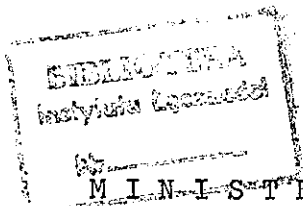


1969
Nr 45

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA — MIEDZESZYN

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI





MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ROK 9

WARSZAWA 1969

NR 45

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja
Problemów Łączności i Przeglądu Zagadnień Łączności

Redaktor Naczelny - prof. Zenon Szpigler

Redaktorzy działów:

mgr inż. Władysław Cetner, mgr inż. Adam Moniuszko,
mgr inż. Józef Możejko, dr Stanisław Włoszczowski

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek Informacji
Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Egz. Nr 135

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: I. Kosieniec

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 850. Druk ukończono
w lutym 1970 r.

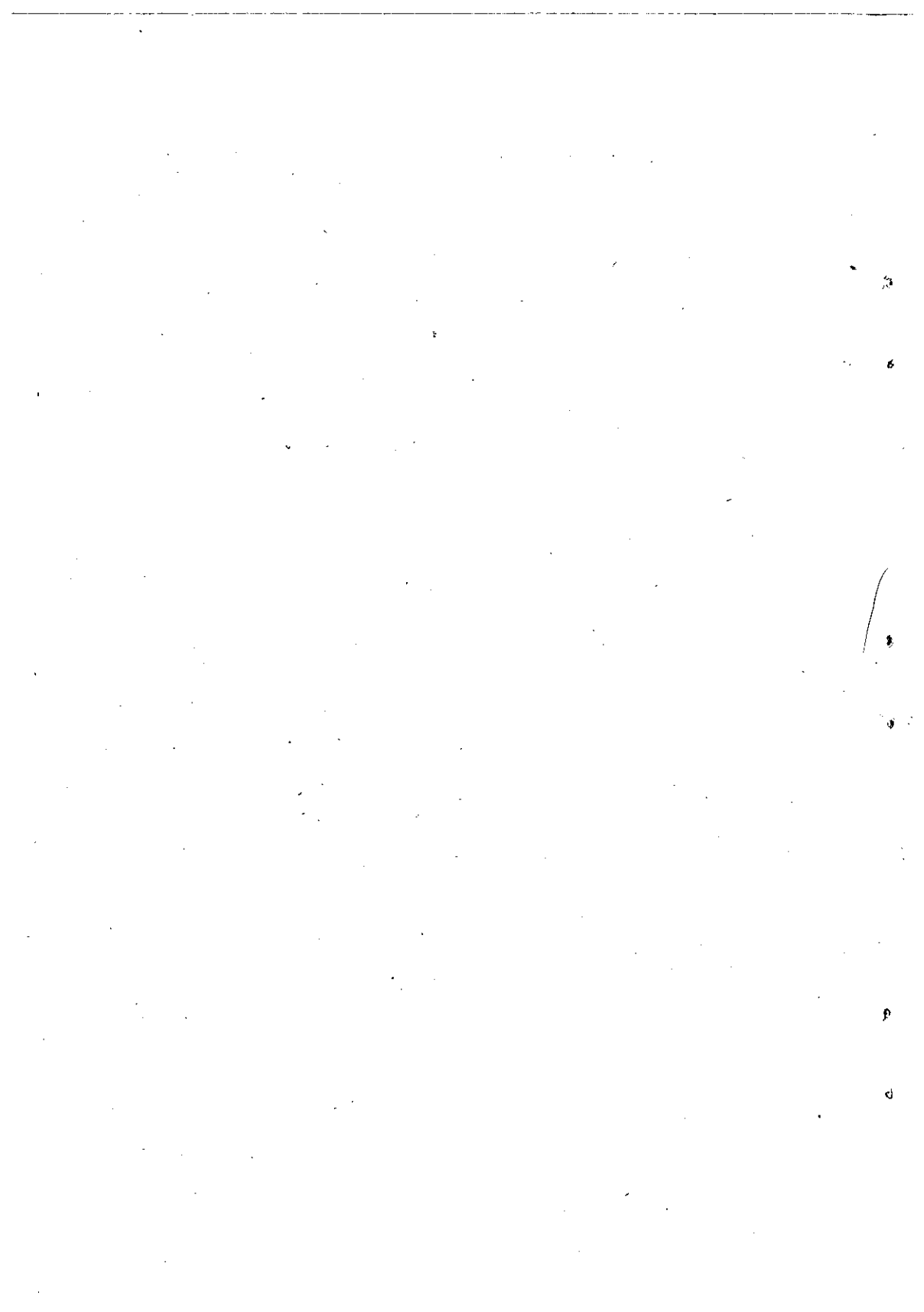
PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

Jan Skowroński

PRZETWORNICE TYRYSTOROWE DO BEZPRZERWOWEGO ZASILANIA URZĄDZEŃ W KRAJOWEJ SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp	1
2. Zasady działania podstawowych układów przetwornic tyrystorowych	8
3. Przetwornice tyrystorowe do bezprzerwo- wego zasilania urządzeń prądem przemien- nym	10
4. Zakończenie	79



Jan Skowroński

PRZETWORNICE TYRYSTOROWE
DO BEZPRZERWOWEGO ZASILANIA URZĄDZEŃ
W KRAJOWEJ SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ

Opisane w niniejszej publikacji przetwornice tyrystorowe zostały opracowane w Instytucie Łączności w latach 1966-1969 przez Zespół Specjalistów^{x/}:

1. WSTĘP

Tyrystor, zwany zaworem sterowanym, jest elementem półprzewodnikowym złożonym z czterech domieszkowanych warstw krzemowych o układzie p-n-p-n lub n-p-n-p. Wyposażony jest on w trzy elektrody: katodę, anodę i bazę, zwaną elektrodą sterującą lub bramką. Zadanie bramki jest podobne do siatki w tyratronie. Charakterystykę prądowo-napięciową tyrystora przedstawia rys. 1^{xx/}.

x/ Projekty części elektrycznej: mgr inż. T. Kunert, inż. W. Kinasiewicz, inż. A. Kociąkowski, mgr inż. W. Matyjek.

Projekty części mechanicznej: mgr inż. S. Kulas, C. Pilichowski.

W opracowaniu i wykonaniu modeli udział wzięli: mgr inż. T. Góra, mgr inż. J. Oksentowicz, inż. T. Sumiński, F. Skorupka, T. Kazanecki, F. Ciałkowska, K. Skuza, A. Piotrowski, A. Mieszko, B. Zaręba, S. Kuśnierski, A. Piotrowska.

Kierownictwo naukowe sprawował autor.

xx/ Rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

Statyczna charakterystyka tyrystora składa się z czterech zasadniczych odcinków oznaczonych na rys. 1 cyframi I, II, III i IV. Odcinek II odpowiada stanowi przewodzenia tyrystora, podczas którego spadek napięcia na tyrystorze wynosi $1 \div 1,5$ V, przy gęstościach prądu sięgających kilku setek amperów na cm^2 . Gęstości prądu w obszarze zaporowym III są rzędu miliamperów do mikroamperów na cm^2 . Przy napięciu przebicia U_b następuje załamanie się charakterystyki między III i IV odcinkiem. Załamanie to przesuwa się przy wyższych temperaturach w stronę wyższych napięć.

Odcinek I odpowiada obszarowi zaporowemu w kierunku przewodzenia, podczas którego napięcie na anodzie jest dodatnie w stosunku do katody, prąd anodowy jest jednak jeszcze bardzo mały. Prąd bramki jest w tym przypadku równy zeru lub przybiera małe wartości ujemne. Jeżeli napięcie na tyrystorze osiągnie wartość "zapłonową" U_z /napięcie przeskoku/, następuje nagle zmiana charakterystyki na skutek przeskoczenia punktu pracy z zaporowego odcinka I na przewodzący odcinek II. Jeżeli bramka przewodzi niewielki dodatni prąd, np. 10 mA, wartość napięcia przeskoku U_z ulega obniżeniu.

Przy odpowiednim dodatnim prądzie bramki napięcie przeskoku można obniżyć nawet do niewielu woltów. Bramka przyjmuje więc, z punktu widzenia automatyki, funkcję członu nastawnego. Zapłon tyrystora wywołać można przy zamkniętym obwodzie anodowym przez przyłożenie na bramkę napięcia dodatniego względem katody.

Tyrystor przewodzić może prąd również w układzie dwu-elektrodowym anoda-katoda, tj. bez udziału prądu bramki, przy odpowiednio wysokim napięciu U_z . Jest to tzw. wyzwalanie anodowe. Wyłączenie tyrystora, tj. przerwanie prądu anodowego, jest możliwe wówczas, gdy prąd ten osiągnie wartość zerową. W obwodach prostowniczych ma to miejsce, gdy napięcie przemiennie osiąga wartość zerową. Jest to tzw. wyłączenie naturalne. Tyrystor pracujący w obwodzie prądu stałego zmusza się do przerywania prądu anodowego w sposób sztuczny. Uzyskuje się to np. przez wyładowanie kondensatora, który wydaje prąd o kierunku przeciwnym do prądu anodowego, tak aby prąd anodowy osiągnął wartość zerową.

Jest wiele układów, w których prąd zaworu nie przechodzi "samoczynnie" przez zero, lecz jest do tego zmuszony przez zastosowanie tzw. kondensatora wyłączającego.

Niski spadek napięcia na tyrystorach w chwili przewodzenia był przyczyną ich szybkiego rozwoju. Spadek ten wynosi około 1...1,5 V przy obciążeniu tyrystora prądem znamionowym. Analogiczny spadek napięcia w tyratronie wynosi 10 do 15 V, a w rtęciowym prostowniku sterowanym osiąga nawet wartość 20 do 25 V. Obniżenie spadku napięcia następuje więc w stosunku od 10:1 do 20:1. Wadą tyrystora jest natomiast to, że maksymalne napięcie zaporowe jest w tych samych proporcjach mniejsze. Diody krzemowe są już obecnie produkowane na napięcia przebicia do 2000 V /a nawet 5000 V/, a tyrystory na 1500 do 10.000 V. W prostownikach rtęciowych wielkości

te są 10 razy większe. Odpowiednio wysokie są także gęstości prądu w tyrystorze, rzędu 2 do 4 Amm^{-2} , a więc równe wartościom przyjmowanym dla miedzi w uzwojeniach aparatów elektrycznych. W związku z tym gęstość strat w tyrystorze jest również bardzo duża i sięga przy znamionowych wartościach prądu 300 do 600 W cm^{-2} , podczas gdy na anodzie prostownika rtęciowego gęstość strat wynosi około 20 W cm^{-2} . Straty te w plamce katody rtęciowej są jednak o wiele większe. W związku z tym można zrozumieć dlaczego konstruktorzy tyrystorów i diod krzemowych tak dużo uwagi poświęcają projektom radiatorów.

Czasy zapłonu są dla tyrystorów i prostowników rtęciowych praktycznie równe i są rzędu mikrosekund. Natomiast czasy dejonizacji znacznie się różnią i wynoszą przy zaworach rtęciowych 100 do 2000 μs w zależności od ciśnienia, podczas gdy przy tyrystorach czasy komutacji są rzędu 10 μs . Dzięki tej właściwości tyrystory można stosować i przy wyższych częstotliwościach. Górne częstotliwości graniczne dla tyrystorów sięgają obecnie rzędu 10 do 20 /a nawet 30/ kHz.

Rysunek 2 przedstawia stosowane symbole tyrystorów.

Możliwości zastosowania tyrystorów w różnego rodzaju układach elektronicznych są znaczne. Z niektórych tylko zastosowań wymienić można: prostowniki, przetwornice napięcia stałego na przemiennie, przetwornice częstotliwości, stabilizatory napięcia przemiennego i stałego, bezkontaktowe łączniki prądu stałego i przemiennego, wzmacniacze impulsów, przerzutniki monostabilne, bistabilne, astabilne, generatory napięcia prostokątne-

go i trójkątnego, układy zliczające, układy logiczne itd. Szerokie zastosowanie znalazły tyrystory w układach automatycznej regulacji, w układach ochrony napięciowej i zwarciowej. Właściwości tyrystorów oraz ich bardzo szeroki zakres napięć i prądów roboczych /od ułamków ampera do ok. 1000 A i od dziesiątków woltów do kilku kV/ spowodowały, że stosowane są one zarówno w technice słaboprądowej, jak i silnoprądowej.

Przetwornica tyrystorowa jest statycznym przetwornikiem prądu stałego na prąd przemienny jedno- lub wielofazowy.

Przetwornice tyrystorowe w porównaniu z przetwornicami maszynowymi wykazują następujące zalety:

- brak zużycia, a więc nieograniczony czas pracy,
- wyższa sprawność przetwarzania,
- czas gotowości do pracy rzędu kilkudziesięciu lub kilkuset milisekund od chwili włączenia,
- brak potrzeby wykonywania remontów,
- cicha praca,
- niewrażliwość na wstrząsy,
- niewrażliwość na zanieczyszczenia powietrza,
- zbędność fundamentów.

Współczynnik mocy odbiorów przyłączanych do przetwornic tyrystorowych może wahać się od ok. 0,7 do 1 tak dla obciążeń pojemnościowych, jak i dla indukcyjnych. Dopuszczalny zakres zmian obciążenia wynosić mo-

że od 0 do 100% mocy znamionowej. Przetwornice tyrystorowe są wrażliwe na przeciążenia, stąd zachodzi potrzeba stosowania odpowiednich zabezpieczeń. Szczytowa wartość prądów przeciążeniowych w stanach łączeniowych nie może zwykle przekraczać dwukrotnej wartości prądu znamionowego. W przypadkach nagłych zmian obciążeń napięcie wyjściowe przetwornic ulega dość znacznym zmianom. I tak np. w przetwornicach o stabilizowanym napięciu zmiana obciążenia od biegu jałowego do 50% mocy znamionowej wywołać może obniżenie napięcia wyjściowego o ok. $30 \div 50\%$ w czasie rzędu $40 \div 100$ msek. Nagłe zaś odciążenie przetwornicy, np. od pełnego obciążenia do biegu jałowego, może powodować wzrost napięcia wyjściowego o ok. 50% lub więcej w czasie rzędu $50 \div 100$ msek.

Sprawność przetwornic przetwarzających prąd stały na przemienny zależy oczywiście od tego, czy posiada ona napięcie stabilizowane i filtrowane. Spotykane sprawności zawierają się w przedziale $70 \div 85\%$.

T a b l i c a 1

Sprawność przetwornic tyrystorowych

Przetwornice o napięciu	Kształt napięcia	Sprawność %
Niestabilizowanym	prostokątny	85
Niestabilizowanym	sinusoidalny	80
Stabilizowanym	prostokątny	80
Stabilizowanym	sinusoidalny	75

Przetwornice o napięciu stabilizowanym osiągają dokładność stabilizacji napięcia i częstotliwości nawet poniżej 1%.

Z ważniejszych, ekonomicznie uzasadnionych, możliwości zastosowań przetwornic tyrystorowych prądu przemienego i stałego w telekomunikacji wymienić można:

- zdalne zasilanie bezprzerwowe stacji wzmacniakowych,
- lokalne zasilanie bezprzerwowe lub rezerwowe urządzeń stacji wzmacniakowych,
- zasilanie bezprzerwowe urządzeń linii radiowych,
- zasilanie bezprzerwowe lub rezerwowe urządzeń ośrodków radiowych odbiorczych,
- zasilanie bezprzerwowe urządzeń radiokomunikacji ruchomej i morskiej,
- zasilanie bezprzerwowe urządzeń radiolokacyjnych,
- zasilanie bezprzerwowe urządzeń telegrafii wielokrotnej, dalekopisów i urządzeń transmisji danych,
- zasilanie bezprzerwowe urządzeń central telefonicznych elektronicznych,
- zasilanie bezprzerwowe urządzeń telesygnalizacyjnych, np. w górnictwie,
- zasilanie bezprzerwowe lub rezerwowe urządzeń pomocniczych instalowanych w centralach telefonicznych, takich jak: zegarynki, urządzenia trans-

lacji, obwody sygnalizacji wywoławczej, liczniki rozmów itd.

2. ZASADY DZIAŁANIA PODSTAWOWYCH UKŁADÓW PRZETWORNIC TYRYSTOROWYCH

Podstawową częścią przetwornicy tyrystorowej jest falownik, który przekształca prąd stały na przemienny o fali prostokątnej. Do najczęściej stosowanych układów falowników tyrystorowych należą: układ z wyprowadzonym środkiem transformatora oraz układ mostkowy.

Schemat ideowy układu z wyprowadzonym środkiem transformatora przedstawiono na rys. 3. Tyrystory T1 i T2 są na przemian "zapalane" i "gaszone". "Zapalenie" odbywa się przez podawanie kolejno na bramki B1 i B2 impulsów dodatnich. Impulsy te otrzymane są z tranzystorowego generatora impulsów. "Gaszenie" tyrystorów odbywa się przez rozładowywanie kondensatora C. Tyrystory T1 i T2 przewodzą kolejno prąd stały do połówek uzwojenia pierwotnego Z1 transformatora Tr. W ten sposób w uzwojeniu pierwotnym, a ściślej w obu jego połówkach, płynie na przemian jednokierunkowy prąd stały, który indukuje w uzwojeniu wtórnym Z2 napięcie przemiennie o przebiegu prostokątnym. Częstotliwość tego napięcia zależy wyłącznie od częstotliwości generatora sterującego i jest ona niezależna od zmian obciążenia.

Na naładowanym kondensatorze C panuje napięcie o podwójnej wartości napięcia wejściowego stałego. Kondensator C rozładowuje się na skutek "zapalenia" poprzed-

nie nie przewodzącego tyrystora. W pewnym okresie czasu przełączania prądu z jednego tyrystora na drugi oba tyrystory przewodzą prąd jednocześnie i przez obie połówki uzwojenia pierwotnego Z1 transformatora Tr płyną prądy w przeciwnych kierunkach. Powoduje to powstawanie stanu zwarcia dla źródła prądu stałego. W celu ograniczenia prądu zwarciovego do wartości dopuszczalnej stosuje się dławik L. Zawory D1 i D2 uniemożliwiają rozładowywanie się kondensatora C przez uzwojenie pierwotne transformatora oraz uniemożliwiają powstawanie oscylacji pasożytniczych. Diody D3 i D4 umożliwiają przepływ do źródła prądu stałego składowych urojonych prądu przemiennego.

Falownik o mostkowym układzie połączeń, jak na rys. 4, posiada cztery tyrystory T1 do T4. Tyrystory te przewodzą prąd parami kolejno T1, T4 i T2, T3. Biegunowość w uzwojeniu pierwotnym transformatora Tr zmienia się w zależności od tego, która para tyrystorów przewodzi prąd.

Napięcie indukowane na stronę wtórną transformatora ma przebieg prostokątny. Kondensatory C1 i C2 umożliwiają gaszenie tyrystorów uprzednio "zapalonych". W tym układzie połączeń kondensatory ładują się do wartości napięcia wejściowego. Dławiki L1 i L2 ograniczają prąd pobierany ze źródła, w momentach komutacji. W tym czasie bowiem, podobnie jak w układzie opisanym wyżej, występuje moment, kiedy wszystkie cztery tyrystory przewodzą.

Mostek złożony z diod D1 ÷ D4 umożliwia przepływ prądów składowych urojonych do baterii. Diody D5 ÷ D8 za-

bezpieczają kondensatory C1 i C2 przed rozładowywaniem się przez uzwojenie pierwotne transformatora.

3. PRZETWORNICE TYRYSTOROWE DO BEZPRZERWOWEGO ZASILANIA URZĄDZEŃ PRĄDEM PRZEMIENNYM

3.1. Przetwornica tyrystorowa typu TYS-1

3.1.1. Podstawowy układ połączeń

Jest to przetwornica o podstawowym układzie połączeń z transformatorem o wyprowadzonym środku, przedstawionym na rys. 3, a układ zasadniczy połączeń przetwornicy ilustruje rys. 5.

