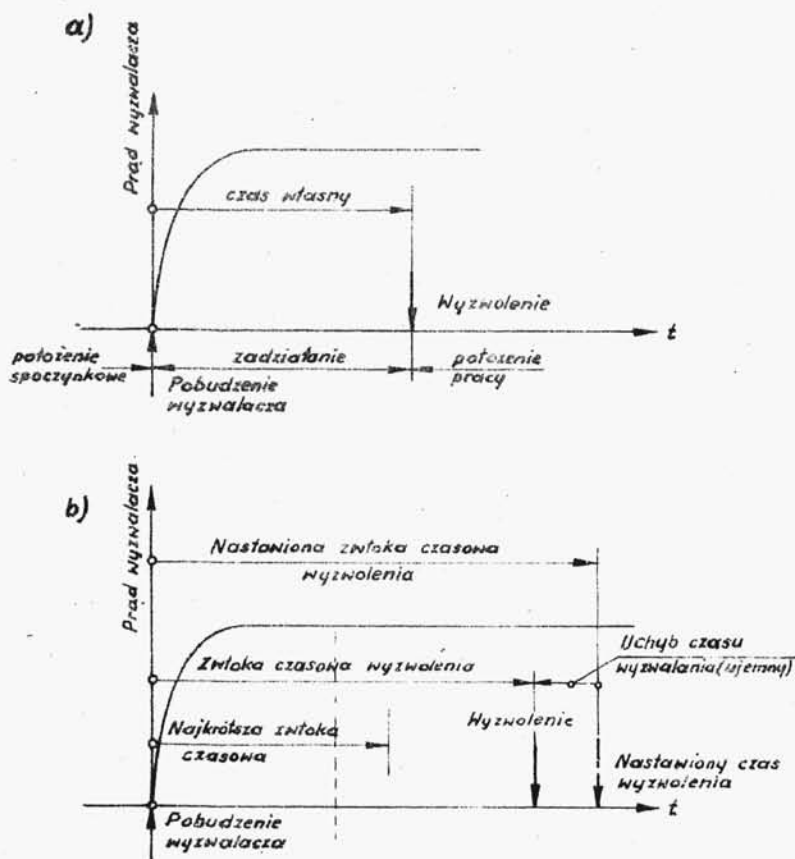
Wyzwalacze pomocnicze natomiast działają na skutek pojawienia się lub zmiany działającej na nie wielkości fizycznej - przy czym ich pewność działania musi być zapewniona w pewnym przedziale działającej na nie wielkości. Przykładowo w przy-

padku wyzwalaczy pomocniczych nadnapięciowych przedział ten obejmuje wartości napięcia w zakresie 0,75 - 1,1 napięcia znamionowego wyzwalacza.



Rys.91. Parametry idealizowanych charakterystyk działania wyzwalaczy zabezpieczeniowych a - bezzwłocznych, b - zwłocznych dla przypadku następującego wyzwolenia, c - zwłocznych - bez wyzwolenia, B/A = współczynnik powrotu

Wyzwalacze obydwu powyższych grup występują w wykonaniu prądowym (nadmiarowym) i napięciowym (nadmiarowym i niedmiarowym). Wyzwalacze nadmiarowo-prądowe dzielą się na bezpośrednie i pośrednie - napięciowe pracują oczywiście tylko w obwodach wtórnych (tj. jako pośrednie).



Rys.92. Parametry idealizowanych charakterystyk działania wyzwalaczy pomocniczych: a - bezzwłocznych, b - zwłocznych na przykładzie wyzwalacza nadprądowego

Stosowane jako wyposażenie łączników wyzwalacze nadmiarowo-prądowe występują w wykonaniu zarówno pomiarowym jak i pomocniczym. Przykładem wyzwalaczy pomiarowych jest nadprądowo-zwłoczny wyzwalacz bezpośredni i nadmiarowo-prądowy wyzwalacz pośredni pracujący w układzie wyzwalania przekładnikowego (patrz niżej).

Wyzwalacze nadmiarowo-napięciowe z kolei wykonywane są z reguły jako pomocnicze, natomiast niedmiarowo-napięciowe jako pomocnicze i pomiarowe. Wyzwalacze wzrostowo napięciowe (pomocnicze) nazywane są inaczej wyzwalaczami na prąd roboczy lub potocznie "wybijakowymi". Wyzwalacze niedmiarowo-napięciowe pomiarowe nazywane są podnapięciowymi, zaś pomocnicze - zaniżkowymi.

Ilustrację dla omawianego wyżej podziału wyzwalaczy na pomiarowe i pomocnicze stanowić mogą rys.rys. 91 i 92, podające idealizowane przebiegi charakterystyk działania wyzwalaczy obydwu grup i opisujące te charakterystyki parametry. Z przebiegu tych charakterystyk możemy wnioskować:

- wyzwalacze pomiarowe, stanowiąc odmianę przyrządów zabezpieczeniowych, muszą dysponować odpowiednią dla swoich zadań stosunkowo złożoną charakterystyką działania. Wymagać tu bowiem musimy zachowania w stosunkowo wąskich granicach wartości rozruchowych wielkości wzbudzających, wielkości odpadów i ich wzajemnego stosunku (współczynnika trzymania);

- wyzwalacze pomiarowe i pomocnicze wymagają w wykonaniu zwłocznego zachowania określonej dokładności czasu wyzwalania, tj. zachowania określonego przebiegu charakterystyki czasu wyzwalania w funkcji prądu (napięcia) wzbudzenia, tzw. charakterystyki czasowo-prądowej (napięciowej);

- wyzwalacze pomocnicze wymagają jedynie zachowania wartości rozruchowych w określonym zakresie zmienności wielkości wzbudzenia.

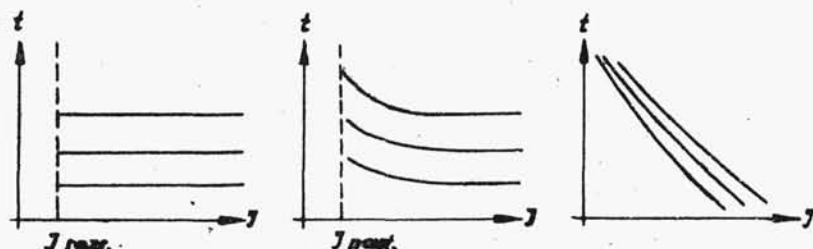
W zgodzie z powyższymi uwagami układane są programy badań wyzwalaczy. Programy takie ujmowane są na ogół w przepisach normalizowanych na łączniki, przy czym w różnych normach programy te mogą być traktowane nieco odmiennie. W niniejszym opracowaniu opieramy się głównie na projekcie normy VDE 0670/...57 (L 9).