3.1.2. Dane techniczne przetwornicy

Moc znamionowa	750 VA
Napięcie wyjściowe	220 V
Prąd znamionowy wyjściowy	3,41 A
Zmiany napięcia wyjściowego	$\pm 2\%$
Częstotliwość znamionowa napięcia wyjściowego	50 Hz
Zmiany częstotliwości	$\pm 1\%$
Znamionowe napięcie zasilające	50 lub 60 V
Dopuszczalne zmiany napięcia zasilającego przy 50 V	$\pm 8\%$
przy 60 V	$\pm 10\%$

Sprawność przetwornicy przy zasilaniu napięciem 50 V	66%
Sprawność przetwornicy przy zasilaniu napięciem 60 V	69%
Zawartość harmonicznych napięcia wyjściowego	$\leq 9\%$
Czas przerwy w zasilaniu odbiorów w przypadku zaniku napięcia sieci, gdy przetwornica jest wyłączona i pracuje jako źródło rezerwowe	0,5 sek
Czas przejścia zasilania odbiorów w przypadku zaniku napięcia sieci przy przetwornicy pracującej na biegu jałowym	0,06 sek

3.1.3. Opis przetwornicy

W układzie falownika pracują dwa tyrystory: Tyr 1 i Tyr 2. Kondensator C3 oraz dławik D13 zapewniają właściwe warunki komutacji tyrystorów. Falownik wytwarza napięcie przemiennie prostokątne, które jest następnie podwyższane do odpowiedniej wartości przez główny transformator falownika Tr 2. Obwody bramek tyrystorów Tyr 1 i Tyr 2 są sterowane przez impulsator zbudowany na tranzystorach T9 i T10. Częstotliwość impulsatora może być regulowana w zakresie od 45 do 55 Hz, przez zmianę położenia pokręteł potencjometrów R39 i R42. Schemat impulsatora jest przedstawiony na rys. 6.

Filtr wyjściowy

Zadaniem filtra wyjściowego, złożonego z dwu sekcji: szeregowej - dławik D14 i kondensator C4 oraz równoległej - dławik D15 i kondensator C5, jest ukształtowanie fali napięcia otrzymanego z falownika na przebieg sinusoidalny. O skuteczności filtra świadczy wielkość procentowej zawartości harmonicznych na wyjściu. Wielkość ta jest zależna od obciążenia i mieści się w granicach od 9 do 6,5%.

Regulator napięcia

W przetwornicy TYS1 do stabilizacji napięcia wyjściowego użyty jest impulsowy tyrystorowy regulator napięcia. Regulator ten dostarcza do falownika napięcie, którego wartość zależna jest od stopnia obciążenia przetwornicy. Głównymi elementami regulatora są tyrystory Tyr 3 i Tyr 4. Pierwszy z nich jest tyrystorem głównym, okresowo przewodzącym prąd obciążenia, drugi spełnia rolę tyrystora gaszącego. Transformator Tr 1 wraz z diodą D6 służą do ładowania kondensatora C6. Ładunek elektryczny zmagazynowany w tym kondensatorze służy do gaszenia tyrystora głównego Tyr 3. Dławik D12 wraz z kondensatorem C2 służy do uśredniania napięcia na wyjściu regulatora. Dioda D5 podtrzymuje prąd płynący przez dławik D12, w czasie gdy tyrystor Tyr 3 nie przewodzi. Przez zmianę czasu przewodzenia tyrystora głównego, przy stałym okresie impulsowania wynoszącym w przypadku regulatora przetwornicy TYS1 2 ms, uzyskano efekt regulacji

napięcia. Czas przewodzenia tyrystora głównego Tyr 3 jest zawsze mniejszy od czasu impulsowania. Maksymalna jego wartość występuje w przypadku pełnego obciążenia przetwornicy przy minimalnym napięciu zasilającym.

Z dostatecznym przybliżeniem możemy przyjąć, że napięcie wyjściowe regulatora jest proporcjonalne do stosunku czasu przewodzenia do czasu impulsowania oraz napięcia wejściowego. Tyrystory Tyr 3 i Tyr 4 są włączane przez układ sterujący regulatora, przedstawiony na rys. 7. W układzie tym możemy wyodrębnić: multiwibrator złożony z tranzystorów T1 i T2 i układ złożony z elementów R11, D8, C13 oraz R12, służący do wytwarzania drgań o przebiegu trójkątnym. Napięcie o tym kształcie zsumowane ze składową stałą wytworzoną na oporniku R16 i kondensatorze C16 oddziałuje na tranzystor T4, stanowiący wzmacniacz sterujący pracą trygera Schmidta, zbudowanego na tranzystorach T5 i T6. Sygnały z trygera, po zróżniczkowaniu, sterują tranzystory T7 i T8, a te z kolei wytwarzają szpilkowe impulsy sterujące bramki tyrystorów Tyr 3, Tyr 4. Czas przewodzenia tyrystora Tyr 3 zależy od wartości składowej stałej napięcia na elementach C16, R16. Wartość tego napięcia jest ustalona przez tranzystor T3 sterowany różnicą napięcia odniesienia z diody DZ2 i napięcia wyjściowego wyprostowanego. Wielkość napięcia wyjściowego U_{wy} jest ustalona położeniem pokrętła potencjometru R30. Z uwagi na specyficzne właściwości układu zastosowano opóźnione włączenie impulsów sterujących bramką tyrystora Tyr 3 spełnione przez przekaznik PO.

Rysunki 8 i 9 przedstawiają charakterystyki zewnętrzne przetwornicy TYS-1.

Układ przełączający i sygnalizacja

Przetwornica TYS1 wyposażona jest w układ przełączający, zapewniający zasilanie odbiorników z sieci elektroenergetycznej względnie z przetwornicy lub też tylko z przetwornicy. Głównymi elementami układu są dwa, wzajemnie blokowane styczniki: 2S i 3S. Pierwszy z nich 2S jest sterowany napięciem stałym, drugi 3S sterowany jest napięciem sieciowym 220 V. Układ jest tak wykonany, że w przypadku zaniku napięcia sieci odbiór jest załączany na zaciski wyjściowe przetwornicy, przy równoczesnym włączeniu przetwornicy do pracy. Po powrocie napięcia sieciowego przełączenie nie następuje natychmiast, lecz po czasie nastawionym na przekaźniku czasowym RT.

Przetwornica jest wyposażona w sygnalizację świetlną następujących stanów:

1. Odbiór zasilany z sieci.
2. Odbiór zasilany z przetwornicy.
3. Przekroczenie granic tolerancji napięcia.

W tym ostatnim przypadku po trwałym przekroczeniu napięcia wyjściowego powyżej 1,1 wartości znamionowej następuje wyłączenie przetwornicy i przełączenie odbioru na zaciski sieci. Stan taki może być spowodowany uszkodzeniem układu stabilizacji względnie nieprawidłową pracą regulatora.

Zabezpieczenia

Przetwornica jest wyposażona w następujące zabezpieczenia topikowe:

- B1 - główny bezpiecznik zabezpieczający przetwornicę od strony baterii, wkładka topikowa bezzwłoczna 35 A,
- B2-B3 - bezpieczniki umieszczone w szereg z każdym z tyrystorów falownika, wkładki topikowe bezzwłoczne 35 A,
- B4 - główny bezpiecznik sieciowy, wkładka topikowa bezzwłoczna 6 A,
- B5 - bezpiecznik umieszczony na wyjściu przetwornicy, wkładka 6 A.

Ponadto przetwornica jest wyposażona w zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe, działające na regulator napięcia falownika. Działanie to powoduje, że w przypadku przekroczenia przez prąd wyjściowy wartości ok. 3,6 A następuje obniżenie napięcia wyjściowego i prądu wyjściowego. Wielkość graniczna prądu, przy której następuje zadziałanie ogranicznika może być nastawiana za pomocą potencjometru R28. Ten rodzaj zabezpieczenia działa dobrze tylko dla pewnego zakresu zmian oporności obciążenia. Przy zwarciu zacisków wyjściowych przetwornicy następuje przepalenie się bezpiecznika B1.

Układ kontroli napięcia wchodzący w skład przetwornicy stanowi pewnego rodzaju ochronę przepięciową. W przypadku gdy napięcie wyjściowe trwale przekroczy war-

tość 1,1 Uznam, następuje wyłączenie przetwornicy.

Konstrukcja mechaniczna

Elementy składowe przetwornicy są umieszczone w obudowie blaszanej, wykonanej w formie szafki pulpitowej, wolnostojącej o wymiarach 600x600x1450 mm. Rysunki 10 i 11 przedstawiają przetwornicę TYS-1.

Rodzaje pracy przetwornicy

Przetwornica przewidziana jest jako źródło rezerwowe napięcia przemiennego. W tym przypadku można ją wykorzystać dwojako:

- jako źródło tzw. "zimnej rezerwy",
- jako źródło tzw. "cieplej rezerwy".

W pierwszym przypadku czas przerwy wynosi ok. 0,5 sek, w drugim przerwa wynosi ok. 0,06 sek. Ponadto przetwornica TYS-1 może być wykorzystana jako źródło główne, z siecią elektroenergetyczną jako źródłem rezerwowym. Przetwornica może być zasilana napięciem 50 lub 60 V.

Przełączenia są dokonywane w czterech punktach układu:

- w transformatorze głównym Tr2 przy napięciu 60 V końcówki powinny być przyłączone do zacisków 1 i 5, natomiast dla napięcia 50 V końcówki powinny być przyłączone do zacisków 2 i 4,
- na płycie sterującej regulatora przy napięciu 60 V opornik R6 powinien być rozarty, natomiast dla napięcia 50 V opornik R6 powinien być zwarty,

- na płycie impulsatora przy 60 V opornik R36 powinien być rozarty, natomiast dla napięcia 50 V opornik R36 powinien być zwarty,
- przy oporniku z lamelką, ograniczającym prąd cewki stycznika, S2 /oporniki R4 i R5/ przy 60 V cały opór powinien być włączony, przy 50 V opornik R5 /100 Ω / powinien być zwarty.

Regulacja przetwornicy

Regulację częstotliwości falownika przeprowadza się przy użyciu potencjometrów R39 i R42. Każdy z potencjometrów wpływa na czas półokresu, co oznacza, że dla pełnej symetrii okresu przetwarzania konieczne jest właściwe ustawienie pokręteł obu potencjometrów.

Nastawianie napięcia wyjściowego zapewnione jest przez zmianę położenia pokrętła potencjometru R30, umieszczonego na płycie regulatora. Dość istotnym elementem układu regulatora napięcia jest dobierany opornik R16. Od wielkości tego opornika zależy wielkość maksymalnego napięcia, jakie może wystąpić na wejściu falownika. Element ten wyznacza maksymalny czas przewodzenia tyrystora głównego Tyr 3 w przypadku, gdy tyrystor T3 nie jest polaryzowany. Opornik R16 powinien mieć taką wartość, aby stosunek czasu przewodzenia Tyr 3 do czasu impulsowania miał wartość 0,8.

3.2. Przetwornica tyrystorowa typu TYS-2

3.2.1. Podstawowy układ połączeń

Jest to przetwornica złożona z dwóch falowników, każdy o układzie połączeń z transformatorem o wyprowadzonym środku. Schemat ideowy przetwornicy przedstawia rys.12. Falowniki połączone są po stronie pierwotnej transformatorów równolegle, natomiast po stronie wtórnej szeregowo.

3.2.2. Dane techniczne przetwornicy

Napięcie zasilające $50\text{ V} \pm 8\%$, $60\text{ V} \pm 10\%$

Przekroczenie powyższych granic do $\pm 15\%$ nie powoduje uszkodzenia przetwornicy

Dopuszczalne zakłócenia napięcia zasilającego $30\text{ mV}_{\text{psof}}$

Maksymalny prąd pobierany z baterii o napięciu 50 V 100 A

o napięciu 60 V 90 A

Znamionowa wartość skuteczna napięcia wyjściowego 220 V

Napięcie wyjściowe można nastawiać w sposób płynny w granicach $220 \div 230\text{ V}$, przy zachowaniu mocy wyjściowej znamionowej

Stabilność napięcia wyjściowego +1%
 dla dopuszczalnych zmian napięcia
 zasilającego, obciążenia, tempera-
 tury otoczenia i współczynnika mocy

Skokowe zmiany obciążenia o $0,5 I_{zn}$ nie powodują odchy-
 leń napięcia wyjściowego od wartości ustalonej więk-
 szych niż +20%, w czasie mniejszym od 100 msek

Znamionowa częstotliwość napięcia
 wyjściowego 50 Hz

Stabilność częstotliwości +2%
 dla dopuszczalnych zmian napięcia
 zasilającego, obciążenia, tempera-
 tury otoczenia i współczynnika mocy

Dopuszczalne zmiany prądu obciążenia $0 \div 100\% I_{zn}$

Dopuszczalne granice zmian współ-
 czynnika mocy obciążenia $0,8 \text{ poj} \div 0,8 \text{ ind.}$

Znamionowa moc wyjściowa 3 kVA

Zniekształcenia fali napięcia:

wyjściowego w warunkach znamionowych $\leq 3\%$

zniekształceń w całym zakresie pracy $\leq 6\%$

Sprawność przetwornicy w warunkach
 znamionowych 69%

Przetwornica dopuszcza w ciągu 1 godz. przeciążenie mo-
 cą 3,3 kVA, które nie powoduje żadnych ujemnych skutków
 dla przetwornicy. Czas przerwy między dwoma kolejnymi
 przeciążeniami nie powinien być krótszy niż 2 godz.

Maksymalny prąd wydawany z przetwornicy przy przeciążeniach większych od 10% lub zwarcjach zacisków wyjściowych wynosi 16 A. Stany takie nie powodują uszkodzenia przetwornicy, gdyż ogranicznik prądu, w który jest wyposażona przetwornica, zmniejsza napięcie i moc wyjściową. Należy zaznaczyć, że w przypadku zmniejszenia napięcia wyjściowego układ automatyki przetwornicy przełącza odbiorniki z przetwornicy na sieć. Powtórne przełączenie odbiorników na przetwornicę odbywa się z opóźnieniem nastawialnym od 0 do 60 s.

Zakłócenia wnoszone przez przetwornicę na źródło zasilające

2 mV_{psof}

Dopuszczalna temperatura otoczenia

+10 ÷ +40°C

Dopuszczalna wilgotność względna otoczenia do

85%

Czasy przerwy w zasilaniu odbiorników w przypadku zaniku i powrotu napięcia sieci, gdy przetwornica stanowi zimną rezerwę, odpowiednio

1000 ms i 40 ms

Czasy przerwy w zasilaniu odbiorników w przypadku zaniku i powrotu napięcia sieci, gdy przetwornica stanowi gorącą rezerwę, odpowiednio

100 ms i 30 ms

Czasy przerwy w zasilaniu odbiorników w przypadku zaniku i powrotu napięcia przetwornicy, gdy sieć stanowi rezerwę, odpowiednio

240 ms i 100 ms

Wielkość dopuszczalnego awaryjnego rozregulowania napięcia wyjściowego lub częstotliwości przetwornicy, powyżej której odbiory przełączane są automatycznie z przetwornicy do sieci elektroenergetycznej

$\pm 10\%$

3.2.3. Opis przetwornicy

Przetwornica typu TYS-2 zbudowana jest z następujących podzespołów: dwóch falowników /FI i FII/, filtru wejściowego /F_{we}/, filtru wyjściowego /F_{wy}/, pilota /P/, generatora /G/, wtórnik /W/, regulatora napięcia wyjściowego /RN/, regulatora prądu wyjściowego /RP/, synchronizatora wizyjnego /S/, zasilaczy /St1 i St2/, układu kontroli napięcia wyjściowego /UKN/, układu kontroli częstotliwości /UKF/ oraz układu automatyki.

Oba falowniki przetwarzają napięcie stałe na przemienne prostokątne, o identycznych amplitudach. Wejścia ich są połączone równolegle, natomiast wyjścia szeregowo, dzięki czemu napięcie przychodzące na filtr /F_{wy}/ równe jest sumie geometrycznej napięć obu falowników.

Do sterowania falownikami służą: pilot /P/, generator /G/ i wtórnik /W/. Pilot wytwarza napięcie przemienne prostokątne, o stałej częstotliwości 50 Hz, które podaje na generator. Generator wzmacnia przychodzące sygnały i steruje nimi tyrystory falownika /FI/. Jednocześnie podaje on sygnały na wtórnik, który wzmacnia je i steruje nimi tyrystory falownika /FII/. Generator i

wtórnik mają oddzielne zasilacze /St1 i St2/.

Stabilizację napięcia wyjściowego uzyskuje się poprzez regulację kąta fazowego między napięciami obu falowników. Przesuwając fazowo dwa napięcia przemienne prostokątne, o jednakowych amplitudach, uzyskuje się w sumie jedno napięcie przemienne prostokątne, o amplitudzie dwa razy większej, lecz o niepełnej długości impulsów. Im kąt fazowy jest większy, tym długość impulsów mniejsza. Długość impulsów decyduje w tym przypadku o wartości skutecznej napięcia sumarycznego. Dla kąta fazowego równego zeru wartość skuteczna będzie maksymalna, natomiast dla kąta 180° el. - osiągnie wartość zerową. Regulator napięcia /RN/, po przetworzeniu i wzmocnieniu błędu napięcia wyjściowego przetwornicy, oddziałuje nim na wtórnik w ten sposób, że zmienia kąt fazowy między napięciami generatora i wtórника. Przesunięcie fazowe powstałe między napięciem generatora i wtórника przenosi się oczywiście na napięcie obu falowników. Na przykład, podwyższenie się napięcia wyjściowego powoduje zwiększenie kąta fazowego. To z kolei zmniejsza wartość skuteczną napięcia sumarycznego wychodzącego z obu falowników, a tym samym odpowiednio zmniejsza napięcie wyjściowe. Obniżenie się napięcia wyjściowego wywołuje reakcję odwrotną.

Dzięki takiemu sprzężeniu wyjścia przetwornicy z falownikami uzyskuje się dobrą stabilizację napięcia wyjściowego, a moc i gabaryty regulatora napięcia są małe. Po przekroczeniu wartości maksymalnej przez prąd wyjściowy przetwornica wchodzi w zakres stabilizacji prądo-

wej, tzn. dalsze zmniejszenie oporności obciążenia powoduje zmniejszenie napięcia wyjściowego, podczas gdy prąd utrzymuje się na stałym poziomie. Rolę tę spełnia regulator prądu /RP/, który oddziałuje na regulator napięcia. Jeśli napięcie wyjściowe lub częstotliwość zmieni swą wartość w stosunku do wartości nastawionej o więcej niż $\pm 10\%$, wówczas układ kontroli napięcia /UKN/ lub układ kontroli częstotliwości /UKF/ powoduje przełączenie odbiorów z przetwornicy do sieci. Jednocześnie zapalona jest czerwona lampka i wysyłany jest alarm pilny.

Układ synchronizacji wizyjnej /S/ służy do synchronizowania częstotliwości przetwornicy z częstotliwością sieci elektroenergetycznej zasilającej urządzenia analizujące obraz telewizyjny.

Przetwornica jest wyposażona w układ automatyki, który realizuje współpracę przetwornicy z siecią elektroenergetyczną w celu zapewnienia ciągłości zasilania odbiorów.

Rodzaje pracy przetwornicy

Przetwornica może pracować w następujących systemach:

a/ sieć - źródło podstawowe, przetwornica - źródło rezerwowe "zimne",

b/ sieć - źródło podstawowe, przetwornica - źródło rezerwowe "gorące",

c/ przetwornica - źródło podstawowe, sieć - źródło rezerwowe.

Pierwszy rodzaj pracy cechuje się największą sprawnością energetyczną, gdyż w czasie normalnej pracy odbiory są zasilane z sieci. Jednak w przypadku zaniku napięcia sieci występuje najdłuższa przerwa w zasilaniu, ok. 1000 ms.

Drugi rodzaj pracy cechuje się gorszą sprawnością, gdyż przetwornica w czasie istnienia napięcia w sieci biegnie luzem i pobiera z baterii ok. 10% swej mocy znamionowej. Jednak przerwa w czasie zaniku napięcia sieci jest mniejsza i wynosi ok. 120 ms.

Trzeci rodzaj pracy charakteryzuje się najgorszą sprawnością, gdyż przetwornica stale zasila odbiory, niezależnie od stanu sieci. Jednak w tym przypadku odbiory są zasilane bezprzerwowo; dopiero wówczas, gdy uszkodzi się przetwornica, następuje przerwa w zasilaniu około 40 ms.

Z powyższego widać, że odbiory dopuszczające przerwy do 1000 ms należy zasilać według pierwszego rodzaju pracy, odbiory dopuszczające przerwy do 120 ms według drugiego rodzaju pracy, a według trzeciego rodzaju pracy tylko te odbiory, które nie dopuszczają przerwy w zasilaniu.

W celu wyeliminowania wpływu wielokrotnych, krótkotrwałych przerw napięcia sieci na zasilanie odbiorów układ automatyki wyposażony jest w przekaźniki czasowe. Dzięki tym przekaźnikom w przypadku zaniku napięcia sieci /sieć jest źródłem podstawowym/ wchodzi niezwłocznie do pracy przetwornica, ale ponowne włączenie sieci na odbiory odbywa się dopiero wówczas, gdy od pojawie-

nia się napięcia w sieci upłynął pewien czas /nastawiany ręcznie od 0 do 60 s/. Pojawienie się napięcia w sieci na czas krótszy nie powoduje zmiany źródła zasilania, a tym samym przerw w zasilaniu.

Działanie układu, gdy przetwornica stanowi źródło rezerwowe "zimne", jest następujące. Przełącznik W4 "Podstawowe zasilanie odbioru" ustawiony jest w pozycji "Sieć", wyłącznik W1 "Sieć" w pozycji "Zał" - załączony, wyłącznik W2 "Przetwornica" w pozycji "Zał" - załączony. Stycznik S1 jest w stanie czynnym i załącza swymi stykami głównymi sieć na odbiory, a stykami pomocniczymi przerywa obwody styczników S2 i S3. Przekaznik P1 jest w stanie czynnym, a przekaznik P2 w stanie biernym. Świeci się lampka L3 - "Zasilanie odbioru z sieci". Zanik napięcia sieci powoduje przejście w stan bierny stycznika S1 i przekaznika P1.

Stycznik S1 swymi zestykami zamyka obwód stycznika S2. Styki przekaznika P1 i stycznika S1 przygotowują obwód dla stycznika S3. Po zadziałaniu stycznika S2 startuje przetwornica. Gdy jej napięcie wyjściowe osiągnie wartość różniącą się od nominalnej nie więcej niż $\pm 5\%$, zadziała przekaznik P3, który swym zestykiem zamknie obwód stycznika S3 i przekaznika P2. Stycznik S3 zwie-
ra swe zestyki główne i podaje napięcie z przetwornicy na odbiór. Jednocześnie zestyki pomocnicze stycznika S3 przerywają obwód stycznika S1, wysyłając alarm niepilny i powodując zaświecenie się lampki L2 - "Zasilanie odbiorów z przetwornicy". Pojawiające się napięcie sieci przełącza odbiory z przetwornicy do sieci dopiero po

ściśle określonym przez przekaźnik P1 czasie. Przekażnik ten, podobnie jak przekaźnik P2, jest przekaźnikiem czasowym, o czasach nastawialnych od 0 do 60 s. Opóźnienie działania przekaźnika P1 zapobiega przerwom w zasilaniu przy chwilowych powrotach napięcia sieci.

Po czasie nastawionym na tarczy przekaźnika, licząc od chwili pojawienia się napięcia, przekaźnik P1 swym zestykiem przerywa obwód stycznika S2, co powoduje odłączenie wyjścia przetwornicy od odbioru. Jednocześnie zamyka się obwód stycznika S1, który swymi zestykami głównymi podaje napięcie sieci na odbiór. Zestyki pomocnicze stycznika S1 powodują wyłączenie stycznika S2 i zaświecenie lampki L3. Lampka L2 gaśnie.

Gdy przetwornica stanowić ma rezerwę "gorącą", wówczas wyłącznik W4 ustawiony jest w pozycji "Sieć", a wyłącznik W3 w pozycji "Zał" - załączony. W tym przypadku stycznik S2 jest w stanie czynnym, przetwornica pracuje na biegu jałowym i świeci się lampka L1 - "Próba przetwornicy". Pozostałe części automatyki działają podobnie jak w poprzednim przypadku. Przy rezerwie "gorącej" czas przełączania odbioru z sieci na przetwornicę zmniejsza się o czas działania stycznika S2 i czas rozruchu przetwornicy.

Działanie układu automatyki, gdy przetwornica stanowi źródło podstawowe, jest następujące. Przełącznik W4 ustawiony jest w pozycji "Przetwornica", wyłączniki W1 i W2 w pozycji "Zał". Stycznik S2 jest w stanie czynnym, przetwornica pracuje, przekaźniki P2 i P3 oraz stycznik S3 są również w stanie czynnym. Odbiór zasilany jest z

przetwornicy. Jednocześnie zestyki przekaźnika P2 i stycznika S3 przerywają obwód stycznika S1, dzięki czemu sieć jest odłączona od odbioru. Świeci się lampka L2. Zestykiem stycznika S3 podawany jest alarm niepilny. Rozregulowanie się napięcia przetwornicy lub jej częstotliwości więcej niż o $\pm 10\%$ powoduje zadziałanie układu kontroli napięcia UKN lub układu kontroli częstotliwości UKF i przejście w stan bierny przekaźnika P3. Przerzywa on obwód stycznika S3 i przekaźnika P2, których zestyki zamykają obwód stycznika S1. Stycznik S1 przyciąga swą kotwicę i stykami głównymi łączy odbiór z siecią. Jednocześnie styk pomocniczy stycznika S1 przerywa obwód stycznika S3, a zestyk przekaźnika P3 powoduje zaświecenie lampki L3. Przekaznik P3 swym zestykiem wysyła alarm pilny. W przypadku pojawienia się na wyjściu przetwornicy napięcia różniącego się od wartości znamionowej nie więcej niż o $\pm 10\%$ zadziała przekaźnik P3, który poda napięcie na przekaźnik P2. Czasowy przekaźnik P2 rozewrze swój zestyk po ściśle określonym czasie $/0 \div 60 \text{ s}/$. Po zadziałaniu P2 stycznik S1 przerywa zasilanie odbioru z sieci i powoduje zadziałanie stycznika S3. Stycznik S3 swymi zestykami głównymi przełącza odbiór na wyjście przetwornicy, a zestykami pomocniczymi wysyła alarm niepilny /alarm pilny gaśnie/, przerywa obwód stycznika S1 i wywołuje świecenie lampki L2.

Falowniki

Przetwornica posiada dwa identyczne falowniki tyrystorowe. Każdy falownik składa się z dwóch tyrystorów

/Ty1, Ty2 i Ty3, Ty4/, dwóch diod szeregowych /D1, D2 i D3, D4/, dwóch diod równoległych /D5, D6 i D7, D8/, transformatora /Tr1 i Tr2/, dławika komutacyjnego /D11k i D12k/ oraz kondensatora komutacyjnego /C3 i C4/. Ponadto tyrystory i diody zbocznikowane są układami gasikowymi /R7, C7 ÷ R18, C18/ chroniącymi je przed przepięciami. Każdy tyrystor jest zabezpieczony przed przecieżeniami prądowymi bezpiecznikami topikowymi /B10 ÷ B13/. Tyrystory są sterowane impulsami prostokątnymi z generatora /G/ lub wtórnika /W/, które wprowadzają okresowo w stan przewodzenia jeden z tyrystorów każdego falownika. Wprowadzony w stan przewodzenia tyrystor przewodzi do czasu zablokowania go napięciem kondensatora komutacyjnego. Kondensator natomiast przykłada swoje napięcie na przewodzący tyrystor z chwilą wejścia w stan przewodzenia drugiego tyrystora. Oznacza to, że wyłączenie pracującego tyrystora odbywa się wówczas, gdy zaczyna przewodzić drugi tyrystor. Istnieje więc chwila, kiedy przewodzą oba tyrystory, tzn. źródło zasilające falownik jest zwarte. Aby ograniczyć prąd zwarcia do wartości dopuszczalnej dla tyrystorów, zastosowany jest dławik komutacyjny.

Pracujące na przemian tyrystory wytwarzają na wyjściu transformatora napięcie przemiennie, prostokątne, o częstotliwości 50 Hz. Napięcie wyjściowe obu falowników dodaje się geometrycznie tak, że amplituda napięcia wypadkowego jest dwa razy większa niż pojedynczego falownika, natomiast wartość skuteczna zależy od kąta fazowego, istniejącego między napięciami obu falowników. Wzrost

kąta fazowego powoduje zmniejszenie się wartości skutecznej napięcia wypadkowego.

Filtr wejściowy i wyjściowy

Przetwornica jest wyposażona w dwa filtry. Filtr wejściowy, złożony z dwóch dławików $D11f$ i $D12f$ oraz kondensatorów $C1$ i $C2$, ogranicza tętnienia wytworzone przez falowniki wnoszone do baterii do niezbędnego minimum. Filtr wyjściowy złożony jest z dwóch członów rezonansowych: szeregowego $/D13f$ i $C5/$ i równoległego $/D14f$ i $C6/$. Zadaniem jego jest formowanie sinusoidy z napięcia prostokątnego o zmieniającej się długości impulsów.

Zasilacz

Zasilacze $St1$ i $St2$ są złożone z dwóch stabilizatorów zenerowskich. Przeznaczone są do zasilania generatora $/G/$ i wtórnika $/W/$ napięciem stałym, stabilizowanym 20 V .

Pilot

Pilot $/a1/$ stanowi przetwornicę tranzystorową o układzie przeciwobnym. Posiada on dodatkowe sprzężenie oporowo-pojemnościowe, które umożliwia płynną regulację jego częstotliwości. Zbudowany jest wyłącznie na elementach półprzewodnikowych krzemowych, dzięki czemu cechuje się dobrą stabilnością częstotliwości oraz dużą niezawodnością działania. Zasilany jest napięciem baterii 50 V lub 60 V poprzez własny stabilizator zenerowski, który utrzymuje na wejściu pilota napięcie stałe 20 V .

Pilot przetwarza napięcie stałe 20 V na napięcie przemienne prostokątne 20 V o częstotliwości 50 Hz. W celu uzyskania dużej stromości impulsów transformator /Tr1/ jest wykonany na rdzeniu toroidalnym złożonym z taśmy permalojowej typu P51, charakteryzującej się prostokątną pętlą histerezy.

Możliwość płynnej regulacji częstotliwości jest wykorzystana do synchronizacji częstotliwości przetwornicy tyrystorowej typu TYS-2 z częstotliwością sieci energetycznej, zasilającej urządzenia analizujące obraz telewizyjny. Konieczność takiej synchronizacji zachodzi wówczas, gdy przetwornica typu TYS-2 zasila telewizyjną stację przekaźnikową. W przeciwnym przypadku na ekranach telewizorów pojawiają się pasy, które przesuwają się po ekranie z szybkością proporcjonalną do różnicy obu częstotliwości.

Generator

Generator /a2/ jest wzmacniaczem napięcia przemiennego, prostokątnego wytwarzanego przez pilota. Służy on do sterowania tyrystorów Ty1 i Ty2 falownika I. Zasilanie generatora odbywa się z zasilacza /St1/ stabilizowanym napięciem 20 V. Z generatora podawane jest napięcie sterujące do wtórnika /a3/. Generator posiada potencjometr do ustawiania maksymalnego kąta fazowego między napięciami generatora i wtórnika. Odpowiada to minimalnemu przesunięciu między napięciami obu falowników, gdyż na wyjściu wtórnika jest odwrócona faza napięcia sterującego.

Wtórnik

Wtórnik /a3/ stanowi przetwornicę tranzystorową o układzie przeciwsobnym. Posiada on, oprócz sprzężenia magnetycznego, dodatkowe sprzężenie oporowo-pojemnościowe. Częstotliwość własna wtórnika jest niższa od częstotliwości pilota, a dzięki temu wtórnik normalnie pracuje jako wzmacniacz napięcia przemiennego, prostokątnego, przychodzącego z generatora. Wzmocnione napięcie służy do sterowania tyrystorów Ty3 i Ty4 falownika II. Wtórnik posiada regulowany opornik do nastawiania maksymalnego kąta fazowego między napięciami obu falowników, co odpowiada minimalnemu przesunięciu między napięciami generatora i wtórnika. Do zacisków wtórnika 8-13 przyłączone są wyjścia regulatorów napięcia /a4/ i prądu /a5/. Zmiana oporności wyjściowych tych regulatorów powoduje zmianę kąta fazowego między napięciami falowników i odpowiednią zmianę napięcia wyjściowego przetwornicy.

Cechą znaną wtórnika i generatora jest to, że automatyczna regulacja kąta fazowego odbywa się nie za pomocą generatora, lecz wtórnika oraz że wtórnik sterowany jest dodatkowo impulsami komutacyjnymi generatora. Dzięki temu stała czasowa regulacji kąta fazowego teoretycznie jest równa zero. Zastosowany sposób regulacji kąta fazowego nie powiększa stałej czasowej wynikającej z innych elementów pętli sprzężenia zwrotnego. Ponadto sterowanie wtórnika dodatkowo impulsami komutacyjnymi generatora zapobiega przesterowaniu się wtórnika, tzn. wzrostowi kąta fazowego między napięciami generatora i

wtórnik powyżej 180° el., w przypadku wzrostu oporności wyjściowej regulatorów lub częstotliwości pilota powyżej dopuszczalnej wartości. Wtórnik jest zasilany z zasilacza /St2/ napięciem stałym, stabilizowanym 20 V.

Regulator napięcia

Regulator napięcia /a4/ jest przeznaczony do stabilizowania napięcia wyjściowego przetwornicy i zbudowany jest na jednym tranzystorze.

Napięcie wyjściowe przetwornicy podawane jest poprzez transformator i diody na dzielnik oporowy. Napięcie z dzielnika jest porównywane z napięciem diody Zenera, a różnica, odpowiadająca błędowi napięcia przetwornicy, steruje tranzystorem. Tranzystor, zmieniając swoją oporność wyjściową, oddziałuje na wtórnik i powoduje zmianę kąta fazowego między napięciami obu falowników, a tym samym odpowiednią zmianę napięcia wyjściowego przetwornicy. Przebiegi zmian napięcia wyjściowego przetwornicy w funkcji zmian napięcia wejściowego, dla różnych prądów wyjściowych są pokazane na rys. 13 i 14.

Regulator prądu

Regulator prądu /a5/ rozwiązany jest w podobnym układzie co regulator napięcia. Różnica jest tylko ta, że na dzielnik oporowy jest podawane napięcie z transformatora prądowego, który włączony jest na wyjściu przetwornicy. Potencjometrem można ustawić taki punkt pracy tranzystora-regulatora, że jeśli prąd wyjściowy

przetwornicy nie przekracza wartości dopuszczalnej, to tranzystor jest zatkany i regulator nie oddziałuje na kąt fazowy. Natomiast, jeśli prąd przekroczy wartość dopuszczalną, wówczas tranzystor zmieni swą oporność wyjściową i zacznie oddziaływać na wtórnik, powodując wzrost kąta fazowego. Zmniejsza się wówczas napięcie wyjściowe do takiej wartości, przy której prąd wyjściowy utrzyma się na wartości dopuszczalnej. Przetwornica zachowuje się wówczas jak stabilizowane źródło prądu zmiennego.

Układ kontroli napięcia

Układ kontroli napięcia /a6/ służy do sygnalizowania, gdy napięcie wyjściowe przetwornicy rozreguluje się ponad dopuszczalną granicę tolerancji $\pm 10\%$. Składa się on z dwustopniowego wzmacniacza prądu stałego, na wyjściu którego znajduje się przekaźnik rurkowy. Na wejściu każdego stopnia znajduje się dioda Zenera. Dzięki temu napięcie zasilające wzmacniacz, które jest proporcjonalne do napięcia wyjściowego przetwornicy, decyduje o zadziałaniu jednego lub drugiego stopnia, tzn. o zadziałaniu przekaźnika. Potencjometrem można ustawić taki punkt pracy, że dla napięcia przetwornicy wyższego od wartości nominalnej przekaźnik jest w stanie aktywnym. Wówczas swoim zestykiem zamyka obwód cewki przekaźnika P3. Wynikiem tego jest dołączenie odbioru do przetwornicy.

Drugim potencjometrem można ustawić taki punkt pracy, że dla napięcia przetwornicy niższego od napięcia

maksymalnego przechodzi w stan bierny. Następstwem tego jest odłączenie odbioru od przetwornicy. Odpowiednio włączone pojemności czynią układ kontroli napięcia niewrażliwy na chwilowe zmiany napięcia przetwornicy w granicach większych niż $\pm 10\%$.

Układ kontroli częstotliwości

Zadaniem układu kontroli częstotliwości /a7/ jest sygnalizowanie i odłączanie odbioru od przetwornicy w przypadku rozregulowania się częstotliwości napięcia wyjściowego ponad dopuszczalną granicę tolerancji $\pm 10\%$. Wyposażony jest on w stabilizator napięcia przemiennego, filtr rezonansowy LC oraz wzmacniacz tranzystorowy prądu stałego, na którego wyjściu znajduje się przekaźnik rurkowy.

Zmiana częstotliwości powyżej dopuszczalnych granic powoduje rozstrojenie filtra LC, dzięki czemu napięcie na odpowiednim dzielniku oporowym ulega zmniejszeniu. Wynikiem tego jest rozłączenie styku przekaźnika i odłączenie odbioru od przetwornicy. Odpowiednie pojemności czynią układ niewrażliwy na chwilowe zmiany częstotliwości w granicach większych niż $\pm 10\%$.

Układ synchronizacji wizyjnej

Przetwornica tyrystorowa typu TYS-2 może służyć do zasilania telewizyjnych stacji przekaźnikowych. W tym przypadku celowe jest zastosowanie synchronizacji częstotliwości przetwornicy z częstotliwością sieci ener-

getycznej, zasilającej urządzenia analizujące obraz telewizyjny. W przeciwnym bowiem razie na ekranach telewizorów pojawiają się podłużne pasy, przesuwające się po ekranie z szybkością zależną od różnicy częstotliwości. Zadanie synchronizacji spełnia układ synchronizacji wizyjnej /a8/, który oddziałuje na częstotliwość pilota /a1/.

Zabezpieczenia

Przetwornica wyposażona jest w szereg bezpieczników topikowych, które chronią tyrystory, diody mocy i inne elementy przed uszkodzeniem w przypadku wystąpienia zwarc. Bezpieczniki B1 i B2 chronią źródło zasilające przetwornicy przed zwarciami wewnątrz przetwornicy. Bezpiecznik B3 chroni sieć energetyczną doprowadzoną do przetwornicy przed zwarciami wewnątrz przetwornicy. Bezpiecznik B4 chroni obwody sygnalizacyjne. Bezpiecznik B5 zabezpiecza pilota i zasilacze St1 i St2. Przepalenie się bezpieczników B4 i B5 sygnalizowane jest lampkami L7 i L6 /gasną/. Bezpieczniki B6 i B7 zabezpieczają przetwornicę w przypadku uszkodzenia się układów regulacyjnych przetwornicy. Bezpieczniki B8 i B9 chronią źródło przed zwarciami w przełączniku W5 lub w woltomierzu i częstotściomierzu. Bezpieczniki B10 ÷ B13 zabezpieczają tyrystory Ty1 ÷ Ty4 i diody D1 ÷ D4 przed uszkodzeniem w przypadku zwarc w falownikach.