1.2. Metodyka badań elektromagnetycznych wyzwalaczy nadprądowych zabezpieczeniowych (pomiarowych)

Pracę wyzwalacza (przekaznika) nadprądowego zabezpieczeniowego objaśnia nam jego charakterystyka czasowo-prądowa, tj. za-

leżność czasu zadziałania wyzwalacza (przełącznika) od prądu przepływającego przez jego uzwojenie.

Rozróżnia się 3 zasadnicze rodzaje charakterystyk czasowo-prądowych (rys.93):



Rys.93. Charakterystyki czasowo-prądowe: a - niezależna, b - ograniczenie zależna c - zależna

a) charakterystyka niezależna (odpowiadająca wyzwalaczom lub przełącznikom elektromagnetycznym z zewnętrznym mechanicznym członem opóźniającym lub bezzwłocznym) typowa dla zabezpieczeń zwarciowo-prądowych. Szczególnie przydatna dla stopniowania czasów poszczególnych stopni zabezpieczeń,

b) charakterystyka ograniczenie zależna (odpowiada wyzwalaczom bezpośrednim nadprądowym zwłocznym, przełącznikom nadprądowym indukcyjnym) znajduje zastosowanie podobnie jak charakterystyka niezależna i dla zabezpieczania odbiorników,

c) charakterystyka zależna (odpowiada bezpiecznikom topikowym, przyrządom zabezpieczeniowym termobimetalowym) jest odpowiednia dla zabezpieczenia od zwarć i przeciążeń odbiorników i ostatnich stopni sieci rozdzielczej (silniki, transformatory...).

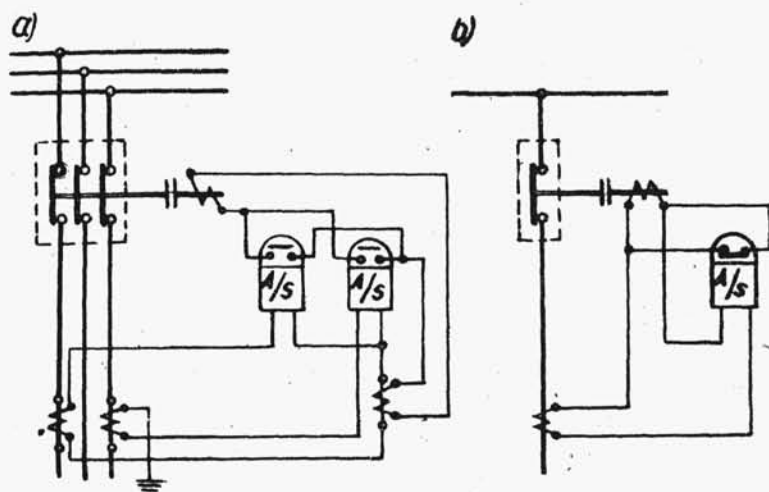
W powyższej grupie wyzwalaczy (przełączników) nadprądowych interesują nas w tym ćwiczeniu wyzwalacze o charakterystyce:

- niezależnej występujące w postaci wyzwalaczy prądowych, pracujących w układach wyzwalania przekładnikowego i rzadziej w postaci wyzwalaczy bezpośrednich,

- ograniczenie zależnej występujące w postaci wyzwalaczy bezpośrednich nadprądowo-zwłoczných.

Problemy pomiarowo-badawcze związane ze stosowaniem wyzwalaczy nadprądowych pośrednich wymagają indywidualnego trakto-

wania w zależności od układu, w jakim wyzwalacze te pracują. Dla ilustracji przytoczono na rys.94 typowe schematy układów wyzwiania tzw. "przekładnikowego" wyłączników wysokiego napięcia.



Rys.94. Przykłady układów zabezpieczeniowych z wyzwaniem przekładnikowym

W układzie z rys.94a wyzwalacz pracuje w obwodzie przekładnika nasycającego się, zamykanym stykami przełącznika nadprądowo-zwłocznego. Przekładniki nasycające się w takich układach zapewniają:

- ograniczenie prądu w obwodzie wyzwalacza przy zwarcu w obwodzie wysokiego napięcia,
- ograniczenie napięcia między zaciskami wtórnymi takiego przekładnika mimo jego pracy w warunkach roboczych w obwodzie otwartym,
- ograniczenie obciążenia przekładników prądowych wysokiego napięcia (zasilającym przekładniki pośredniczące, nasycające się).

W układzie z rys.94b wyzwalacz nadprądowy przy stanie roboczym układu jest bocznikowany stykami rozwiernymi przełącznika nadprądowo-zwłocznego. Przy określonym zakłóceniovym wzroście prądu otwierające się styki przełącznika włączają uzwojenie wyzwalacza w obwód wtórny przekładnika prądowego. W układzie

tym przekątnik dysponować musi znaczną zdolnością łączeniową, odpowiadającą prądom w obwodzie wtórnym przekładnika. Z kolei przekładnik prądowy dysponować musi dostateczną mocą wobec obciążenia jego obwodu wtórnego elektromagnesem wyzwalacza. Wyzwalacz wreszcie w takim układzie narażony jest na przepływ przez jego uzwojenie znacznie większych, niż w poprzednich układach, wartości prądów.

W związku z powyższym odpowiednie uwzględnienie naszkicowanych wyżej warunków pracy wyzwalaczy nadprądowych wymaga indywidualnej analizy i badań poszczególnych układów zabezpieczeniowych.

Badania takie, jeśli chodzi o wyzwalacz, uwzględniać muszą 3 parametry prądu wzbudzenia:

- wartość prądu (maksymalną, skuteczną),
- czas przepływu prądu,
- kształt krzywej prądu.