Pomiar napięcia i prądu

Przetwornica wyposażona jest w woltomierz i częstotłomierz kl 0,5, którymi można mierzyć napięcie i częstotliwość zarówno przetwornicy, jak i sieci energetycznej. Umożliwia to przełącznik W5 znajdujący się na drzwiach pod miernikiem. Na drzwiach znajduje się również amperomierz mierzący prąd odbioru.

Regulacja

Regulacja przetwornicy w czasie jej normalnej pracy polega na nastawieniu napięcia i częstotliwości. Regulacji napięcia wyjściowego dokonuje się potencjometrem znajdującym się w regulatorze napięcia /płytką a4/. Napięcie wyjściowe można ustawić w przedziale $210 \div 230$ V. Należy przy tym pamiętać, że znamionowa moc wyjściowa jest stała /3 kVA/ i wartość prądu jest zależna od wartości ustawionego napięcia wyjściowego.

Regulacji ogranicznika prądu maksymalnego przetwornicy dokonuje się potencjometrem znajdującym się w regulatorze prądu /płytką a5/. W tym celu należy obciążyć przetwornicę opornością czynną i ustalić prąd wyjściowy na wartość 15,0 A. Następnie potencjometr na płytce a5 ustawić na taką wartość, przy której napięcie wyjściowe przetwornicy zacznie maleć. Przy prawidłowo ustawionym pokrętle potencjometru wzrost obciążenia przetwornicy powyżej 15,0 A powoduje zmniejszenie napięcia wyjściowego. Przetwornica wchodzi w zakres stabilizacji prądu obciążenia. Zmniejszając wartość opornika obciążenia na-

wet do zera, nie powoduje się wzrostu prądu obciążenia powyżej 20,0 A. Aby przeprowadzić próbę przeciążenia w całym zakresie, należy obciążenie przyłączyć do zacisków R i O, znajdujących się na tabliczce "Próba obciążenia" na tylnej ścianie przegrody ruchomej, gdyż w przeciwnym razie stycznik S3 swoimi stykami głównymi będzie przerywał obwód wyjściowy. Następnie należy obciążyć przetwornicę odbiorem o charakterze indukcyjnym przy $\cos \varphi = 0,8$ i sprawdzić wartość prądu ograniczonego, a potem obciążyć odbiorem o charakterze pojemnościowym przy $\cos \varphi = 0,8$ i również sprawdzić wartość prądu ograniczonego. Wartości te powinny zawierać się w granicach od 14,5 do 15,5 A.

Regulacja układu kontroli napięcia /płytką a6/ polega na ustawieniu granic minimalnego i maksymalnego napięcia wyjściowego, tzn. na takim ustawieniu pokręteł potencjometrów, aby zmiana wartości napięcia przetwornicy o więcej niż $\pm 10\%$ powodowała zadziałanie sygnalizacji przetwornicy i odłączenie wyjścia przetwornicy od odbiorów. Działanie układu kontroli napięcia można ograniczyć tylko do sygnalizowania rozregulowania się napięcia przetwornicy. W tym celu należy zmostkować zaciski 7 i 8 przekaźnika.

Regulacja układu kontroli częstotliwości polega na ustawieniu granicy minimalnej i maksymalnej częstotliwości, tzn. na takim ustawieniu pokrętła potencjometru na płytce /a7/, aby zmiana częstotliwości przetwornicy o więcej niż $\pm 10\%$ powodowała zadziałanie sygnalizacji

przetwornicy i odłączenie wyjścia przetwornicy od odbioru. Podobnie jak w przypadku kontroli napięcia, można ograniczyć działanie układu kontroli częstotliwości tylko do sygnalizowania rozregulowania się częstotliwości przetwornicy. W tym celu należy zmostkować zaciski 7 i 8 przekaźnika P3.

Przetwornica wyposażona jest w dwa przekaźniki czasowe P1 i P2. Służą one do tego, aby krótkotrwały powrót napięcia źródła podstawowego nie powodował przełączenia odbiorów ze źródła rezerwowego na podstawowe. Czas zadziałania przekaźnika można regulować w zakresie od 0 do 60 s. Wielkość nastawianego czasu wynika z właściwości danej sieci elektroenergetycznej. Czas zadziałania przekaźnika nie powinien jednak być nastawiony na wartość mniejszą niż 5,0 s.

Rodzaje pracy przetwornicy

Przetwornica pracuje w charakterze "zimnej" rezerwy, jeżeli:

- przełącznik W4 "Podstawowe źródło odbioru" ustawiony jest w pozycji "Sieć"; przełącznik ten znajduje się na tabliczce wewnątrz przetwornicy i dostępny jest po otwarciu dolnych drzwi;
- wyłącznik W3 - "Próba przetwornicy" ustawiony jest w pozycji "wył"; wyłącznik ten znajduje się pod przełącznikiem W4 wewnątrz przetwornicy;
- wyłącznik W1 - "Sieć" ustawiony jest w pozycji "zał";

- wyłącznik W2 - ustawiony jest w pozycji "zał";
wyłączniki W1 i W2 znajdują się na górnych drzwiach płyty czołowej.

W tym rodzaju połączeń odbiory są zasilane z sieci elektroenergetycznej. Z chwilą zaniku napięcia w tej sieci uruchamia się automatycznie przetwornica i włącza się na zasilanie odbiorów. Po powrocie napięcia w sieci elektroenergetycznej zostaje uruchomiony przekaźnik czasowy P1 i po czasie nastawionym spowoduje samoczynne przełączenie odbiorów na sieć i wyłączenie przetwornicy.

Przetwornica pracuje w charakterze "gorącej" rezerwy, jeżeli:

- przełącznik W4 ustawiony jest w pozycji "Sieć";
- wyłącznik W3 ustawiony jest w pozycji "zał";
- wyłącznik W1 ustawiony jest w pozycji "zał";
- wyłącznik W2 ustawiony jest w pozycji "zał".

Zasilanie odbiorów odbywa się wówczas z sieci, a przetwornica biegnie luzem.

Po zaniku napięcia sieci przetwornica przejmuje na siebie obciążenie. Po powrocie napięcia sieci, po czasie nastawionym, przetwornica oddaje obciążenie na sieć elektroenergetyczną i sama biegnie luzem.

Przetwornica pracuje w charakterze źródła podstawowego, jeżeli:

- przełącznik W4 ustawiony jest w pozycji "Przetwornica";

- wyłącznik W1 ustawiony jest w pozycji "zał";
- wyłącznik W2 ustawiony jest w pozycji "zał".

Położenie wyłącznika W3 w tym przypadku jest nieistotne. Przetwornica zasila wówczas odbiory, a sieć elektroenergetyczna stanowi rezerwę w przypadku uszkodzenia przetwornicy.

Konstrukcja mechaniczna

Przetwornica zmontowana jest w szafie o głębokości 600 mm, szerokości 800 mm i wysokości 2000 mm. Fotografie 15 i 16 przedstawiają przetwornicę tyrystorową TYS-2. Na drzwiach zainstalowane są mierniki /woltomierz, amperomierz, częstotściomierz/, wyłącznik sieci W1, wyłącznik przetwornicy W2, przełącznik woltomierza i częstotściomierza W5 oraz lampki sygnalizacyjne L1, L2, L3, L4, L5. Wewnątrz przetwornicy na ramie obrotowej rozmieszczone są układy kontrolno-sterujące, przekaźniki, płyta z gniazdami pomiarowymi, bezpieczniki. Na tablicy, widocznej po wysunięciu na zewnątrz drzwi i ramy obrotowej, znajdują się wszystkie zaciski wejściowe i wyjściowe przetwornicy, bezpieczniki główne /B1 i B2/, wyłącznik próby przetwornicy /W3/, przełącznik podstawowego zasilania odbioru W4, bezpieczniki B4, B5 oraz lampki sygnalizacyjne L6 i L7. Pozostałe elementy przetwornicy są rozmieszczone na ścianie tylnej i na dwóch półkach. Układy kontrolno-sterujące są wykonane techniką obwodów drukowanych i połączone z pozostałymi elementami przetwornicy za pomocą złączy nożowych.

3.3. Przetwornica tyrystorowa typu TYS-3

3.3.1. Podstawowy układ połączeń

Przetwornica typu TYS-3 zawiera w sobie falownik o mostkowym jednofazowym układzie połączeń, którego schemat ideowy przedstawia rys. 17. Integralną część przetwornicy stanowi prostownik, który zasila ją, gdy istnieje napięcie w sieci elektroenergetycznej oraz tyrystorowy, stabilizowany prostownik 2 A doładowujący baterię.

3.3.2. Dane techniczne przetwornicy

Moc znamionowa	16 kVA
Napięcie znamionowe, zasilające, stałe	240 V
Napięcie przemiennie zasilające prostownik	3x380 V + 10-15%
Tolerancja napięcia zasilającego	± 40 V
Dopuszczalne napięcie zakłóceń źródła zasilającego przetwornicę w pasmie do 300 Hz	250 mVsk
w pasmie od 300 Hz do 10000 Hz	30 mVsk
Prąd stały znamionowy	83,5 A
Prąd stały maksymalny	100 A
Napięcie przemiennie znamionowe	220 V
Tolerancja napięcia wyjściowego	$\pm 2\%$
Prąd znamionowy, przemienny	73 A

Częstotliwość znamionowa napięcia wyjściowego	50 Hz
Tolerancja częstotliwości napięcia wyjściowego	$\pm 2\%$
Zawartość wyższych harmoniczných napięcia wyjściowego	$\leq 10\%$
Współczynnik mocy obciążenia	0,8 ind \div 0,8 poj.
Sprawność znamionowa przetwornicy	80%
Przebieżalność	do 1,1 P _{zn} w czasie do 0,5 h
Czas przerwy między dwoma kolejnymi przeciążeniami nie może być krótszy niż 2 godziny	
Napięcie zakłóceń wnoszone przez przetwornicę na zaciski baterii	
w pasmie do 300 Hz	100 mV
w pasmie od 300 do 10000 Hz	5 mV
Dopuszczalna temperatura otoczenia	+10 \div +40°C
Czasy przerwy przy przełączaniu:	
a/ przetwornica-sieć	100 ms
b/ sieć-przetwornica, "zimna" rezerwa	1 s
c/ sieć-przetwornica, "gorąca" rezerwa	100 ms

3.3.3. Opis przetwornicy TYS-3

Przetwornica składa się z następujących układów i podzespołów:

- Układ kontroli napięcia prostownika /a10/
- Układ przełączania zasilania przetwornicy /UPZP/
- Filtr wejściowy /Ft1/
- Falownik /F/
- Filtr wyjściowy /Ft2/
- Zasilacz stabilizowany /a9/
- Pilot /a1/
- Generator /a2/
- Wtórnik /a3/
- Regulator napięcia /a4/
- Regulator prądu /a5/
- Układ kontroli częstotliwości przetwornicy i sieci /a7/
- Układ synchronizacji wizyjnej /a8/
- Układ kontroli napięcia przetwornicy i sieci /a6/
- Układ kontroli faz sieci /UKF/
- Układ przełączania zasilania odbiorów /UPZO/
- Układ obejściowy /UO/
- Przyrządy pomiarowe i sygnalizacyjne
- Zabezpieczenia

3.3.4. Opis działania przetwornicy

Przetwornica TYS-3, podobnie jak przetwornice opisane powyżej, może pracować jako źródło bezprzerwowego zasilania, jako źródło tzw. "gorącej" rezerwy oraz jako źródło "zimnej" rezerwy.

Przetwornica jako źródło zasilania bezprzerwowego

Głównym źródłem zasilania przetwornicy w tym stanie pracy jest prostownik krzemowy o napięciu niestabilizowanym, źródłem rezerwowym - bateria akumulatorów. Przetwornica zasilą odbiory w sposób ciągły. Prostownik zasilany z sieci trójfazowej napięciem 220/380 V wytwarza na wyjściu napięcie 240 V. Jeżeli napięcie wyjściowe prostownika jest większe od 240 V, wówczas układ kontroli napięcia /a10/ poprzez styki /2PZ/ poda napięcie na przekaźnik czasowy 1PC, który po nastawionym czasie /czas nastawiany w granicach 0 ÷ 60 sek/ zadziała i włączy napięcie prostownika na wejście przetwornicy. Po włączeniu wyłącznika 1 W napięcie zostaje podane na zasilacz stabilizowany /a9/ i falownik /F/, który przetwarza napięcie stałe na napięcie przemienne o przebiegu prostokątnym o częstotliwości 50 Hz. Filtr wyjściowy /Ft2/ przepuszcza pierwszą harmoniczną z zawartością pozostałych /poniżej 10%/. Napięcie wyjściowe przetwornicy, poprzez transformator prądowy /Tr5/, bezpieczniki mocy /B7 i B8/, stycznik 3S i przełącznik 4PL, podawane jest na odbiory.

Regulator napięcia /a4/ pozwala na regulację poziomu napięcia w granicach $220 \div 230$ V i stabilizuje nastawione napięcie z dokładnością $\pm 2\%$.

Regulator prądu /a5/ ogranicza wartość prądu pobieranego z przetwornicy do 80 A. Wartość ta jest nastawiana za pomocą potencjometru znajdującego się na płycie regulatora prądu /a5/.

Układ kontroli napięcia /a6/ i układ kontroli częstotliwości /a7/ kontrolują odpowiednio napięcie i częstotliwość przetwornicy. Jeżeli parametry te znajdują się poza nastawionymi poziomami, to stycznik 3S zostanie otwarty, stycznik 4S zamknie się i odbiory będą zasilane z sieci. Przy powrocie napięcia i częstotliwości do wartości zawartych w granicach tolerancji, odbiory zostaną po odpowiednim czasie /wartość nastawiana na przekaźniku czasowym 2PC w granicach $0 \div 60$ sek/ z powrotem przełączone na zasilanie z przetwornicy.

Przetwornica jako źródło "zimnej" rezerwy

W tym stanie pracy głównym źródłem zasilania odbiorów jest sieć elektroenergetyczna, a rezerwowym - przetwornica.

Odbiory zasilane są z sieci poprzez bezpieczniki B9, B10 i B11, stycznik 4S i przełącznik 4PŁ, przy czym podzielone są na trzy grupy i zasilane napięciami fazowymi.

Układ kontroli napięcia /a6/ i częstotliwości /a7/ jest włączony poprzez przełącznik 5PŁ i zestyki zwierne

przełącznika 13P na napięcie jednej z faz sieci. W przypadku zmiany napięcia bądź częstotliwości poza nastawioną tolerancję lub braku jednej z faz układ /a6/ odłącza odbiory od sieci, uruchamia się przetwornica i odbiory zostają włączone na zaciski przetwornicy. Przerwa w zasilaniu wynosi poniżej 1 sekundy. Po powrocie napięcia sieci we wszystkich fazach i w granicach nastawionych tolerancji napięcia i częstotliwości układ /a6/ odłączy po pewnym czasie /nastawionym na przełączniku czasowym 2PC w granicach $0 \div 60$ sek/ zasilanie odbiorów z przetwornicy i włączy je do sieci na poszczególne fazy. Przetwornica wyłącza się. Czas przerwy w zasilaniu wynosi w tym przypadku poniżej 100 ms.

Przetwornica jako źródło "gorącej" rezerwy

W tym stanie pracy głównym źródłem zasilania odbiorów jest sieć elektroenergetyczna, a rezerwowym przetwornica pracująca na biegu jałowym.

W przypadku zmiany napięcia bądź częstotliwości poza nastawioną tolerancję lub braku jednej z faz, układ /a6/ odłącza odbiory od sieci. Zasilanie odbiorów przejmuje biegnąca jałowo przetwornica. Czas przerwy w zasilaniu wynosi poniżej 100 ms.

Po powrocie napięcia we wszystkich fazach i w granicach nastawionych tolerancji układ /a6/ odłączy po pewnym czasie /nastawionym na przełączniku czasowym 2PC w granicach $0 \div 60$ sek/ zasilanie odbiorów z przetwornicy i włączy je do sieci na poszczególne fazy. Przetwornica

biegnie dalej jałowo. Czas przerwy w zasilaniu wynosi poniżej 100 ms.

Opis działania układów i podzespołów zasadniczych przetwornicy TYS-3

Falownik

Falownik /F/ służy do przemiany napięcia stałego na napięcie przemiennie o przebiegu prostokątnym.

Głównymi elementami falownika są: tyrystory Ty1, Ty2, Ty3 i Ty4, kondensatory komutacyjne C1, C2, C3 i C4, dławiki komutacyjne Dk1 i Dk2 i transformator Tr1.

Tyrystory Ty1 i Ty2 mają obwody bramek zasilane z generatora /a2/, a bramki tyrystorów Ty3 i Ty4 zasilane są z wtórnika /a3/.

Po włączeniu przetwornicy na zasilanie z prostownika bądź z baterii napięcie stałe pojawia się na wejściu falownika. Jednocześnie napięcie stałe poprzez stabilizowany zasilacz /a9/ podane jest do pilota generatora i wtórnika.

Generator podaje na przemian napięcie na bramki tyrystorów Ty1 i Ty 2 z częstotliwością 50 Hz, wytwarzaną przez pilota. Z tą samą częstotliwością wtórnik podaje napięcie na bramki tyrystorów Ty3 i Ty 4.

Jeżeli generator poda napięcie na bramkę tyrystora Ty1, to tyrystor ten przejdzie w stan przewodzenia. Jednocześnie, bądź z pewnym opóźnieniem fazowym, wtórnik poda napięcie na bramkę tyrystora Ty4, który przejdzie w

stan przewodzenia. Przez falownik popłynie prąd w następującym obwodzie: biegun dodatni - B1 - Ty1 - D11 - Tr1 - D12 - T4 - B4 - biegun ujemny. Spadki napięć na tyrystorach i dławikach są małe, a więc prawie całe napięcie zjawi się na transformatorze Tr1.

Po upływie pół okresu generator poda napięcie na bramkę tyrystora Ty2. Tyrystor przejdzie w stan przewodzenia, a kondensator C2 naładowany do pełnego napięcia zasilającego rozładowuje się w obwodzie: D11 - Ty2 - B2, indukując w dławiku D11 SEM w kierunku przeciwnym i o prawie podwójnej wartości napięcia zasilającego, co powoduje zablokowanie tyrystora Ty1. Jednocześnie, bądź z pewnym opóźnieniem, wtórnik poda napięcie na bramkę tyrystora Ty3, który przechodząc w stan przewodzenia zatka tyrystor Ty4. Przez falownik popłynie prąd w obwodzie: biegun dodatni - B3 - Ty3 - D12 - Tr1 - D11 - Tys2 - B2 - biegun ujemny. Po upływie pół okresu cykl pracy falownika powtarza się.

Teoretycznie biorąc, kąt przesunięcia fazowego między przebiegami napięć wyjściowych generatora i wtórniaka może się zmieniać od 0 do 180° .

Przy kącie przesunięcia 0, tzn. jeżeli jednocześnie przewodzą tyrystory Ty1 i Ty4, a w drugim półokresie Ty2 i Ty3, napięcie wyjściowe falownika jest maksymalne. Przy kącie przesunięcia 180° napięcie na uzwojeniu wtórnym transformatora Tr1 równa się zeru. Zmieniając kąt przesunięcia fazowego otrzymujemy napięcie wyjściowe falownika o wartości średniej, zmieniające się od

zera do maksimum. W czasie pracy napięcie wyjściowe przetwornicy jest automatycznie stabilizowane przez regulator napięcia /a4/, który, poprzez ujemne sprzężenie zwrotne, przesuwa fazy napięć wyjściowych wtórnika.

Równolegle do tyrystorów włączone są gasiki RC, których celem jest ograniczenie przepięć komutacyjnych. Diody D1, D2, D3 i D4 są diodami zwrótnymi i służą do rozładowania energii magnetycznej elementów indukcyjnych falownika.

Filtr wyjściowy

Filtr wyjściowy składa się z dwóch członów:

- a/ szeregowego,
- b/ równoległego.

Człon szeregowy składa się z szeregowo połączonych indukcyjności D14 i pojemności kondensatora C11. Człon równoległy składa się z równolegle połączonych indukcyjności D15 i pojemności kondensatora C12.

Oba człony nastrojone są na częstotliwość 50 Hz. Filtr wyjściowy zamienia przebieg prostokątny na przebieg sinusoidalny, z zawartością wyższych harmonicznych poniżej 10% wartości harmonicznej podstawowej.

Filtr wejściowy

Filtr wejściowy składa się z: dławika D13, baterii kondensatorów elektrolitycznych C10 i opornika R6.

Podstawowym zadaniem filtra wejściowego jest zmniejszenie tętnień wnoszonych przez przetwornicę na zaciski

baterii. Przy zasilaniu przetwornicy z prostownika filtr wejściowy wygładza napięcie wyjściowe prostownika. Poza tym poprawia on znacznie komutację w układzie falownika. Oporność R6 służy do rozładowania pojemności C10 w przypadku zadziałania wyłącznika zwarciovego 3W i odłączenia zasilania przetwornicy.

Układ kontroli napięcia prostownika

Kontrolowane przez układ napięcie włączone jest na zaciski pierwotnego uzwojenia transformatora Tr2. Napięcie uzwojenia wtórnego, wyprostowane dwupołkkowo przez diody D1 i D2, wygładzone przez kondensator C1 i opornik R1, włączone jest na potencjometry Pt1, Pt2 i Pt3 oraz połączone szeregowo z nimi oporniki R2, R6 i R7.

Napięcia polaryzujące /baza-emiter/ tranzystorów T1, T3 i T4 są wynikiem różnic napięć stabilizowanych na diodach Zenera DZ1, DZ2 i DZ3 i odpowiednich napięć na częściach potencjometrów Pt1, Pt2 i Pt3. Uzwojenie pierwotne transformatora Tr3 jest zasilane napięciem wyjściowym przetwornicy. Napięcie uzwojenia wtórnego, wyprostowane dwupołkkowo przez diody D3 i D4, wygładzone przez kondensator C3 i opornik R5, zasila poprzez opornik R3 obwód emiter-kolektor tranzystora T1 oraz obwód emiter-kolektor tranzystora T2, poprzez opornik R4 styki wyłącznika 1W2 i obwód bramki tyrystora Ty5.

Jeżeli na wyjściu prostownika pojawi się napięcie powyżej 190 V, to tranzystor T4 zostanie nasycony, powodując wzbudzenia się przekaźnika 1P, który stykiem zwrotnym 1P1 poda biegun ujemny na przekaźnik 2P.

Przy wzroście napięcia na wyjściu prostownika powyżej 210 V zostanie nasycony tranzystor T3, powodując wzbudzenie się przekaźnika 2P. Przełącznik ten podtrzyma się zestykiem 2P1, a zestykiem 2P2 podaje napięcie na przekaźnik czasowy 1PC. Po nastawionym czasie, w granicach 0 ÷ 60 sek, przekaźnik 1PC zamknie zestyki zwiernie 1PC1 w obwodzie cewki stycznika 1S, przygotowując przetwornicę do uruchomienia.

Jżeli w czasie pracy przetwornicy napięcie na wyjściu prostownika spadnie poniżej 200 V, tranzystor T1 przejdzie w stan odcięcia, powodując nasycenie tranzystora T2. W obwodzie bramki tyrystora Ty3 popłynie prąd, powodując przejście tego tyrystora w stan przewodzenia. Przełącznik prądowy 1PP wzbudzi się i swoimi zestykami 1PP1 zewrze złącze emiter-baza tranzystora T4, powodując jego odcięcie. Następuje kolejno odpadanie przekaźników: 1P, 2P i 1PC i stycznika 1S. Przetwornica zasilana jest teraz z baterii i zostaje odcięta od prostownika.

Poziomy napięć, przy których działają przekaźniki 1P i 2P oraz przełącza tyrystor Ty5 można zmieniać odpowiednio potencjometrami Pt1, Pt2 i Pt3.

Układ przełączania zasilania przetwornicy

W skład tego układu wchodzi: styczniki - 1S i 2S, tyrystor Ty5, przekaźniki: 1PC, 1PP i 3P, wyłącznik trójbiegunowy 1 W.

Przetwornica, pracując jako źródło zasilania bezprzerwowego prądu przemiennego, może być zasilana z

prostownika bądź z baterii akumulatorów. Źródłem głównym jest prostownik, źródłem rezerwowym bateria akumulatorów. Po włączeniu prostownika układ kontroli napięcia /a10/ podaje napięcie na przekaźnik czasowy 1PC. Jeżeli napięcie na wyjściu prostownika ma wartość powyżej 210 V, to przekaźnik 1PC po nastawionym czasie /0 ÷ 60 sek/ zewrze zestyk 1PC1 w obwodzie cewki stycznika 1S. Po załączeniu wyłącznika przetwornicy 1W, zestyk 1W1 poda napięcie na cewkę stycznika 1S, włączającego przetwornicę na zaciski wyjściowe prostownika. Jednocześnie zestyk 1W3 podaje napięcie baterii na cewkę przekaźnika 3P, a zestyk 1W2 zamyka obwód bramki tyrystora Ty5.

W przypadku obniżenia się napięcia wyjściowego prostownika poniżej 200 V układ kontroli napięcia prostownika /a10/ natychmiast podaje napięcie na bramkę tyrystora Ty5, który przechodząc w stan przewodzenia włącza baterię akumulatorów na zasilanie przetwornicy. Przekaznik prądowy poprzez układ /a10/ i przekaźnik 1PC powoduje wyłączenie stycznika 1S, odłączającego prostownik od zacisków wejściowych przetwornicy.

Zestyk rozwierny 1S1 stycznika 1S zwierając się podaje napięcie na cewkę stycznika 2S. Stycznik 2S bocznikuje tyrystor Ty5 i przekaźnik prądowy 1PP. Przetwornica przełącza się na zasilanie z baterii akumulatorów. W zasilaniu odbiorów z przetwornicy nie ma w czasie tego przełączania żadnej przerwy.

Przy powrocie napięcia wyjściowego prostownika do wartości powyżej 210 V, po czasie nastawionym na prze-

kaźniku 1PC, zamknie się stycznik 1S, włączając prostownik na zasilanie przetwornicy, a swoim zestykiem 1S1 otworzy obwód cewki stycznika 2S. Stycznik 2S otwierając się odłączy przetwornicę od baterii. Przetwornica przełącza się w ten sposób na zasilanie z prostownika.

Przełączenia wyżej opisane nie powodują przerwy w zasilaniu odbiorów, a także nie mają na nie szkodliwego wpływu.

Pilot

Pilot /a1/ stanowi przetwornicę tranzystorową, o układzie przeciwsobnym. Posiada on dodatkowe sprzężenie oporowo-pojemnościowe, które umożliwia płynną regulację jego częstotliwości. Zbudowany jest wyłącznie na elementach półprzewodnikowych krzemowych, dzięki czemu cechuje się dobrą stabilnością częstotliwości oraz dużą niezawodnością działania. Zasilany jest z zasilacza /a9/ napięciem stabilizowanym 20 V. Pilot przetwarza napięcie stałe 20 V na napięcie przemienne prostokątne 20 V o częstotl. 50 Hz. W celu uzyskania dużej stromości impulsów zastosowano transformator na rdzeniu toroidalnym złożonym z taśmy permalojowej typu P51, która charakteryzuje się prostokątną pętlą histerezy.

Możliwość płynnej regulacji częstotliwości wykorzystana jest do synchronizacji częstotliwości przetwornicy z częstotliwością sieci energetycznej zasilającej urządzenia analizujące obraz wizyjny. Umożliwia to układ synchronizacji wizyjnej - płytką /a8/.

Generator

Generator /a2/ jest wzmacniaczem napięcia przemiennego, prostokątnego wytwarzanego przez pilota /a1/. Służy on do sterowania tyrystorami Ty1 i Ty2 falownika. Generator podaje na bramki tyrystorów dodatnie piki prądu. Generator posiada dodatkowy transformator, z którego pobierane jest napięcie do sterowania wtórnikiem /a3/ oraz potencjometr do ustawiania maksymalnego kąta fazowego między napięciami generatora i wtórnika.

Wtórnik

Wtórnik /a3/ wykonany jest jako przetwornica tranzystorowa o układzie przeciwsobnym. Posiada on oprócz sprzężenia magnetycznego dodatkowe sprzężenie oporowo-pojemnościowe. Częstotliwość własna wtórnika jest niższa od częstotliwości pilota /a1/. Dzięki temu wtórnik normalnie pracuje jako wzmacniacz napięcia przemiennego, prostokątnego, przychodzącego z generatora. Wzmocnione napięcie służy do sterowania tyrystorami Ty3 i Ty4. Wtórnik posiada potencjometr służący do ustawiania minimalnego kąta fazowego między napięciami generatora i wtórnika.

Wyjścia regulatorów napięcia /a4/ i prądu /a5/ skojarzone są z wtórnikiem. Zmiana oporności wyjściowych tych regulatorów powoduje zmianę kąta fazowego między napięciami generatora i wtórnika i odpowiednią zmianę napięcia wyjściowego przetwornicy.

Regulator napięcia

Regulator napięcia /a4/ przeznaczony jest do nastawiania poziomu i stabilizacji napięcia wyjściowego przetwornicy. Napięcie wyjściowe przetwornicy podawane jest poprzez odpowiedni transformator i diody na dzielnik oporowy. Napięcie z dzielnika porównywane jest z napięciem diody Zenera, a różnica odpowiadająca błędowi napięcia przetwornicy steruje regulatorem.

Regulator prądu

Regulator prądu /a5/ rozwiązany jest w podobnym układzie co regulator napięcia. Różnica jest tylko ta, że na dzielnik napięcia podawane jest napięcie z transformatora prądowego, który przyłączony jest do wyjścia przetwornicy. Regulator ma ustawiony taki punkt pracy, że jeżeli prąd wyjściowy przetwornicy nie przekroczy wartości dopuszczalnej, to regulator nie oddziałuje na kąt fazowy. Natomiast, jeżeli prąd przekroczy wartość dopuszczalną, wówczas regulator zacznie oddziaływać na wtórnik, powodując wzrost kąta fazowego. Napięcie wyjściowe zmniejszy się do takiej wartości, przy której prąd wyjściowy utrzyma się na wartości dopuszczalnej. Przetwornica zachowuje się wówczas jak źródło o stabilizowanym prądzie wyjściowym.

Układ kontroli częstotliwości przetwornicy i sieci

Układ ten /a7/ służy do kontroli częstotliwości napięcia głównego źródła zasilania odbiorów. Wejście ukła-

du połączone jest równolegle z wejściem układu kontroli napięcia i poprzez przełącznik 5PŁ włączone jest na napięcie głównego źródła zasilania odbiorów /przetwornica lub sieć/. Układ wyposażony jest w stabilizator napięcia przemiennego, filtr rezonansowy oraz wzmacniacz tranzystorowy prądu stałego, na którego wyjściu znajduje się przekaźnik rurkowy. Zmiana częstotliwości poza nastawioną tolerancję powoduje zadziałanie układu kontroli napięcia /a6/ oraz przełączenie odbiorów z głównego źródła zasilania na zasilanie rezerwowe.

Jeżeli napięcie głównego źródła zasilania odbiorów oraz częstotliwość powrócą do nastawionych granic, wówczas po czasie nastawionym na przekaźniku 2PC/0:60 sek/ nastąpi przełączenie odbiorów z rezerwowego źródła na główne źródło zasilania.

Układ synchronizacji wizyjnej

Układ synchronizacji wizyjnej /a8/ służy do synchronizacji częstotliwości napięcia wyjściowego przetwornicy z częstotliwością sygnału wizyjnego ramki w przypadku zasilania przez przetwornicę telewizyjnych stacji wzmacniakowych.

Układ kontroli napięcia przetwornicy i sieci

Układ ten /a6/ służy do kontroli napięcia głównego źródła zasilania odbiorów. Kontrolowane napięcie włączone jest poprzez przełącznik 5PŁ na zaciski pierwotnego uzwojenia transformatora Tr4. Napięcie uzwojenia

wtórnego, wyprostowane przez mostek złożony z diod D3 ÷ D6 i wygładzone przez kondensator C1, włączone jest na potencjometry Pt1 i Pt2 oraz połączone szeregowo z nimi opory R1 i R3. Napięcie polaryzujące baza-emiter tranzystora T1 jest różnicą napięcia stabilizowanego na diodzie Zenera DZ1 i napięcia na części potencjometru Pt2, a napięcie polaryzujące baza-emiter tranzystora T2 jest różnicą napięcia stabilizowanego na diodzie Zenera DZ1 i napięcia na części potencjometru Pt2.

Po przekroczeniu dolnej granicy napięcia nastawionej na potencjometrze Pt1 tranzystor T1 zostaje nasycony, przekaźnik 8P wzbudzi się i swymi zestykami zamknie obwód cewki przekaźnika 7P. Zestyki przekaźnika 7P zamkną obwód cewki przekaźnika czasowego 2PC, który po nastawionym czasie /0 ÷ 60 sek/ zamknie obwód cewki stycznika włączającego główne źródło zasilania odbiorów. Jeżeli napięcie wzrośnie powyżej górnej granicy, nastawionej na potencjometrze Pt2, to tranzystor T2 zostanie nasycony i przekaźnik 9P wzbudzi się rozwierając swymi zestykami obwód cewki przekaźnika 7P. Zestyk zwierny tego przekaźnika - 7P1 otworzy obwód cewki przekaźnika czasowego 2PC, który z kolei rozewrze obwód cewki stycznika łączącego odbiory z głównym źródłem zasilania i włączy stycznik łączący odbiory z rezerwowym źródłem zasilania.

Jeżeli napięcie źródła głównego powróci do normalnej wartości /zawartej w nastawionych granicach min-maks/,

to przekaźnik 7P wzbudzi się i swoimi zestykami zamknie obwód cewki przekaźnika czasowego 2PC. Po nastawionym czasie $/0 \div 60 \text{ sek}/$ przekaźnik 2PC otworzy stycznik łączący odbiory z rezerwowym źródłem zasilania i włączy stycznik łączący odbiory z głównym źródłem zasilania.

Układ kontroli faz sieci

Układ składa się z oporników R1, R2 i R3, mostka diodowego D1 - D4 i przekaźnika 13P.

Jeżeli sieć jest głównym źródłem zasilania odbiorów i zaniknie np. napięcie w jednej z faz, wówczas zadziała przekaźnik 13P, a jego zestyki 13P1 otworzą obwód zasilania układu kontroli napięcia UKN2 i odbiory przejdą na zasilanie rezerwowe.

Układ przełączania zasilania odbiorów

Układ składa się z: wyłącznika 2W, przełącznika 5PŁ, styczników 3S i 4S. Przetwornica może pracować w trzech stanach. W czasie pracy przetwornicy, jako źródła bezprzerwowego zasilania, przełącznik 5PŁ jest ustawiony w położeniu B, wyłącznik 2W i stycznik 3S są włączone, zaś stycznik 4S jest odłączony. W przypadku zmiany napięcia lub częstotliwości przetwornicy poza nastawione tolerancje stycznik 3S otworzy się, a stycznik 4S zostanie włączony. Po powrocie do nastawionych wartości napięcia i częstotliwości otworzy się stycznik 4S, a stycznik 3S zostanie włączony.

Przy pracy rezerwowej przetwornicy przełącznik 5PŁ znajduje się w położeniu A, wyłącznik 2W jest zamknię-

ty, stycznik 4S jest włączony, a stycznik 3S jest otwarty. W przypadku zmiany częstotliwości lub wartości napięcia poza nastawioną tolerancją bądź w przypadku zaniku napięcia co najmniej w jednej z faz sieci odbiory przełączane są automatycznie na zasilanie rezerwowe. Przy powrocie częstotliwości lub wartości napięcia do wartości nominalnych odbiory z powrotem zostaną przełączone na zasilanie z sieci.

Układ obejściowy

W skład układu obejściowego wchodzi: przełącznik 4PŁ, bezpieczniki B9, B10 i B11.

Jeżeli odbiory są zasilane poprzez układ obejściowy, to przełącznik 4PŁ ustawiony jest w położeniu II, a bezpieczniki B9, B10 i B11 są wykręcone. Układ ten służy do zasilania odbiorów bezpośrednio z sieci.

Przyrządy pomiarowe i sygnalizacja

W przetwornicy zainstalowano następujące przyrządy pomiarowe:

- amperomierz do pomiaru prądu obciążenia przetwornicy,
- miernik częstotliwości napięcia przetwornicy i sieci,
- woltomierz z przełącznikiem pomiaru napięcia przetwornicy i sieci.

W przetwornicy sygnalizowane są następujące stany:

- zasilanie odbiorów z sieci - L1 /lampka zielona/,
- zasilanie przetwornicy z baterii - L2 /lampka czerwona oraz sygnał akustyczny/,
- brak napięcia na odbiorze - L3 /lampka czerwona oraz sygnał akustyczny/,
- przekroczona tolerancja napięcia i częstotliwości głównego źródła zasilania odbioru - L4 /lampka czerwona oraz sygnał akustyczny/,
- bieg luzem przetwornicy - L5 /lampka zielona/.

Sygnał akustyczny można wyłączyć przelączając dźwigienkę wyłącznika alarmu pod zapaloną lampką do góry. Jeśli lampka zgaśnie, alarm włączy się ponownie i aby go skasować, należy dźwigienkę wyłącznika alarmu przelączyc w dół.

Zabezpieczenia

Główna część przetwornicy - falownik zabezpieczony jest bezpiecznikami mocy B1, B4, typu Wta 160 A i wyłącznikiem zwarciovym typu WIS-100S. Obwód zasilania przetwornicy z baterii zabezpieczony jest bezpiecznikami mocy B5, B6, typu Bm-Wts 125. Obwód wyjściowy przetwornicy zabezpieczony jest bezpiecznikami mocy B7, B8, typu Bm-Wts 100. Odbiory przy zasilaniu z sieci zabezpieczone są bezpiecznikami topikowymi B9, B10, B11, typu Bm-Wts 60. Obwody sygnalizacyjne zabezpieczone są bezpiecznikami topikowymi B12 i B13, typu Bm-Wts 2.

Zasilacz stabilizowany

Zasilacz /a9/ składa się z trzech połączonych szeregowo oporów i diody Zenera. Pilot, generator i wtórnik są zasilane przez zasilacz napięciem stabilizowanym 20 V.

Konstrukcja mechaniczna

Przetwornica składa się z dwóch szaf. Część podstawowa przetwornicy mieści się w szafie o wymiarach 1200x800x2000 mm, natomiast prostownik krzemowy w szafie o wymiarach 400x800x2000 mm, łącznie z prostownikiem tyrystorowym 2 A.

Fotografie przetwornicy TYS-3 przedstawiają rys. 18 i 19.

3.4. Przetwornica tyrystorowa typu TYS-4

3.4.1. Podstawowy układ połączeń

Przetwornica TYS-4 stanowi zespół składający się z przetwornicy tyrystorowej oraz prostownika krzemowego, który służy do bezpośredniego zasilania przetwornicy. Przetwornica jest wyposażona w falownik o mostkowym układzie połączeń. We wspólnej szafie z w.w. urządzeniami znajduje się prostownik tyrystorowy, stabilizowany 1 A doładowujący baterię.