W zestawieniu tym wartość prądu zależy od liczby przekładników przenoszących prąd od obwodu pierwotnego do obwodu wyzwalacza i od ich liczb przetężeniowych może być mniejsza lub większa. Z kolei dodatkowo w zależności od stosunku mocy przekładników i ich obciążenia kształt krzywej prądu przepływającego przez uzwojenie wyzwalacza może być mniej lub bardziej odkształcony od przebiegu sinusoidalnego. Na ogół będzie to przebieg bardzo znacznie odkształcony. Wreszcie wyznaczany warunkami współpracy kolejnych stopni zabezpieczeń czas przepływu prądu zakłócenia będzie bezpośrednio na ciepłą wytrzymałość elektromagnesu wyzwalacza (przy koniecznym uwzględnieniu kształtu krzywej prądu).

W przypadku wyzwalaczy nadprądowych bezpośrednich problematyka badań wygląda nieco inaczej.

Z jednej strony jak dla wszystkich wyzwalaczy zabezpieczeniowych wyznaczyć tu trzeba wartości rozruchowe i powrotowe prądów wzbudzenia obok zestawów charakterystyk czasowo-prądowych, z uwagi na wyposażenie wyzwalaczy pierwotnych w wielostopniowe człony zwłoczne.

Jeśli chodzi natomiast o parametry prądu wzbudzenia - będącego w układzie rzeczywistym prądem zabezpieczonego wyzwalacza

czem obwodu pierwotnego, to zestawzić i skomentować można je następująco:

- Wartość prądu maksymalna i skuteczna wyznaczona jest parametrami obwodu bez praktycznego wpływu na nią oporności wyzwalacza.

- W związku z tym w pracy wyzwalacza pierwotnego mamy do czynienia z sinusoidalnym kształtem krzywej prądu wzbudzenia. Jest to zatem sytuacja całkowicie odmienna, niż w przypadku wyzwalacza zasilanego z przekładnika, kiedy to oporność wyzwalacza wpływała w sposób decydujący na kształt krzywej prądu. Dlatego przy badaniach wyzwalaczy bezpośrednich należy zapewnić źródło prądu próbiecznego nieodkształconego.

- Czas przepływu prądu zakłóceniewego - w tym przypadku sinusoidalnego - podobnie jak przy wyzwalaczach wtórnych, wynika z warunków pracy zabezpieczonego wyzwalaczem obwodu.

W warunkach laboratoryjnych do badania wyzwalaczy bezpośrednich używamy zwykle transformatorów wielkoprądowych małej mocy - rzędu 1 kVA. Należy wtedy pamiętać, że osiągnięte przy takim zasilaniu wyniki pomiarów mogą znacznie odbiegać od wartości otrzymanych w eksploatacji.

Przy działaniu bowiem wyzwalacza jego zwora zbliża się do rdzenia, rośnie wtedy oporność bierna uzwojenia i maleje prąd wydawany z transformatora próbiecznego małej mocy. Maleje przez to siła przyciągania zwory w porównaniu do siły występującej w znamionowych dla wyzwalacza warunkach pracy. Wtedy bowiem względna oporność elektromagnesu wyzwalacza jest tak mała, że jej wzrost praktycznie nie wpływa na wartość prądu w obwodzie.

Wyniki pomiarów w laboratorium poprawić można nieco przez regulację prądu wydawanego przez transformator w czasie działania wyzwalacza. Stosowanie źródeł prądu próbiecznego o większej mocy (napięciu) utrudnione jest na ogół z powodu kosztowności urządzeń, bardziej kłopotliwej i mniej bezpiecznej eksploatacji.

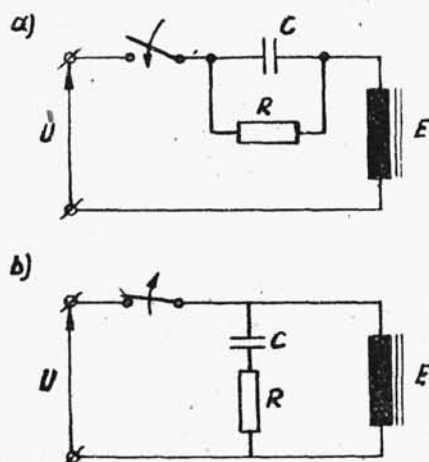
1.3. Wpływanie na czasy zadziałania wyzwalaczy elektromagnetycznych

W niektórych przypadkach zastosowania wyzwalaczy interesuje nas możliwość wpływania na ich czasy własne - zarówno w kierunku ich wydłużenia jak i skrócenia,

Przykładowo w łączniku sterowanym wyzwalaczem nadmiarowym pomocniczym możemy dążyć do skrócenia czasu własnego aparatu przy otwieraniu m.in. drogą przyspieszania działania wyzwalacza. W innym natomiast układzie przy zastosowaniu wyzwalacza podnapięciowego zależeć nam będzie na opóźnieniu odpadania wyzwalacza przy chwilowej znacznej obniżce lub zaniku napięcia. Unika się bowiem tą drogą w niektórych przypadkach pracy urządzeń elektrycznych zbędnych przestojów powodowanych wyłączaniem obwodów dotkniętych przejściowym tylko zakłóceniem w dopływie energii.

Jak wiadomo z wykładu "Obwody magnetyczne" - (L 2) możliwości wpływania na czasy charakterystyczne elektromagnesu są stosunkowo liczne:

- drogą doboru liczby zwojów cewki,
- drogą stosowania mechanicznych układów nastawczych,
- drogą stosowania dodatkowych elektrycznych układów nastawiania, z których największe znaczenie przypisać możemy układowi RC (rys.95).



Rys.95. Układy elektryczne RC dla przyspieszania (a) i opóźniania (b) elektromagnesów E

Ten ostatni układ wykorzystywać możemy dla przyspieszania zadziałania elektromagnesu (rys. 95a) w wyniku wpływania na stromość narastania prądu wzbudzenia lub dla opóźniania odpadania elektromagnesu w wyniku nagromadzenia w pojemności C pewnego zapasu

energii - rozkładającej się po przerwaniu obwodu zasilającego z odpowiednio dobraną stałą czasu w obwodzie zawierającym elektromagnes i opornik rozładowczy R.