3.4.2. Dane techniczne

Napięcie zasilające sieciowe	3x380/220 V
Dopuszczalne zmiany napięcia sieci	+10% -15%

Napięcie stałe zasilające przetwornicę	240 V
Zakres dopuszczalnych zmian napięcia zasilającego przetwornicę	200 ÷ 280 V
Maksymalny prąd pobierany przez przetwornicę	23,8 A
Napięcie wyjściowe przetwornicy	220 V
Zmiany napięcia wyjściowego przetwornicy	±1%
Częstotliwość napięcia wyjściowego przetwornicy	50 Hz
Zmiany częstotliwości	±1%
Moc znamionowa przetwornicy	4 kVA
Prąd znamionowy wyjściowy przetwornicy	18,2 A
Zakres zmian prądu wyjściowego przetwornicy	0 ÷ 18,2 A
Zawartość harmonicznych napięcia wyjściowego przetwornicy przy obciążeniu czynnym, mocą znamionową i zasilaniu z prostownika przy napięciu sieci 3x380 V	≤ 4%
Zakres zmian współczynnika mocy odbiorów	0,8L ÷ 0,8C

Sprawność przetwornicy przy obciążeniu czynnym, mocą znamionową i zasilaniu z prostownika	0,84
Sprawność prostownika krzemowego	0,92
Zakres zmian temperatury otoczenia	10 ÷ 40°C
Wymiary	2000x800x600 mm

3.4.3. Opis

Schemat blokowy przetwornicy przedstawiono na rys. 20. Zasadniczymi członami są:

- przetwornica tyrystorowa /P/, o mocy 4 kVA, zasilana napięciem stałym o wartości znamionowej 220 V, wytwarzająca stabilizowane, sinusoidalne napięcie przemienne 220 V, 50 Hz,
- niestabilizowany prostownik krzemowy /PK/, zasilany napięciem trójfazowym 3x380/220 V, dostarczający napięcie stałe 220 V do zasilania przetwornicy,
- układ przełączenia odbioru /UPO/, zapewniający przełączenie odbioru na zasilanie rezerwowe,
- układ przełączania źródeł zasilania przetwornicy /UPZ/, zapewniający ciągłość zasilania przetwornicy z prostownika krzemowego /z sieci/ bądź z baterii /w przypadku zaniku napięcia sieci/.

Człony te, uzupełnione układami sterującymi i sygnalizacyjnymi, umieszczone są we wspólnej obudowie. W

skład systemu zasilania bezprzerwowego wchodzi jeszcze bateria akumulatorów oraz prostownik do ładowania i konserwacji baterii /PL i FD/.

Przetwornica tyrystorowa

Przetwornica tyrystorowa, której schemat ideowy przedstawiono na rys. 21, przeznaczona jest do przetwarzania napięcia stałego na napięcie przemienne, sinusoidalne, stabilizowane.

Falownik /rys 22/ przetwornicy pracuje w mostkowym układzie połączeń. Zasadniczymi elementami składowymi przetwornicy są: tyrystory Ty1, Ty2, Ty3, Ty4, dławiki komutacyjne D11, D12, kondensatory komutacyjne C1, C2, C3, C4, transformator główny, szczelinowy Tr1, gałąź szeregową filtra kształtującego D13-C9, diody zwrotne D1, D2, D3, D4 oraz kondensator wyjściowy C10. Gałąź równoległą filtra kształtującego wyjściowego tworzą: indukcyjność własna transformatora Tr1 oraz pojemność C10.

Filtr wejściowy złożony z pojemności C11 oraz dławika D14 spełnia następujące funkcje:

- przy zasilaniu przetwornicy z baterii ogranicza napięcie zakłóceń wnoszone przez przetwornicę,
- przy zasilaniu przetwornicy z prostownika krzemowego stanowi filtr wygładzający pulsacje napięcia wyprostowanego.

W pierwszej fazie przetwarzania, napięcie stałe zamieniane jest na prostokątne. Napięcie prostokątne po-

dawane jest, poprzez gałąź szeregową filtra kształtującego D13 - C9, na uzwojenie pierwotne transformatora głównego Tr1. Cechą charakterystyczną tego transformatora jest szczelina powietrzna, dzięki czemu posiada on liniową indukcyjność. Indukcyjność ta i dobrana do niej pojemność kondensatora C10, tworzą gałąź równoległą filtra kształtującego. Dzięki takiemu rozwiązaniu układowemu wyeliminowano jednostkę nawojową, dławik równoległy filtra, z układu przetwornicy. Ponadto przy takim układzie połączeń nie występuje składowa stała prądu płynącego przez uzwojenie pierwotne transformatora głównego. Efekt stabilizacji napięcia wyjściowego uzyskano dzięki zastosowaniu regulacji opóźnienia chwili zapłonu tyrystorów Ty3 i Ty4 względem tyrystorów Ty1, Ty2. Regulację tę wykonuje układ regulatora napięcia RNO, sterującego pracą impulsatorów I1 oraz I2.

Zależnie od wielkości napięcia zasilającego przetwornicę i prądu obciążenia zmienia się opóźnienie zapłonu tyrystorów Ty3, Ty4, a w związku z tym zmienia się szerokość impulsów prostokątnych wytwarzanego napięcia, a zatem zmienia się również wartość skuteczna podstawowej harmonicznej wytworzonego napięcia przemiennego.

Przetwornica wyposażona jest w ogranicznik prądu wyjściowego. Działanie ogranicznika przejawia się obniżaniem napięcia wyjściowego przetwornicy, po przekroczeniu nastawionej wartości prądu. Ochronę przepięciową tyrystorów przetwornicy stanowią, włączone równolegle, gaski RC. Bezpiecznik B13 chroni elementy układu przed skutkami ewentualnych zwarcí.

Prostownik krzemowy

Służy do przetwarzania trójfazowego sieciowego napięcia przemiennego 3x380/220 V na napięcie stałe, podawane następnie poprzez filtr D14 - C11 na zaciski wejściowe przetwornicy.

Zasadniczymi elementami tego prostownika są transformator oraz mostek złożony z diod krzemowych D5 ÷ D10. Ochronę przepięciową diod prostownika stanowi gasik R8-C12, włączony na zaciski wyjściowe prostownika. Prostownik poza prostotą układową charakteryzuje się wysoką sprawnością.

Układ przełączania odbioru

Układ ten zapewnia automatyczne przełączanie odbioru na zasilanie rezerwowe. W przypadku gdy przetwornica jest źródłem głównym, a nastąpiło trwałe obniżenie lub podwyższenie wartości napięcia wyjściowego poza ustalone przez użytkownika granice, następuje przełączenie odbioru do sieci elektroenergetycznej. Ponowne przełączenie odbioru na zaciski przetwornicy nie odbywa się automatycznie. Natomiast gdy sieć jest źródłem głównym, a przetwornica stanowi źródło rezerwowe, zanik napięcia sieci powoduje automatyczne przełączenie odbiorów na zaciski wyjściowe przetwornicy, powrót do sieci odbywa się także automatycznie, z opóźnieniem ustalonym przez przekaźnik czasowy PC.

Zasadnicze elementy składowe układu przełączania odbioru stanowią:

- styczniki 2S, 3S,
- układ kontroli napięcia wyjściowego przetwornicy UKN,
- przekaźnik czasowy PC.

Układ przełączania źródeł zasilania przetwornicy

Układ ten jest wykorzystywany w przypadku, gdy przetwornica stanowi źródło główne zasilania odbioru. Za stan normalny przyjmuje się taki, gdy przetwornica jest zasilana przez prostownik. W przypadku gdy napięcie wyjściowe prostownika opadnie poniżej wartości 200 V /wartość nastawiana/, co może mieć miejsce przy przeciążeniu przetwornicy, przy równoczesnym obniżeniu napięcia sieci poniżej 15%, zaniku jednej z faz, uszkodzeniu prostownika itp., zostaje niemal natychmiast poprzez tyrystor Ty5 włączone zasilanie przetwornicy z baterii, włączonej następnie bezpośrednio zestykami głównymi stycznika 5S. Równocześnie odłączone jest stycznikiem 4S wyjście prostownika. Ponowne włączenie prostownika odbywa się automatycznie, z określonym opóźnieniem, jeżeli napięcie wyjściowe prostownika osiągnie wartość ustaloną przez użytkownika /np. 240 V/. Przełączanie zacisków wejściowych przetwornicy z prostownika na baterię, czy odwrotnie, nie odbija się w istotny sposób na ciągłości zasilania odbioru. Uwidocznione jest krótkotrwałymi, minimalnymi, odchyleniami napięcia na odbiorze.

Zasadniczymi elementami tego układu są:

- styczniki 4S, 5S,
- czujnik napięcia prostownika CN,
- czujnik faz CF,
- przekaźnik czasowy.

Zaznaczyć należy, że częstotliwość napięcia wyjściowego przetwornicy może być synchronizowana sygnałem wizyjnym. Zapewnia to specjalny układ synchronizatora, w który przetwornica jest wyposażona.

Opis konstrukcji

Całość umieszczona jest w ramie stanowiącej konstrukcję spawaną, wykonaną z kątownika stalowego. Osłony stanowią przykręcone blachy perforowane. Frontowe osłony są wykonane w formie drzwi ruchomych, na których umieszczone są przyrządy pomiarowe, lampki sygnalizacyjne, wyłączniki alarmów, wyłącznik sieci. W dolnej części umieszczone są: prostownik, filtry, elementy główne przetwornicy. W części górnej na specjalnej ramie umieszczone są zaciski, bezpieczniki, przekaźniki, styczniki, wszystkie elementy manipulacyjne, sterujące i kontrolujące.

Elementy takie, jak: regulator napięcia i ogranicznik prądu przetwornicy, czujnik napięcia prostownika, czujnik faz, układ kontroli napięcia, układ synchronizacji częstotliwości z sygnałem wizyjnym wykonane są w formie paneli umieszczonych w specjalnej obudowie zamocowanej na ramie.

Rysunek 23 przedstawia widok przetwornicy TYS-4.

3.5. Przetwornica tyrystorowa TYR-1

3.5.1. Przeznaczenie przetwornicy

Przetwornica tyrystorowa typu TYR-1, o napięciu wyjściowym regulowanym, przeznaczona jest do typowych siłowni 50 V - 400 A lub 60 V - 400 A, jako źródło napięcia dodawane szeregowo do napięcia baterii akumulatorów, w czasie jej rozładowywania na zasilanie centrali.

System zasilania central telefonicznych z zastosowaniem dodatkowej przetwornicy tyrystorowej opracowany został w Instytucie Łączności /patent Nr 56845/. System ten pokazany jest na rys. 24. Zasada działania systemu dla siłowni o napięciu 50 V jest następująca. W czasie obecności napięcia w sieci elektroenergetycznej centrala telefoniczna zasilana jest napięciem 50,6 V bezpośrednio z prostowników Pr1 i Pr2. Stycznik St ma zamknięty obwód główny i łączy bezpośrednio baterię akumulatorów z odbiorem. Napięcie pracy buforowej na każdym ogniwie baterii wynosi 2,2 V.

Po zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej stycznik St otwiera swój obwód główny S1 i stykiem pomocniczym S2 zamyka obwód zasilania dodatkowej przetwornicy tyrystorowej PT. Napięcie wyjściowe przetwornicy tyrystorowej tak jest dodawane do napięcia baterii akumulatorów, że napięcie na odbiorze utrzymywane jest w granicach $48 \div 52$ V, dopuszczalnych dla centrali. W miarę wyładowywania się baterii akumulatorów napięcie przetwornicy jest automatycznie podwyższane. System pozwala

la na rozładowanie baterii do napięcia 1,8 V/ogniwo kwasowe.

Po powrocie napięcia w sieci elektroenergetycznej, przetwornica zostaje wyłączona z pracy i zasilanie centrali odbywa się z prostowników, które jednocześnie ładują baterię akumulatorów nieodłączoną od odbioru do napięcia 52 V, tj. do 2,26 V/ogn. Bateria akumulatorów odzyskuje wówczas w ciągu kilku godzin około 70% swojej pojemności znamionowej. Dalsze uzupełnienie pojemności baterii odbywa się w czasie normalnej pracy buforowej.

3.5.2. Dane techniczne przetwornicy

Napięcie stałe zasilające: I zakres	47 ÷ 41 V
II zakres	56 ÷ 48 V

Podwyższenie napięcia dla I zakresu do 55 V oraz dla II zakresu do 70 V nie powoduje uszkodzenia przetwornicy

Dopuszczalne zakłócenia napięcia zasilającego przetwornicę	30 mV psóf.
--	-------------

Maksymalny prąd pobierany z baterii:	
dla I zakresu napięcia	120 A
dla II zakresu napięcia	110 A

Napięcie wyjściowe regulowane	4 ÷ 7 V
-------------------------------	---------

Prąd wyjściowy: dla I zakresu	12 ÷ 400 A
dla II zakresu	15 ÷ 500 A

Psofometryczna wartość tętnień napięcia wyjściowego przetwornicy	15 mV psóf.
--	-------------

Psofometryczna wartość tętnień napięcia wyjściowego z siłowni z włączoną przetwornicą	2 mV psof.
Napięcie zakłóceń wnoszone przez przetwornicę na źródło zasilające	10 mV psof.
Czas włączenia przetwornicy /od chwili zaniku napięcia w sieci do chwili pojawienia się napięcia na jej wyjściu/	500 ms
Czas ustalania się napięcia na odbiorze przy skokowych zmianach prądu obciążenia o $\pm 25\%$ prądu znamionowego	60 ms
Maksymalne wahania napięcia na odbiorze przy skokowych zmianach prądu obciążenia o $\pm 25\%$ w stosunku do napięcia watałonego	$\pm 6\%$
Przetwornica wyposażona jest w ogranicznik prądu, nie pozwalający na większe przeciążenie niż $1,1 I_n$. Dzięki ogranicznikowi prądu jest również odporna na zwarcia na jej zaciskach wyjściowych	
Sprawność przetwornicy przy napięciach wejściowych 46 V i 56 V	60%
Dopuszczalny zakres zmian temperatury otoczenia	+10 do +40°C
Dopuszczalna wilgotność względna	do 80%
Zakłócenia akustyczne wnoszone do otoczenia o poziomie zakłóceń 50 dB	10 dB
Wymiary przetwornicy	600x900x2000 mm

3.5.3. Działanie przetwornicy

Przetwornica TYR-1 składa się z następujących podzespołów:

- pilota /P/,
- przesuwnika fazy /PF/,
- sterowników /S1 i S2/,
- regulatora napięcia i prądu /RNP/,
- układu pracy równoległej /UPR/,
- falowników /Fal1 i Fal2/,
- filtra wyjściowego /F2/,
- filtra wejściowego /F1/

oraz układu automatyki, sygnalizacji i zabezpieczeń.

Schemat przetwornicy pokazano na rys. 25. Rysunki 26 i 27 przedstawiają widok przetwornicy TYR-1.

Pilot

Stanowi on samowzbudną przetwornicę w układzie przeciwobnym, zbudowaną na tranzystorach krzemowych. Zastosowanie odpowiedniego sprzężenia oporowo-pojemnościowego umożliwia płynną regulację jego częstotliwości w zakresie od 300 do 500 Hz. Zasilany jest on napięciem stałym poprzez własny stabilizator zbudowany z diod Zenera i oporników, który utrzymuje na wejściu pilota napięcie stałe 20 V, niezależnie od zmian napięcia zasilającego stabilizator. Pilot przetwarza napięcie stałe 20 V na napięcie przemiennie prostokątne o częstotliwości 400 Hz.

W celu uzyskania dużej stromości impulsów transformator posiada rdzeń toroidalny z taśmy permalojowej typu P50S a prostokątnej pętli histerezy.

Przesuwnik fazy

Przesuwnik stanowi przetwornicę w układzie przeciwnym, w której zastosowano tranzystory krzemowe. Przetwornica pracuje jako wzmacniacz napięcia przemiennego i zasilana jest napięciem stałym 10 V poprzez własny stabilizator zbudowany z diody Zenera i oporników. Sterowanie baz tranzystorów odbywa się z transformatora zasilanego napięciem przemiennym prostokątnym z pilota /P/. Regulację kąta przesunięcia fazowego między napięciem wyjściowym pilota /P/ a napięciem wyjściowym przesuwnika /PF/ uzyskuje się poprzez zmianę obciążenia tego transformatora. Zmieniając oporność obciążenia tego transformatora od 30 k Ω do 0, uzyskuje się zmiany przesunięcia fazowego od 0° el. do ok. 170° el. Na wyjściu przesuwnika uzyskuje się napięcie przemiennie prostokątne o częstotliwości zgodnej z częstotliwością pilota.

Sterowniki

Sterownik /S1 i S2/ stanowi wzmacniacz napięcia przemiennego prostokątnego i zbudowany jest na tranzystorach germanowych. Sterownik ten zasilany jest napięciem stałym 20 V poprzez własny stabilizator zbudowany z diod Zenera oraz oporników. Sterowanie tranzystorów odbywa się z pilota lub z przesuwnika fazy w zależności od za-

stosowania sterownika do sterowania tyrystorów w falowniku 1 lub falowniku 2. Na wyjściu sterownika uzyskuje się impulsy prądu o bardzo stromym czole i kształcie zbliżonym do trójkąta.

Regulator napięcia i prądu

Regulator utrzymuje zadaną wartość napięcia na odbiorze poprzez regulację napięcia wyjściowego przetwornicy w przypadku zmiany jej obciążenia lub zmian napięcia baterii akumulatorów. Napięcie zasilające odbiór podawane jest na dzielnik oporowy i porównywane z napięciem odniesienia otrzymanym z diody Zenera. Różnica tych napięć steruje odpowiednio tranzystorami. Tranzystory poprzez zmianę swojej oporności oddziałują na przesuwnik fazy /PF/, powodując zmianę kąta przesunięcia fazowego między napięciami wyjściowymi obu falowników, a tym samym zmianę napięcia wyjściowego przetwornicy tak, że napięcie na odbiorze nie ulega zmianie. Nastawianie odpowiedniej wartości napięcia na odbiorze odbywa się potencjometrem.

Regulator prądu ma za zadanie ograniczenie prądu wyjściowego przetwornicy do wartości nastawionej. Dzielnik oporowy układu czujnika zasilany jest poprzez mostek prostowniczy z transformatora prądowego włączonego na wyjściu transformatorów obu falowników. Spadek napięcia na opornikach dzielnika, spowodowany prądem wyjściowym przetwornicy, porównywany jest z napięciem odniesienia diody Zenera. Różnica tych napięć polaryzuje odpowiednio

tranzystory, powodując zmianę ich oporów, co z kolei wpływa na zmianę napięcia wyjściowego przetwornicy poprzez zmianę kąta fazowego między obu falownikami.

Układ pracy równoległej dwóch przetwornic

Zadaniem tego układu jest utrzymywanie prądu wyjściowego dwóch przetwornic na jednakowej wartości. Jednakowe wartości prądu w obu przetwornicach można nastawiać odpowiednim potencjometrem.

Falownik 1 i 2

Schematy ideowe falowników pokazane są na rys. 25. Każdy falownik składa się z: transformatora /Tr1. lub Tr2/, dwóch tyrystorów /Ty1 i Ty2 lub Ty3 i Ty4/, dwóch diod szeregowych /D1 i D2 lub D3 i D4/, dwóch diod równoległych /D5 i D6 lub D7 i D8/, kondensatora komutacyjnego /C15 lub C16/, dławika komutacyjnego /DL3 lub DL4/ oraz elementów gasikowych i zabezpieczeń.