Przy tym w przypadku przyspieszania elektromagnesu istnieje pewna optymalna pojemność C, w przypadku opóźniania pewna optymalna oporność R, przy których osiąga się największy pożądaný przez nas efekt czasowy. W związku z zasadniczymi u-

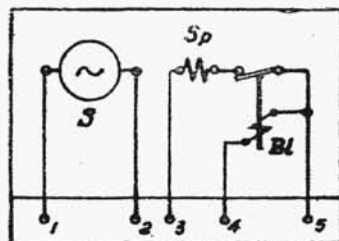
trudnieniami w analitycznym traktowaniu tego typu zagadnień, pozostaje droga eksperymentu przy szukaniu optymalnych parametrów układów opóźniających.

1.4. Pomiary czasów krótkich sekundomierzem elektrycznym

Przy pomiarze czasów krótkich w zakresie 0,1 - 20 sek., jaki interesuje nas w tym ćwiczeniu w związku z pomiarem czasów własnych wyłącznika i wyznaczaniem charakterystyk czasowo-prądowych wyzwalacza pierwotnego, przyrządem pomiarowym najchętniej stosowanym jest sekundomierz elektryczny napędzany silnikiem synchronicznym.

Czasomierz ten dzięki łatwej obsłudze i stosunkowo dużej dokładności znajduje w tego rodzaju pomiarach powszechne zastosowanie.

Na rys.96 podany jest schemat sekundomierza elektrycznego systemu AEG. Do zacisków 1,2 przyłączone są zaciski przyłączowe silniczka synchronicznego, wymagającego zasilania napięciem 220 V~ lub 110 V~. Silniczek ten napędza dwie związane ze sobą odpowiednią przekładnią wskazówki pomiarowe poprzez sprzęgło elektromagnetyczne S_p (zaciski 3,5). Obwód sprzęgła przerwać można przekaźnikiem Bl , którego uzwojenie przyłączone jest do zacisków 4,5 sekundomierza. Napięcia zasilania sprzęgła S_p i przekaźnika Bl przełączalne

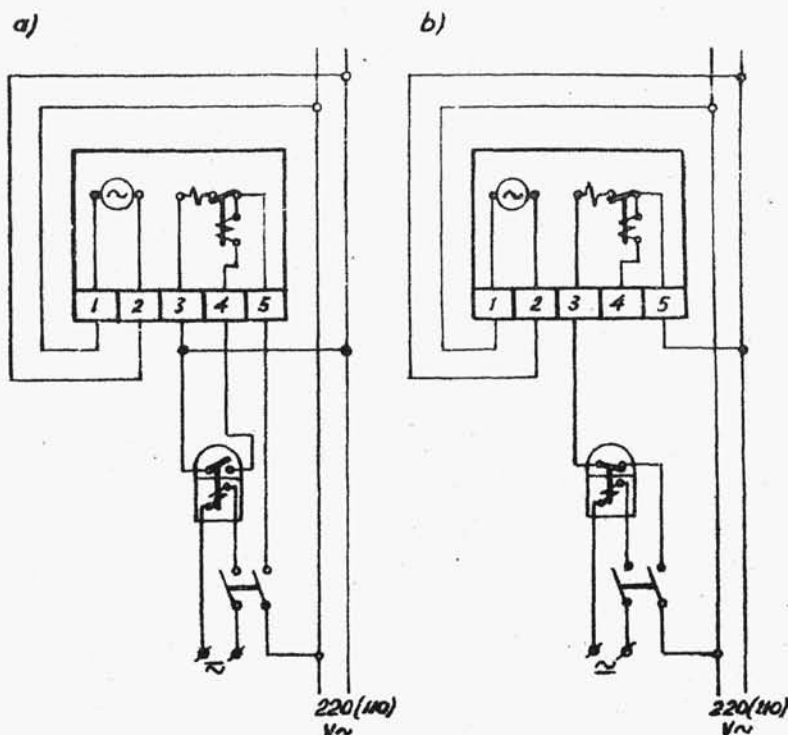


Rys.96. Schemat sekundomierza elektrycznego z silniczkiem synchronicznym: S-silnik, S_p -elektromagnes sprzęgający układ pomiarowy z silniczkem, Bl -elektromagnes blokujący (przerwywający obwód S_p)

110, 220 V~. Silnik napędowy sekundomierza uruchamiać należy przed pomiarem w celu zapewnienia jednostajnego biegu w czasie pomiaru. Uruchomienie wskazówek pomiarowych wywołuje się doprowadzeniem napięcia do zacisków 3,5 przyrządu, zaś ich zatrzymanie zdjęciem napięcia z zacisków 3,5 lub doprowadzeniem napięcia do zacisków 4,5.

W sekundomierzu tym jeden obrót dużej wskazówki odbywa się w ciągu 1 sek., małej wskazówki w ciągu 20 sek. Tarcza odpo-

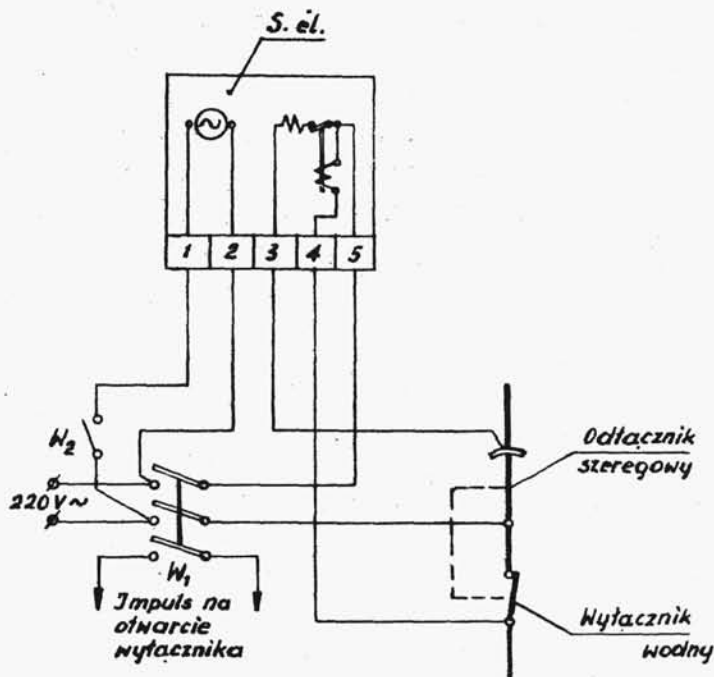
wiadająca dużej wskazówce podzielona jest na 100 części, zatem odczyt wykonywany jest z dokładnością 0,01 sek przy dokładności pomiaru $\pm 0,02$ sek.



Rys.97. Schematy układów dla pomiaru czasów własnych przekaźników pomocniczych ze stykiem zwiertnym (a) i rozwiernym (b) przy użyciu sekundomierza elektrycznego

Na rys.97, 98 podane są przykłady zastosowania sekundomierza dla pomiaru czasów charakterystycznych przekaźników i wyłącznika wodnego.

W sprawie innych metod pomiaru czasów krótkich, opartych głównie na układach elektronicznych - patrz piśmiennictwo (L 6).



Rys.98. Schemat układu dla pomiaru opóźnienia otwierania odłącznika szeregowego wyłącznika wodnego

Wykaz literatury

1. Dzierzbicki St., Tarociński Z.: Laboratorium z przyrządów rozdzielczych. PWN, W-wa 1957.
2. Elbaum J.: - Obwody magnetyczne, PWT, W-wa 1959.
3. Maksymiuk J.: Opóźnianie zadziałania wyzwalaczy zanikowych współpracujących z wyłącznikami w.n. Wiad. Elektrot. 1959, z.9, s.264-265.
4. Winiarski W.: Boczniki wielkopiętrowe w zwarciowni KWN i PR Politechniki Gdańskiej, Przegląd Elektrotechniczny 1955, z.6, s.391-396.
5. Walentynowicz B.: Zabezpieczenie silników indukcyjnych, PWT, W-wa 1956.
6. Zimmermann: Przyrządy pomiarowe radiotechniki, WKŁ, Warszawa 1962.

7. PN/E-06100: Łączniki prądu zmiennego w.n. Przepisy ogólne.
8. Łączniki o obciążalności znam. 25 A i powyżej na znam. napięcia robocze do 1000 V prądu zmiennego i do 3000 V prądu stałego (projekt normy państwowej).
9. VDE - 0670/...57 - Bestimmungen und Richtlinien für Wechselstrom-Hochspannungsschaltgeräte.

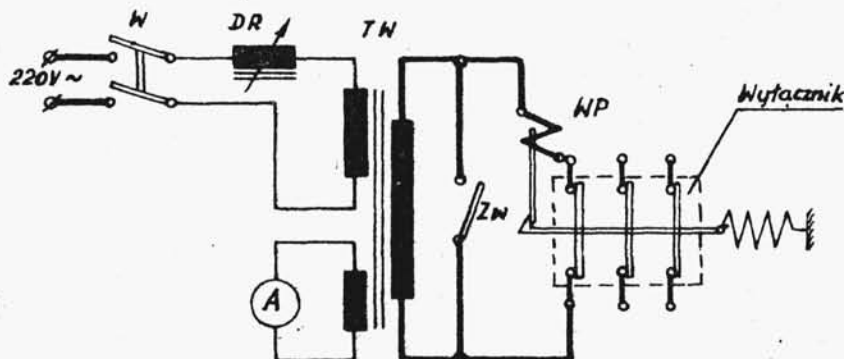
2. P o m i a r y

Ćwiczenie obejmuje badanie nadprądowego wyzwalacza bezpośredniego oraz wyzwalacza pośredniego podnapięciowego, stanowiących wyposażenie wyłącznika wysokiego napięcia.

2.1. Badanie wyzwalacza bezpośredniego

W ramach ćwiczenia wykonywane są dwie grupy pomiarów: pomiary uchybu prądu rozruchowego i pomiary czasu wyzwalania.

1. Pomiar uchybu prądu rozruchowego wyzwalacza bezpośredniego wykonywany jest w układzie z rys.99 przy zasilaniu uzwo-



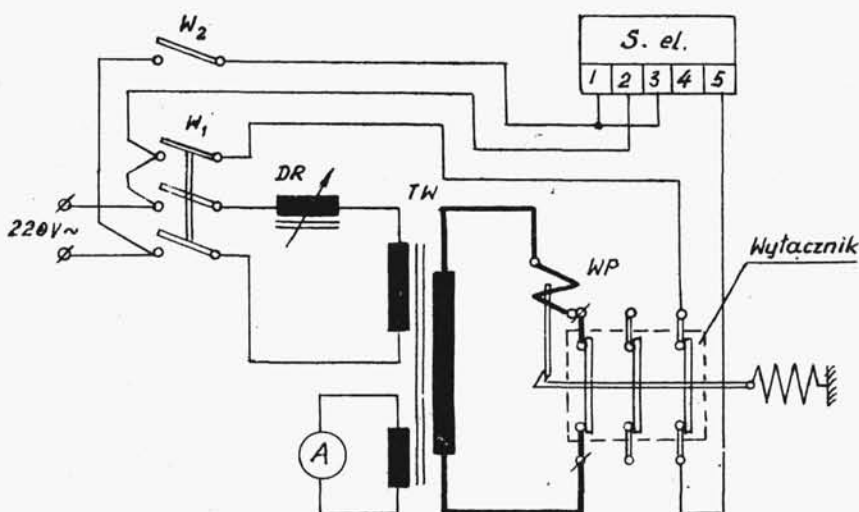
Rys.99. Schemat układu do wyznaczania uchybu prądu rozruchowego wyzwalacza bezpośredniego: WP - wyzwalacz bezpośredni, TW - transformator wielkopiętrowy, DR - dławik nastawczy, W - wyłącznik laboratoryjny, ZW - zwieracz pomocniczy

jenia wyzwalacza z transformatora wielkopiętrowego małej mocy. Przewidziany w układzie zwieracz "ZW" umożliwia wstępne nastawienie prądu probierczego (regulacja "DR") przed próbą. Istot-

nym wymogiem jest tutaj utrzymanie w czasie pomiaru stałej wartości prądu probierczego.