Falowniki wykonane są w układzie przeciwsobnym i przetwarzają za pomocą tyrystorów napięcie stałe baterii akumulatorów na napięcie przemienne prostokątne. Działanie falownika polega na kolejnym, okresowym włączaniu na przemian - raz tyrystora Ty1, a następnie Ty2. W chwili gdy przewodzi tyrystor 1, w uzwojeniu pierwotnym transformatora płynie prąd w określonym kierunku. Po włączeniu tyrystora 2 w czasie komutacji, gdy jeszcze tyrystor 1 nie został wyłączony, przez oba tyrystory płynie prąd zwarcia ograniczony dławikiem komutacyjnym do ok. dwukrotnej wartości prądu znamionowego falownika. W tym czasie pojemność naładowanego kondensatora komu-

tacyjnego zostaje przyłożona do tyrystora 1, a zwrot tego napięcia jest przeciwny do spadku napięcia na przewodzącym tyrystorze. Tyrystor 1 zostaje wyłączony z pracy, a przewodzi tylko tyrystor 2. W uzwojeniu pierwotnym transformatora płynie prąd w przeciwnym kierunku do poprzedniego. Ten przemienny prąd powoduje indukowanie się w uzwojeniu wtórnym transformatora napięcia przemiennego prostokątnego. Napięcia wtórne obu falowników są dodawane tak, że przy przesunięciu fazowym 0° el. między tymi napięciami uzyskujemy maksymalną wartość napięcia podawanego na mostek prostowniczy i filtr wyjściowy. Diody równoległe ograniczają przepięcia powstałe w uzwojeniach transformatora i odprowadzają moc bierną do baterii akumulatorów. Bezpieczniki w obwodzie tyrystorów zabezpieczają je przed skutkami zwarć w przypadku uszkodzenia przetwornicy.

Filtr wyjściowy

Napięcie przemiennie prostokątne po wyprostowaniu na mostku prostowniczym złożonym z diod /D9 ÷ D16/ podawane jest na filtr wyjściowy. Filtr ten składa się z dwóch członów typu LC /DL5, C17 i DL6, C18/ i ogranicza napięcie tętnień do wartości dopuszczalnej dla odbiorów. Na wyjściu filtru uzyskujemy napięcie stałe o małej zawartości tętnień.

Filtr wejściowy

Na wejściu przetwornicy zastosowano również filtr złożony z dwóch członów typu LC /DL1, C13 i DL2, C14/.

Filtr ten ogranicza napięcie tętnień, wnoszone przez przetwornicę na zaciski baterii akumulatorów, do wartości dopuszczalnej.

Ponadto zastosowano w przetwornicy kondensator /C19/ włączony między zacisk /+/ napięcia wejściowego i zacisk /-/ napięcia wyjściowego w celu ograniczenia tętnień powstałych w układzie bateria - pracująca przetwornica, jak również ograniczenia tętnień wnoszonych przez impulsowo pracujące odbiory na źródło zasilające.

Układ automatyki

Działanie układu jest następujące. W chwili obecności napięcia w sieci elektroenergetycznej przekaźnik /PK1/ pozostaje w stanie niewzbudzonym i swoim zestykiem biernym zamyka obwód wejściowy transformatora /Tr3/. Działa wówczas przekaźnik czasowy /PK2/ i swoim zestykiem otwiera obwód cewki stycznika /St2/, który swoim zestykiem biernym zamyka obwód cewki stycznika /St1/. Stycznik /St1/ zwiera wyjście przetwornicy, która wówczas jest wyłączona z pracy.

Po zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej zadziała przekaźnik /PK1/ i spowoduje wyłączenie napięcia zasilającego przekaźnik /PK2/ oraz stycznik /St1/. Stycznik /St1/ otwiera zestyk główny, rozwierając wyjście przetwornicy. Zostaje wówczas zamknięty obwód cewki stycznika /St2/, powodując jego zadziałanie. Jednocześnie z podaniem napięcia na cewkę stycznika podawane jest napięcie na układy sterujące poprzez diodę D26. Następ-

nie po zamknięciu zestyku głównego stycznika /St2/ napięcie zasilające jest podawane na filtr wejściowy przetwornicy i oba falowniki. Przetwornica zostaje uruchomiona, przy czym jej napięcie wyjściowe jest minimalne /przesunięcie fazowe napięcia między obu falownikami jest maksymalne i wynosi ok. 170° el./, a następnie zaczyna wzrastać do wartości uzależnionej od napięcia zasilającego i obciążenia tak, aby napięcie na odbiorze pozostawało na zadanym poziomie.

Po powrocie napięcia w sieci elektroenergetycznej przekaźnik /PK1/ zostanie wyłączony i swoim zestykiem poda napięcie na cewkę przekaźnika czasowego /PK2/, który po nastawionym czasie, np. 10 s, przerwie swoim zestykiem obwód zasilania cewki stycznika /St2/. Stycznik ten zostanie wyłączony i swoim zestykiem pomocniczym spowoduje zadziałanie stycznika /St1/, który zwiera wyjście przetwornicy. Przetwornica zostaje wyłączona z pracy.

Układ automatyki umożliwia również sprawdzenie działania przetwornicy w czasie obecności napięcia w sieci elektroenergetycznej, przy czym przetwornica może być włączona do układu siłowni lub wyłączona z układu. W pierwszym przypadku wyłącznikiem /W2/ podaje się napięcie na cewkę przekaźnika /PK1/, który spowoduje załączenie przetwornicy do pracy. W drugim przypadku, w pierwszej kolejności przełączyć należy przełącznik /P/, zwierając zestyk główny stycznika /St1/ i rozwierając obwód wyjściowy przetwornicy, a następnie wyłącznikiem /W2/

uruchamiamy przetwornicę. Odłączoną od odbiorów przetwornicę można obciążyć rezystancją i sprawdzić jej działanie lub dokonać naprawy. Napięcie wyjściowe przetwornicy reguluje się wówczas potencjometrem umieszczonym w przesuwniku fazowym /PF/.

Sygnalizacja i zabezpieczenia

Przetwornica wyposażona jest w sygnalizator uszkodzeń, na którym wyświetlane są następujące alarmy:

- lampka L3 - "Brak napięcia zasilania" sygnalizuje o zaniku napięcia na wejściu przetwornicy, co może mieć miejsce w przypadku zadziałania bezpiecznika przetwornicy w tablicy -50 lub -60 V,
- lampka L4 - "Bezpiecznik tyrystora" sygnalizuje zadziałanie bezpieczników /B1, B2, B3 i B4/ znajdujących się w falownikach w obwodach tyrystorów,
- lampka L5 - "Stycznik St1 uszkodzony" sygnalizuje o niesprawności stycznika zwierającego lub rozwierającego obwód wyjściowy przetwornicy,
- lampka L6 - "Stycznik St2 uszkodzony" sygnalizuje o niesprawności stycznika załączającego lub wyłączającego napięcie wejściowe przetwornicy.

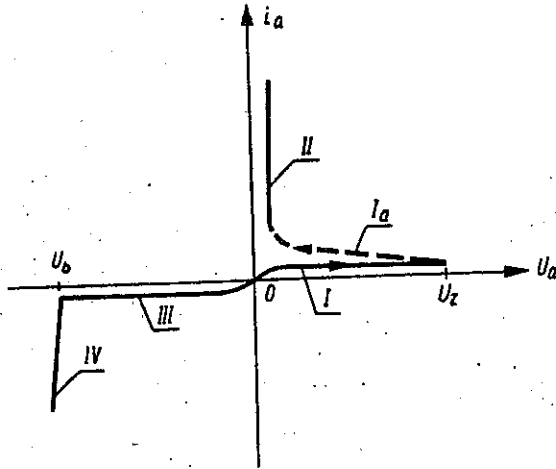
4. ZAKOŃCZENIE

Potrzeby resortu łączności oraz innych resortów uzasadniają celowość prowadzenia dalszych prac w dzie-

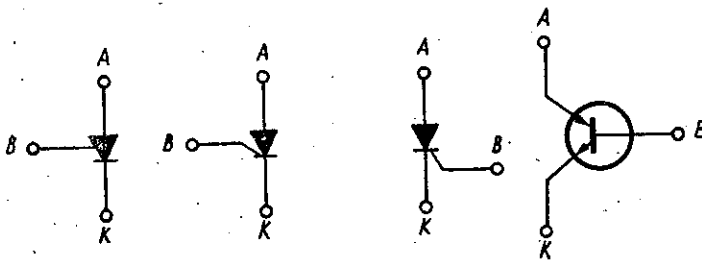
dzinie przetwornic tyrystorowych. W szczególności w zakresie przetwornic większej mocy, dla potrzeb telekomunikacji i innych.

Na zakończenie dodać należy, że przetwornice opisane wyżej wyposażone są w filtry sprowadzające poziom zakłóceń radioelektrycznych do wartości tzw. poziomu normalnego.

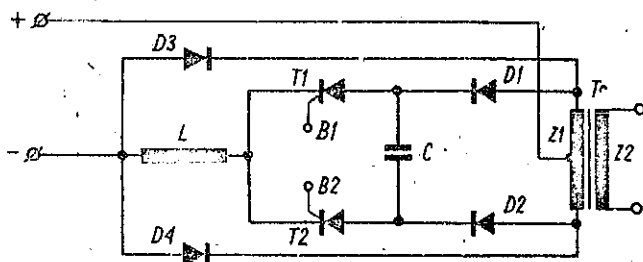
————— o —————



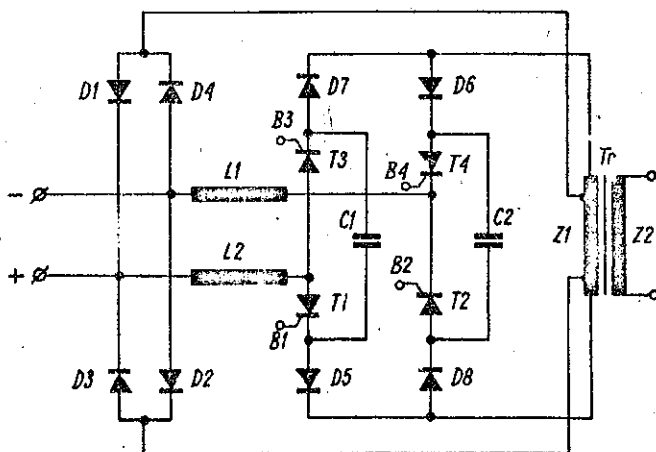
Rys. 1. Statyczna charakterystyka tyrystore
 U_z - napięcie przeskoku /zapłonu/, U_b - napięcie przebicia, I -
 zaporowy odcinek charakterystyki w kierunku przewodzenia, II -
 przebieg charakterystyki bezpośrednio po zapłonie, III -
 odcinek przewodzenia, III - zaporowy odcinek charakterystyki w kierunku
 wstecznym, IV - odcinek przebicia /obszar lawinowego przepływu/



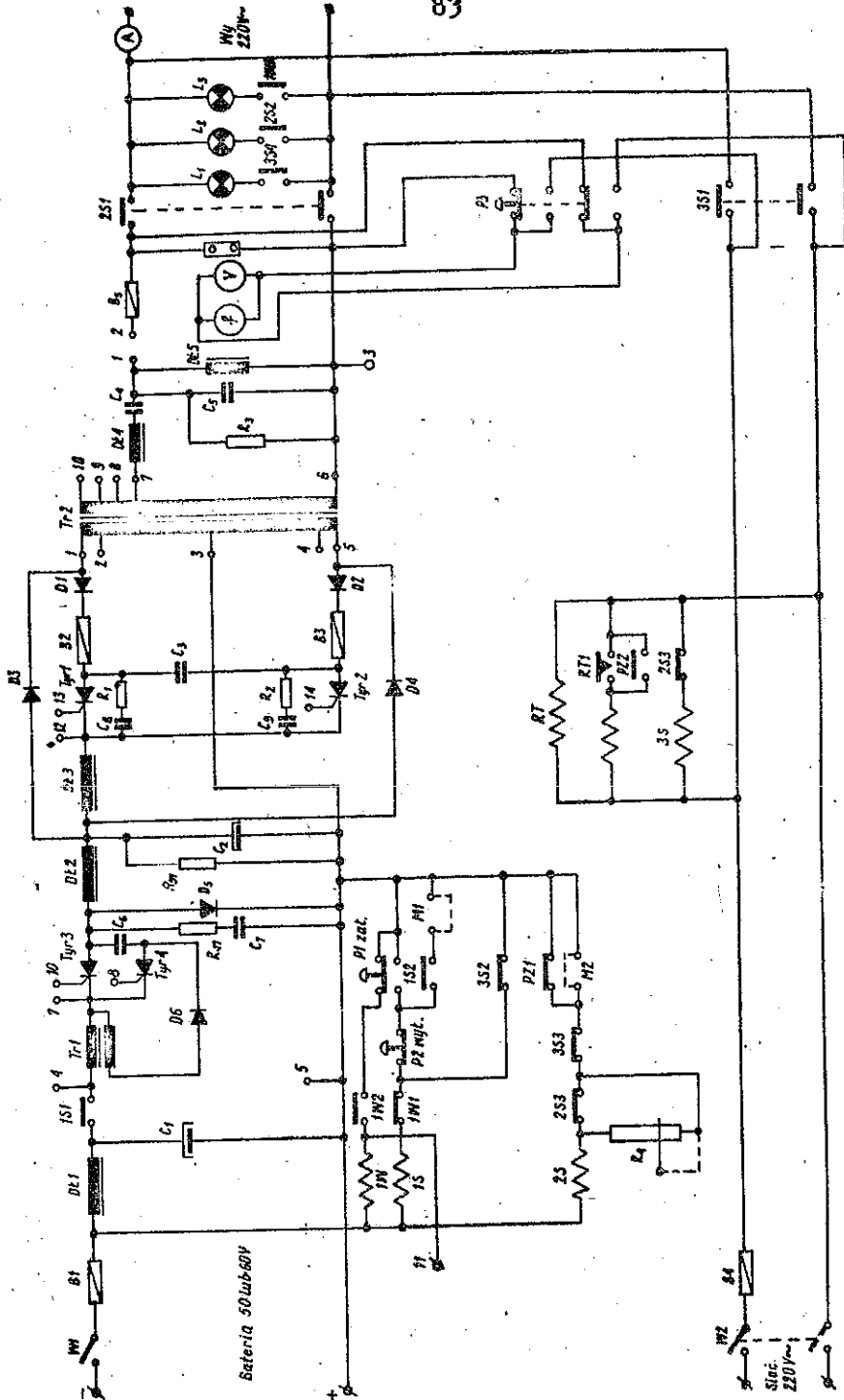
Rys. 2. Symbole tyrystorów



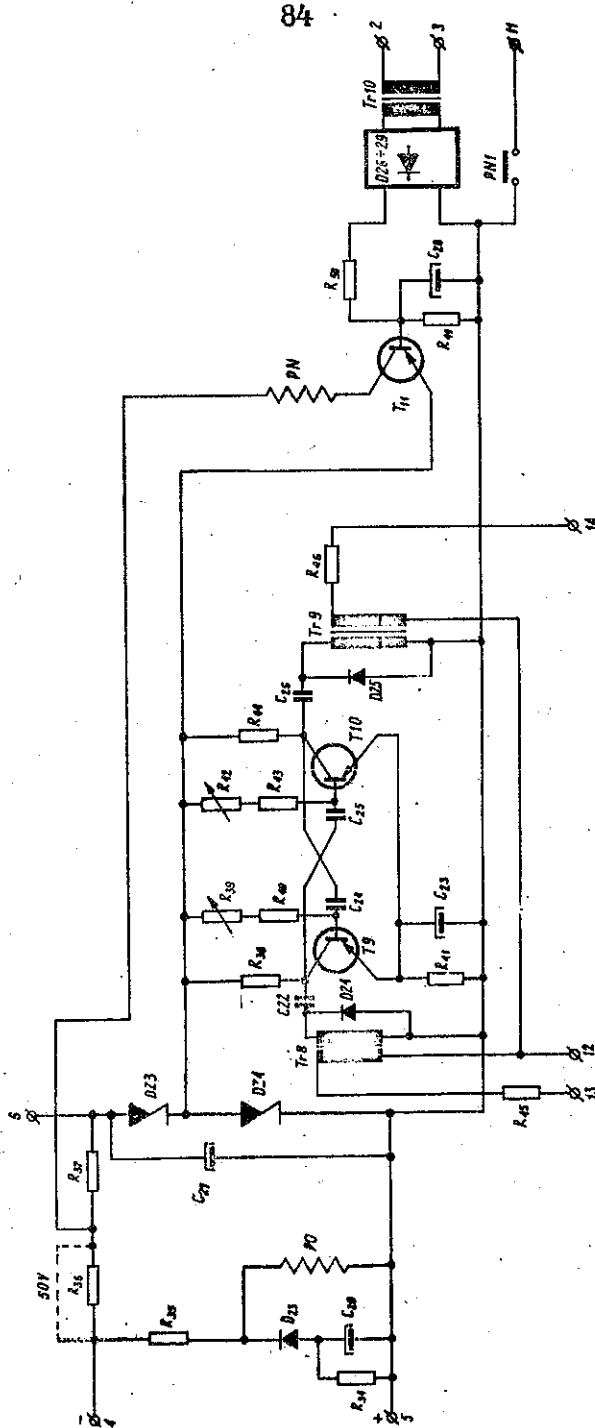
Rys. 3. Falownik tyrystorowy z transformatorem o wyprowadzonym podku i o równoległej pojemności gaszącej



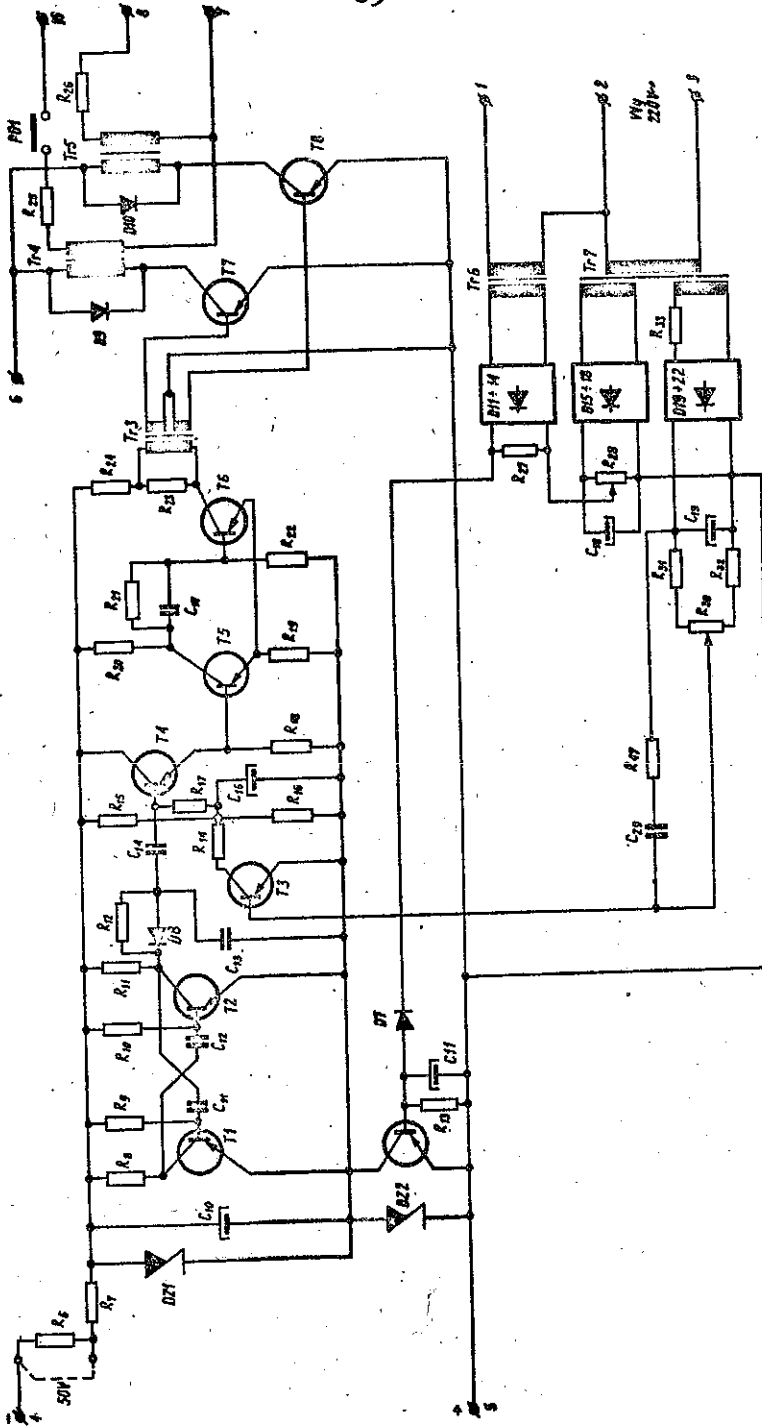
Rys. 4. Falownik tyrystorowy o mostkowym układzie połączeń