Identycznie jak w przypadku innych przekaźników lub wyzwalaczy przez prąd rozruchowy (napięcie rozruchowe) rozumie się g r a n i c z n ą dolną wartość prądu (lub napięcia), przy której następuje zadziałanie przekaźnika lub wyzwalacza. W przypadku wyzwalacza pierwotnego będziemy rozumieli to jako pełne przemieszczenie zwory.

Zgodnie z wymaganiami normy krajowej na łączniki prądu zmiennego w.n. (L 7), uchyb prądu rozruchowego (odniesiony do wartości nastawczej) należy sprawdzać przy skrajnych nastawieniach prądowych wyzwalacza.

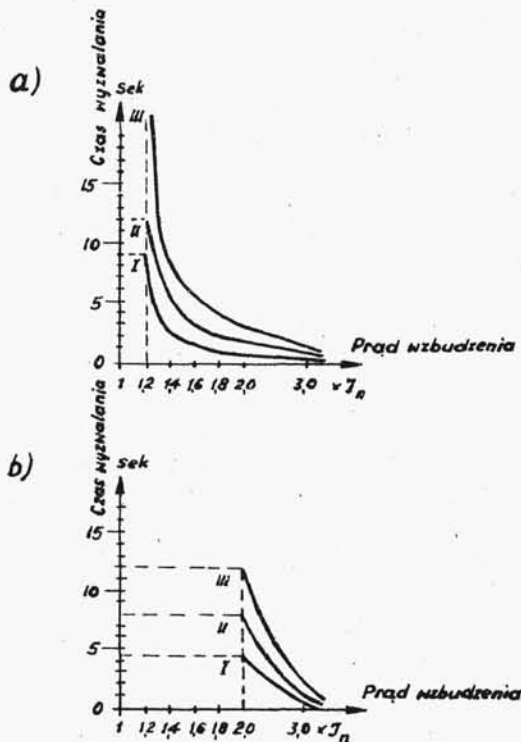


Rys.100. Schemat układu do pomiaru czasu wyzwiania wyzwalacza pierwotnego: WP - wyzwalacz bezpośredni, S.el. - sekundomierz elektryczny, TW - transformator wieloprądowy, DR - dławik regulacyjny, W_1 , W_2 - wyłączniki laboratoryjne

W ćwiczeniu, obok prądu rozruchowego wyznaczyć również należy wartości współczynnika trzymania wyzwalacza, tj. stosunku jego prądu rozruchowego do prądu odpadowego. Prąd odpadowy jest przy tym definiowany jako największa wartość prądu, przy której następuje jeszcze powrót wzbudzonego tym prądem wyzwalacza do stanu spoczynkowego przed zadziałaniem.

2. Pomiar czasu wyzwiania wyzwalacza bezpośredniego wykonywany jest w układzie z rys.100.

Czas wyzwiania wyzwalacza bezpośredniego, analogicznie jak dla wszystkich wyzwalaczy i przekaźników, zdefiniowany jest jako czas mierzony od chwili wystąpienia zmiany wielkości elektrycznej, powodującej zadziałanie przekaźnika lub wyzwalacza do chwili jego zadziałania.



Rys.101. Przykładowe rodziny charakterystyk czasowo-prądowych wyzwalacza bezpośredniego dla skrajnych wartości prądów nastawczych ($1,2 J_n$ - rys.a i $2,0 J_n$ - rys.b) i dla 3 nastawień członu zwłocznego (I, II, III)

Zależność czasu wyzwiania od wartości prądu wzbudzenia, przepływającego przez uzwojenie wyzwalacza nosi nazwę charakterystyki czasowo-prądowej. W wyzwalaczu pierwotnym różne nastawienia członu zwłocznego dają różne czasy wyzwiania przy tej samej wartości prądu wzbudzenia. W związku z tym wyzwalacz pierwotny o kilku nastawieniach członu zwłocznego można scharakteryzować dopiero zestawem charakterystyk czasowo-prądowych, wyznaczonych dla poszczególnych nastawień członu zwłocznego (rys.101).

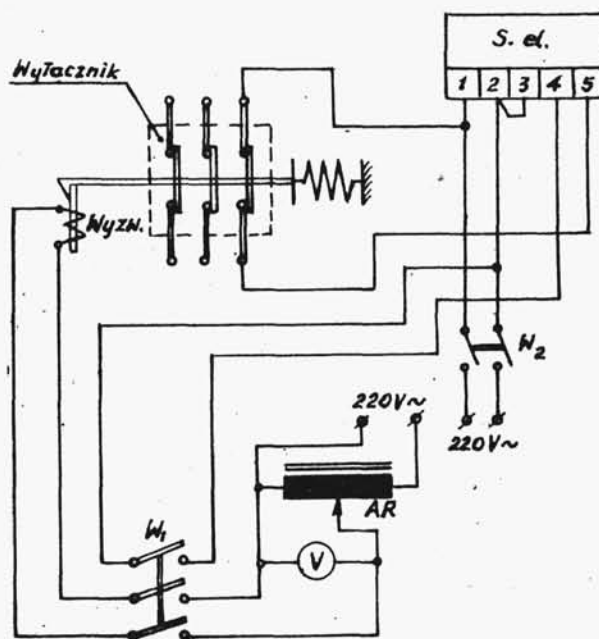
Czas wyzwiania mierzyć należy z dokładnością rzędu $\pm 0,1$ sek. Wymaganie to spełnia czasomierz elektroniczny, oscylograf pętlicowy, czasomierz elektryczny i in.

Cytowana wyżej norma krajowa (L 7) wymaga pomiaru czasów wyzwiania dla wyzwalaczy bezpośrednich przy co najmniej dwóch skrajnych i jednym pośrednim czasie nastawczym przy 1,5; 2 i 4-krotnych prądach rozruchowych dla jednej lub większej liczby wartości prądu nastawczego.

Pomiar czasu wyzwalania wyzwalacza bezpośredniego wyznaczony jest w ćwiczeniu w układzie podanym na rys.100. W układzie tym sekundomierz elektryczny mierzy sumę czasów wyzwalania wyzwalacza oraz czasu własnego łącznika, z którym wyzwalacz ten współpracuje. Czas własny łącznika zwykle o wartości $\leq 0,1$ sek należy uwzględniać dopiero przy pomiarze czasów wyzwalania w zakresie prądów największych, kiedy może on już być znaczący w porównaniu z czasem wyzwalania wyzwalacza.

2.2. Badanie wyzwalacza pośredniego podnapięciowego

W ramach ćwiczenia dokonywane jest na wstępie sprawdzenie prawidłowości działania pomiarowego wyzwalacza pośredniego podnapięciowego drogą pomiaru czasu własnego wyłącznika otwie-



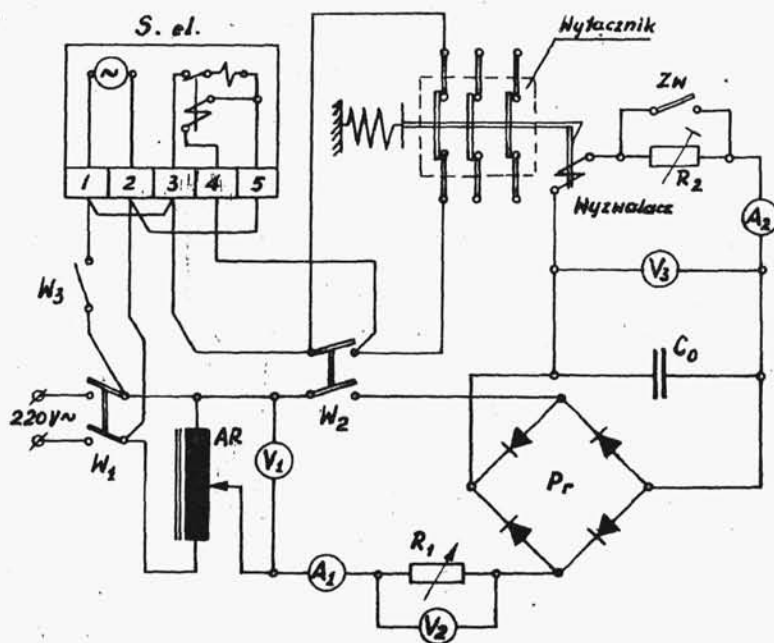
Rys.102. Schemat układu do badania działania pośredniego wyzwalacza podnapięciowego: Wyzw. - wyzwalacz podnapięciowy, S.el. - sekundomierz elektryczny, AR - autotransformator nastawczy 220/0-250 V/V, V - woltomierz 250.V kl.1, W₁, W₂ - wyłączniki laboratoryjne

rającego się wskutek odzwbudzenia badanego wyzwalacza. Uzupełnieniem tych pomiarów jest badanie układu elektrycznego opóźniania odpadania wyzwalacza zanikowego.

1. Norma krajowa (L 7) wymaga niezawodnego działania wyzwalacza podnapięciowego (pomiarowego) przy napięciu niższym od 0,6 jego napięcia znamionowego. Wyzwalacze te z drugiej strony nie mogą wyzwalać przy napięciu wyższym od $0,75 U_n$.

Schemat układu do badania działania pośredniego wyzwalacza podnapięciowego podany jest na rys.102.

Pomiar przeprowadza się po wcześniejszym nastawieniu przy użyciu autotransformatora regulacyjnego (AR) napięcia zasilania.



Rys.103. Układ pomiarowy dla badania opóźniania odpadania odzwbudzanego wyzwalacza podnapięciowego. Oznaczenia: R_1 - opornik suwakowy 0-25 Ω , R_2 - opornik dekadowy 10-10000 Ω , Pr - prostownik suchy w układzie Graetz'a 100/1 V/A, C_0 - zestaw kondensatorów elektrolitycznych, AR - autotransformator nastawczy 220/0-250 V/V, 200 VA, W_1, W_2, W_3 - wyłączniki laboratoryjne, Zw - zwłacz opornika R_2

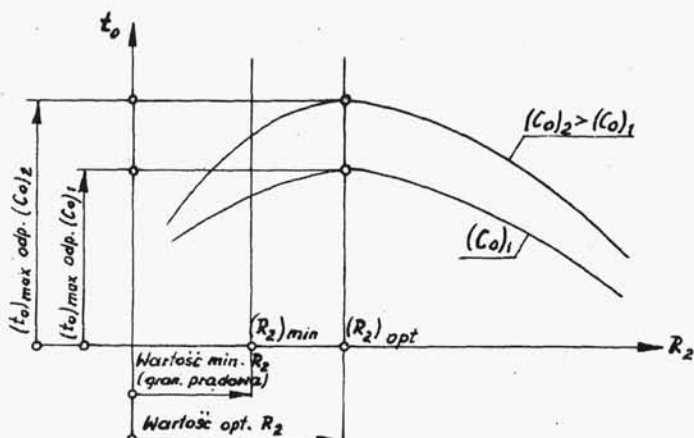
jącego wyzwalacz przy zamkniętym wyłączniku W_1 . W tym położeniu wyłącznika W_1 sekundomierz elektryczny nie odmierza czasu z powodu przerwania obwodu sprzęgła (poprzez W_1 napięcie 220 V doprowadzone jest do zacisków 4-5 sekundomierza). W celu wykonania pomiaru otwieramy wyłącznik W_1 - powodując tym jednocześnie odwzbudzenia wyzwalacza i uruchomienie mechanizmu pomiarowego sekundomierza. Ten ostatni zatrzyma się w momencie utraty styczności w wybranym biegunie badanego wyłącznika.

Należy tu pamiętać o tym, że używanie sekundomierza elektrycznego dla pomiarów czasów $\leq 0,1$ sek, co ma właśnie miejsce przy wyznaczaniu czasów własnych wyłączników wysokonapięciowych, obarczone jest znacznym błędem pomiarowym rzędu 10-20%.

W związku z tym w tych przypadkach, gdy zależeć nam będzie na większej dokładności tego rodzaju pomiarów, używać należy czasomierza elektronicznego lub oscylografu. Dla sprawdzenia działania wyzwalacza, będącego przedmiotem omawianego ćwiczenia, dokładność pomiaru osiągana przy użyciu sekundomierza elektrycznego jest wystarczająca.

2. Schemat układu do badania elektrycznego opóźniania odpadania wyzwalacza zanikowego podany jest na rys.103. W układzie tym z uwagi na stwierdzoną konieczność użycia kondensatorów o znacznej pojemności (L 3), zastosowano zestaw kondensatorów elektrolitycznych, co z kolei pociągnęło za sobą ich zasilanie z prostownika dwupołkowego w układzie Graetz'a. W układzie tym wzrost pojemności C_0 wpływa w sposób monotoniczny na wzrost opóźnienia odpadania wyzwalacza (rys.104), natomiast parametrem, którego wartość optymalną należy doświadczać, jest oporność R_2 . Większe od optymalnej wartości R_2 powodują skracanie czasu w wyniku zmniejszania prądu w obwodzie elektromagnesu, wartości mniejsze z kolei powodują zmniejszenie stałej czasowej obwodu rozładowania pojemności. Dodatkowo zmniejszanie oporności R_2 prowadzi do przekroczenia dopuszczalnego dla uzwojenia wyzwalacza obciążenia prądowego długotrwałego. Przewidziany w układzie opornik wstępny R_1 służy do takiego ustalenia warunków zasilania wyzwalacza, aby uzyskać niezawodne przyciąganie jego zwory przy ustalonym mini-

malnym napięciu mierzonym po stronie prądu zmiennego w układzie. To napięcie minimalne wynosi np. dla podnapięciowych wyzwalaczy zabezpieczeniowych $0,6 U_n$.



Rys.104. Przebieg zależności $t_0 = f(R_2)$ dla różnych wartości C_0

3. P r o t o k ó ł p o m i a r ó w

A. Parametry wyłącznika badanego i wyposażenia związanego:

a. Wyłącznik

Typ NF $U_{ni} = \dots$ kV, $U_n = \dots$ kV

$J_n = \dots$ A, $S_{wył} = \dots$ MVA przy kV

$J_{1sek} = \dots$ kA, $i_{zał} = \dots$ kA_m.

b. Wyzwalacze bezpośrednio nadmiarowo-prądowe z nastawianą zwłoką czasową

Typ NF, $J_n = \dots$ A

$J_{1sek} = \dots$ A, $i_{dyn} = \dots$ A_m.

Nastawienia prądowe Nastawienia czasowe

c. Wyzwalacz pośredni podnapięciowy

Typ Parametry uzwojenia: ilość zw.

Ø drutu mm, Napięcie znamionowe V.

B. Zestawienie wyników pomiaru prądów rozruchowego i odpadowego wyzwalacza bezpośredniego (rys.99)

Nastawienie czasowe	Prąd nastawczy J_{nast}		Prąd rozruchowy J_r		Prąd odpadowy J_o		Współcz. trzymania $k=J_r/J_o$	Uchyb J_r $\Delta J_r = \frac{J_r - J_{nast}}{J_{nast}} \cdot 100$
			wart. pom.	wart. śr.	wart. pom.	wart. śr.		
-	$x J_n$	A	A	A	A	A	-	%
	1,2		_____		_____			
	2,0		_____		_____			

U w a g a: Pomiary należy wykonać dla co najmniej 2 nastawień czasowych wyzwalacza.

C. Zestawienie wyników pomiaru czasów wyzwiania wyzwalacza bezpośredniego (rys.100)

Prąd nastawczy	Nastawienie czasowe	Prąd probierczy	Czas wyzwiania
A	-	A	sek
	I		
	II		
	III		

U w a g a: Pomiary należy wykonać dla 2 wartości prądu nastawczego wyzwalacza

D. Zestawienie wyników pomiarów czasu własnego wyłącznika wyzwalanego wyzwalaczem podnapięciowym (rys.102)

Napięcie U_z		Czas własny wyłącznika w sek	
$x U_n$	V	Wartość pomierzona	Wartość średnia
0,2			
.			
.			
.			
1,2			

E. Zestawienie wartości rozruchowych prądów i napięć wyzwalacza przy $R_2 = 0$ i $R_1 = \dots \Omega$ (rys.103)

U_1	J_1	U_3	J_2
V ~	mA ~	V =	mA =

F. Zestawienie wartości czasów odpadania t_0 wyzwalacza podnapięciowego w funkcji R_2 oraz C_0 przy $R_1 = \dots \Omega$ (rys.103)

I_p	R_2	$C_0 = \dots \mu F$	$C_0 = \dots \mu F$	$C_0 = \dots \mu F$	J_1	J_2
		t_0	t_0	t_0		
-	Ω	sek	sek	sek	mA	mA
	3000					
	.					
	.					
	.					
	100					

4. Opracowanie wyników pomiarów i wnioski

A. Zestawy wyznaczonych doświadczalnie charakterystyk czasowo-prądowych wyzwalacza bezpośredniego (tabela C protokołu).

B. Wykres zależności czasu własnego wyłącznika od napięcia zasilania wyzwalacza podnapięciowego (tabela D protokołu).

C. Rodzina charakterystyk opóźniania elektrycznego wyzwalacza podnapięciowego $t_0 = f(R_2)$ dla różnych wartości C_0 (tabela F protokołu).

D. Ocena badanych wyzwalaczy w oparciu o przepisy obowiązującej normy krajowej (międzynarodowej) na aparaty łączeniowe wys.nap.

Dyskusja wyników

E. Ocena dokładności przeprowadzanych w czasie ćwiczenia pomiarów.

Ćwiczenie 2.3. Wyznaczanie charakterystyk urządzeń do samoczynnego działania łączników n.n.

1. O b j a ś n i e n i a w s t ę p n e d o ć w i c z e n i a

1.1. Metodyka badań wyzwalaczy i przekaźników termobimetalowych

Urządzenia do samoczynnego działania łączników przemysłowych podzielić można na dwie zasadnicze grupy:

- wyzwalacze i przekaźniki elektromagnetyczne
- wyzwalacze i przekaźniki termiczne (w szczególności termobimetalowe).

Podobnie jak w przypadku wyzwalaczy elektromagnetycznych współpracujących z wyłącznikami w.n. zachowamy i w tym przypadku zasadniczy podział wszystkich odmian wyzwalaczy i przekaźników na pomiarowe i pomocnicze.

Zagadnienia dotyczące metodyki badań nastawiania czasów charakterystycznych wyzwalaczy i przekaźników elektromagnetycznych zostały wcześniej zreferowane we wstępie do ćwiczenia 2.2. i są tutaj w całości aktualne. Krótkiego wprowadze-