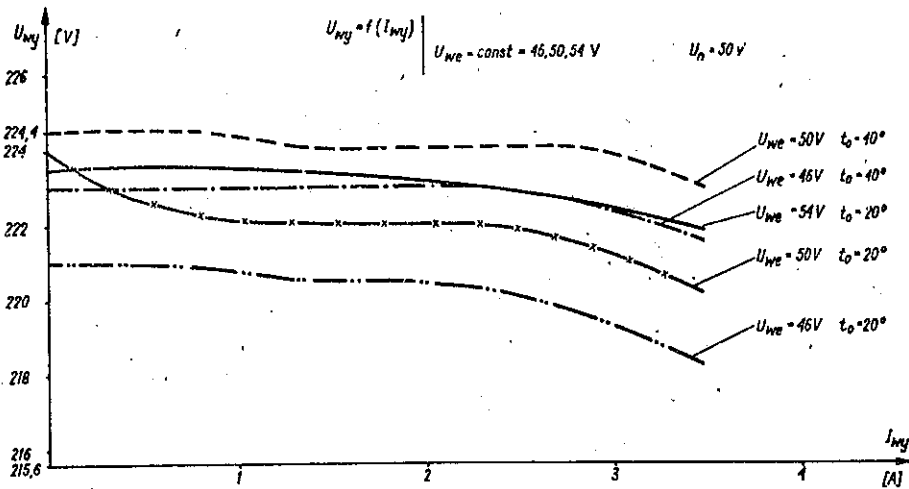
Rys. 5. Schemat ideowy układu głównego przetwornicy tyrystorowej TYS-1



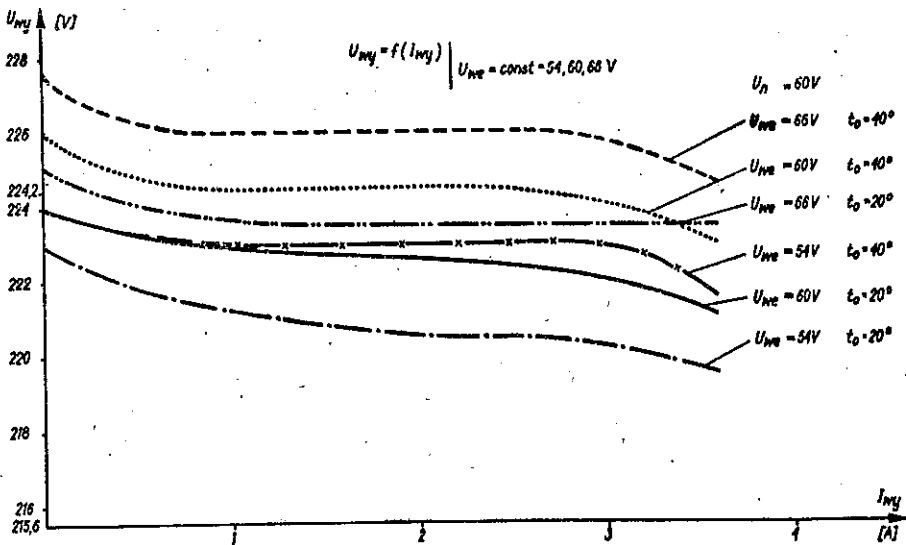
Rys. 6. Impulsator i układ kontroli napięcia przetwornicy tyrystorowej TYS-1



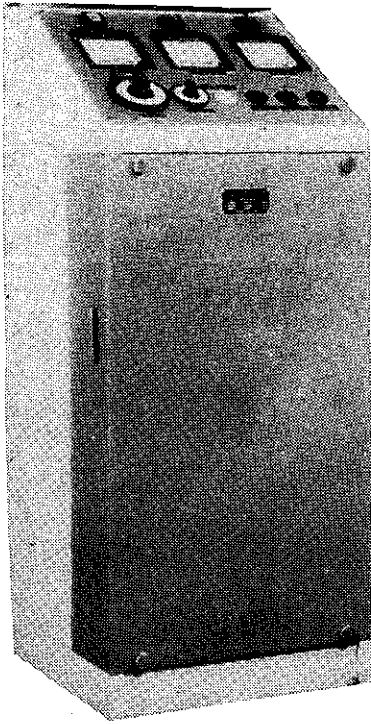
Rys. 7. Regulator i ogranicznik mocy przetworzony tyrystorowej TYS-1



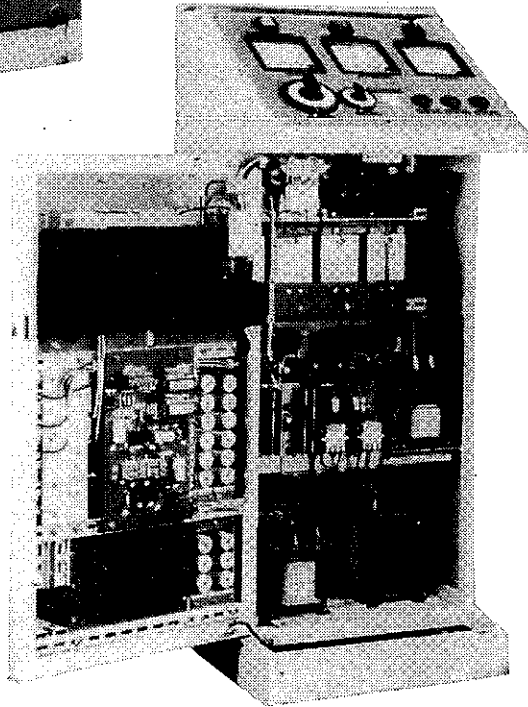
3. 8. Charakterystyki zewnętrzne przetwornicy TYS-1 dla zakresu napięcia wejściowego 50 V



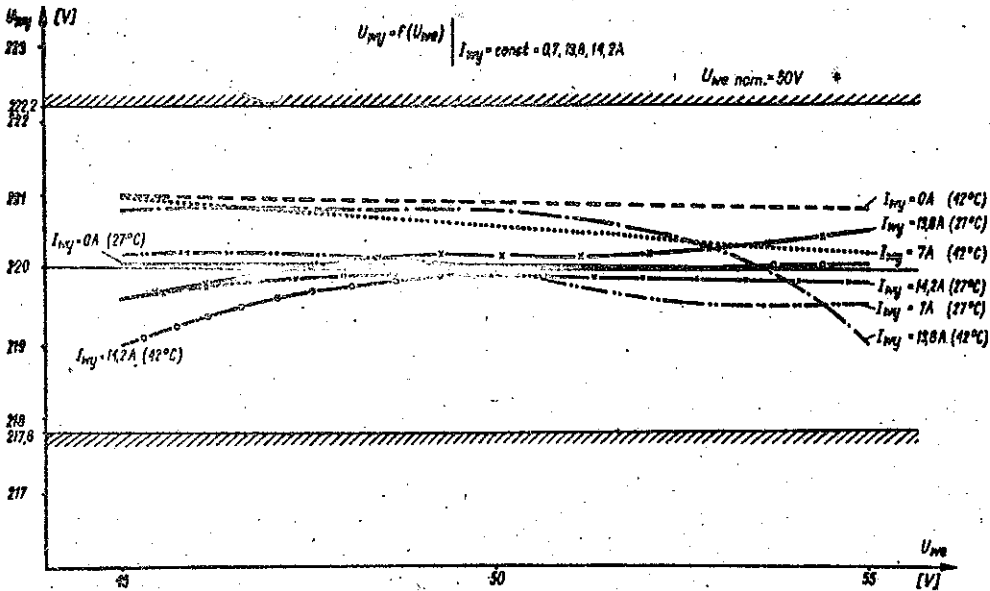
3. 9. Charakterystyki zewnętrzne przetwornicy TYS-1 dla zakresu napięcia wejściowego 60 V



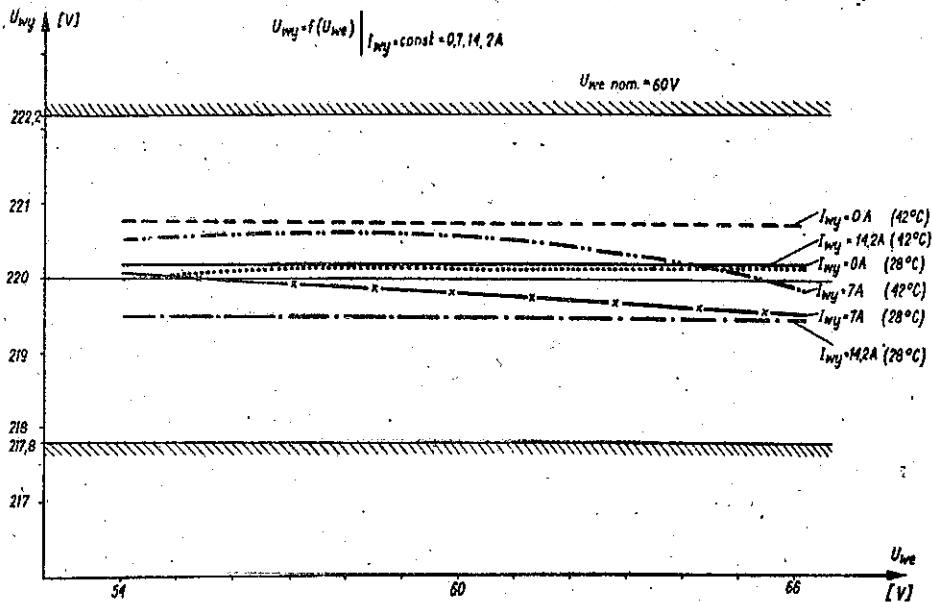
Rys. 10. Widok ogólny przetwornicy
tyrystorowej TYS-1



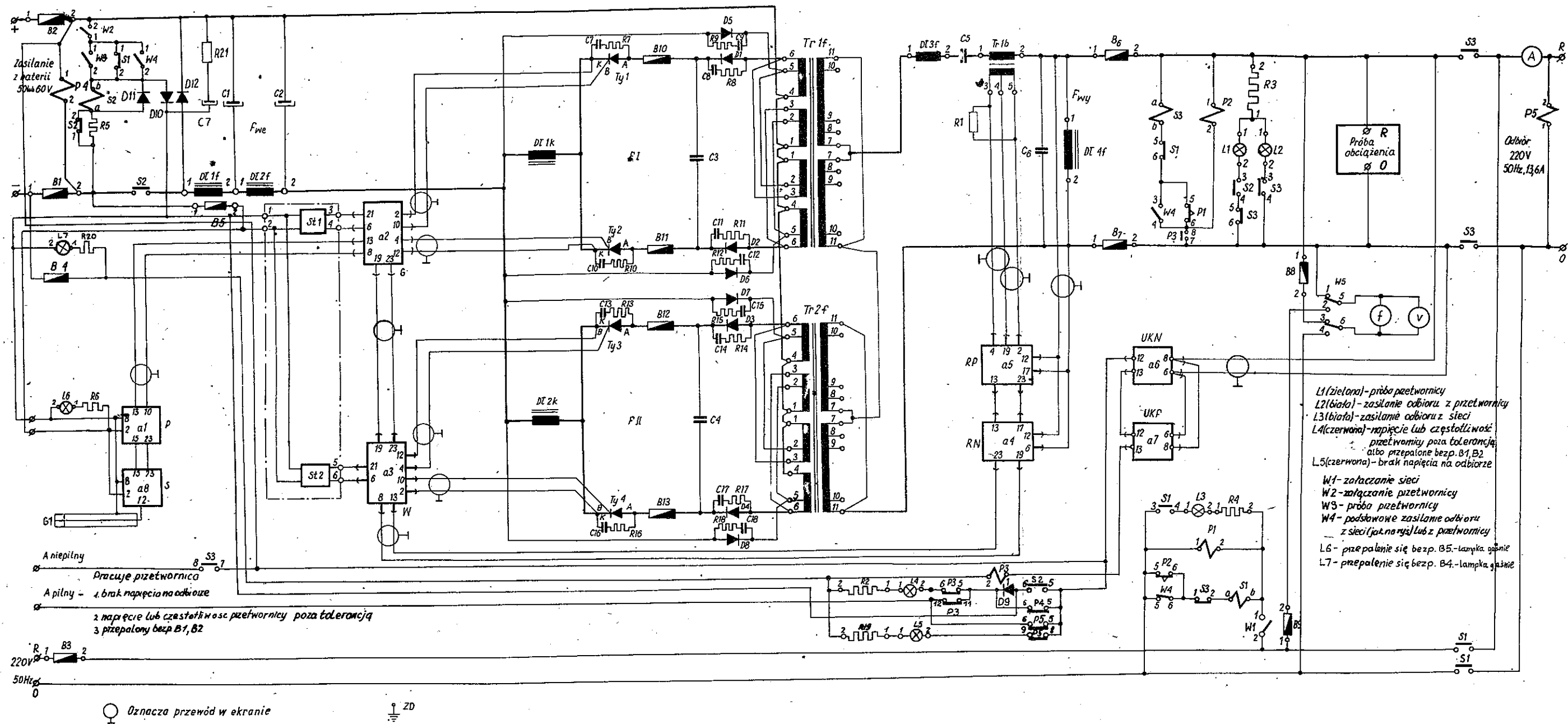
Rys. 11. Widok przetwornicy tyrystorowej TYS-1 z otwartymi
drzwiami wewnętrznymi



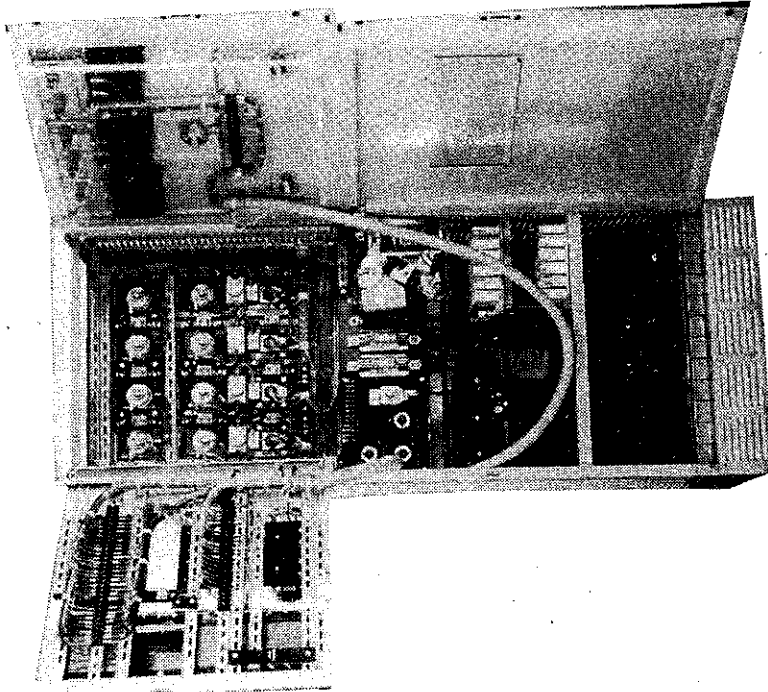
13. Przebiegi zmian napięcia wyjściowego przetwornicy TYS-2 przy zmianach napięcia wejściowego, dla zakresu napięciowego 50 V



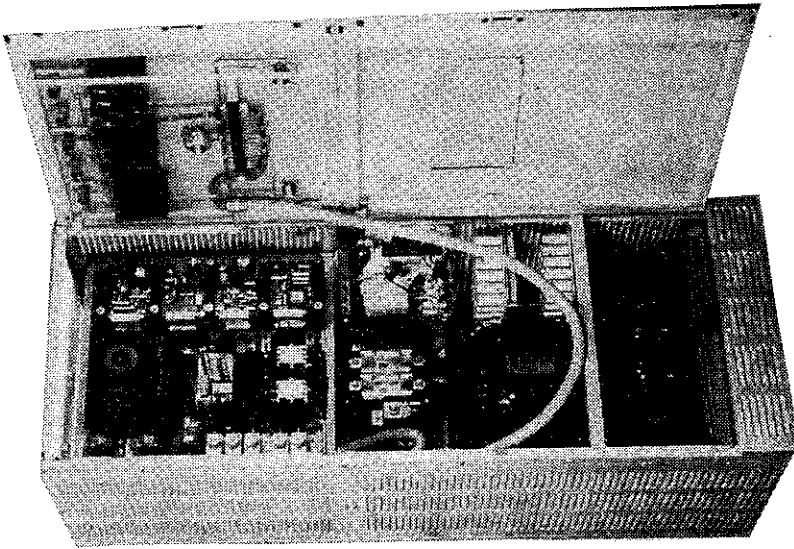
14. Przebiegi zmian napięcia wyjściowego przetwornicy TYS-2 przy zmianach napięcia wejściowego, dla zakresu napięciowego 60 V



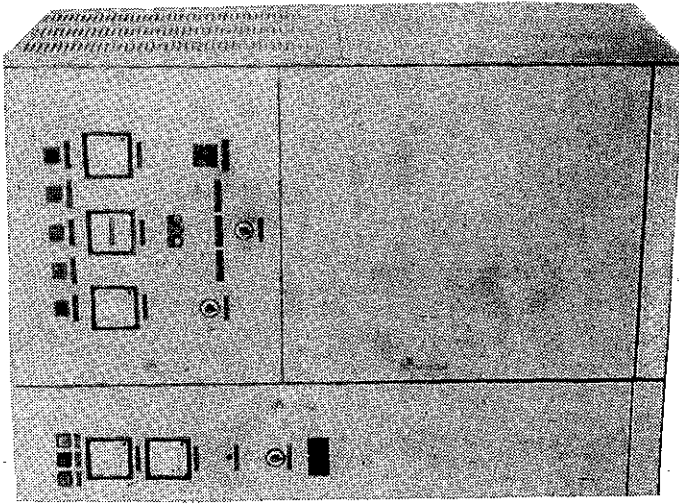
Rys. 12. Schemat ideowy przetwornicy tyrystorowej TYS-2



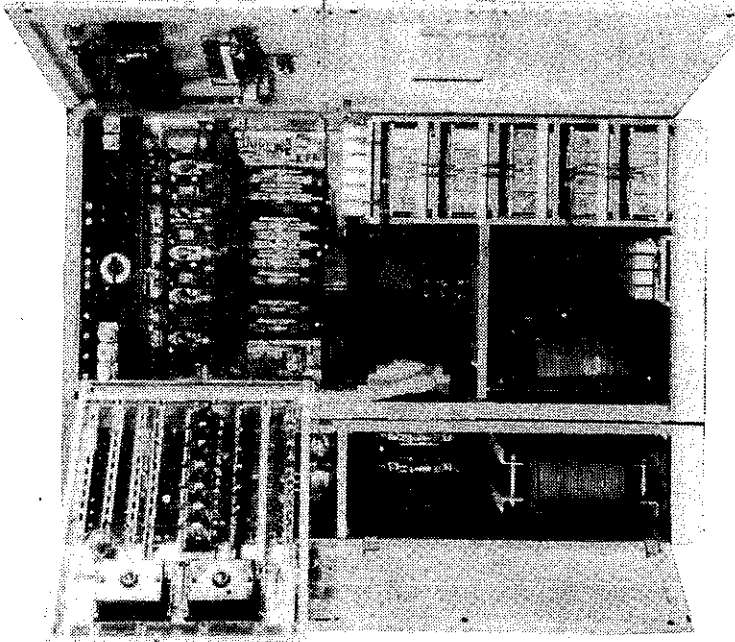
Rys. 16. Widok przetwornicy tyrystorowej z otwartymi drzwiami zewnętrznymi i wewnętrznymi



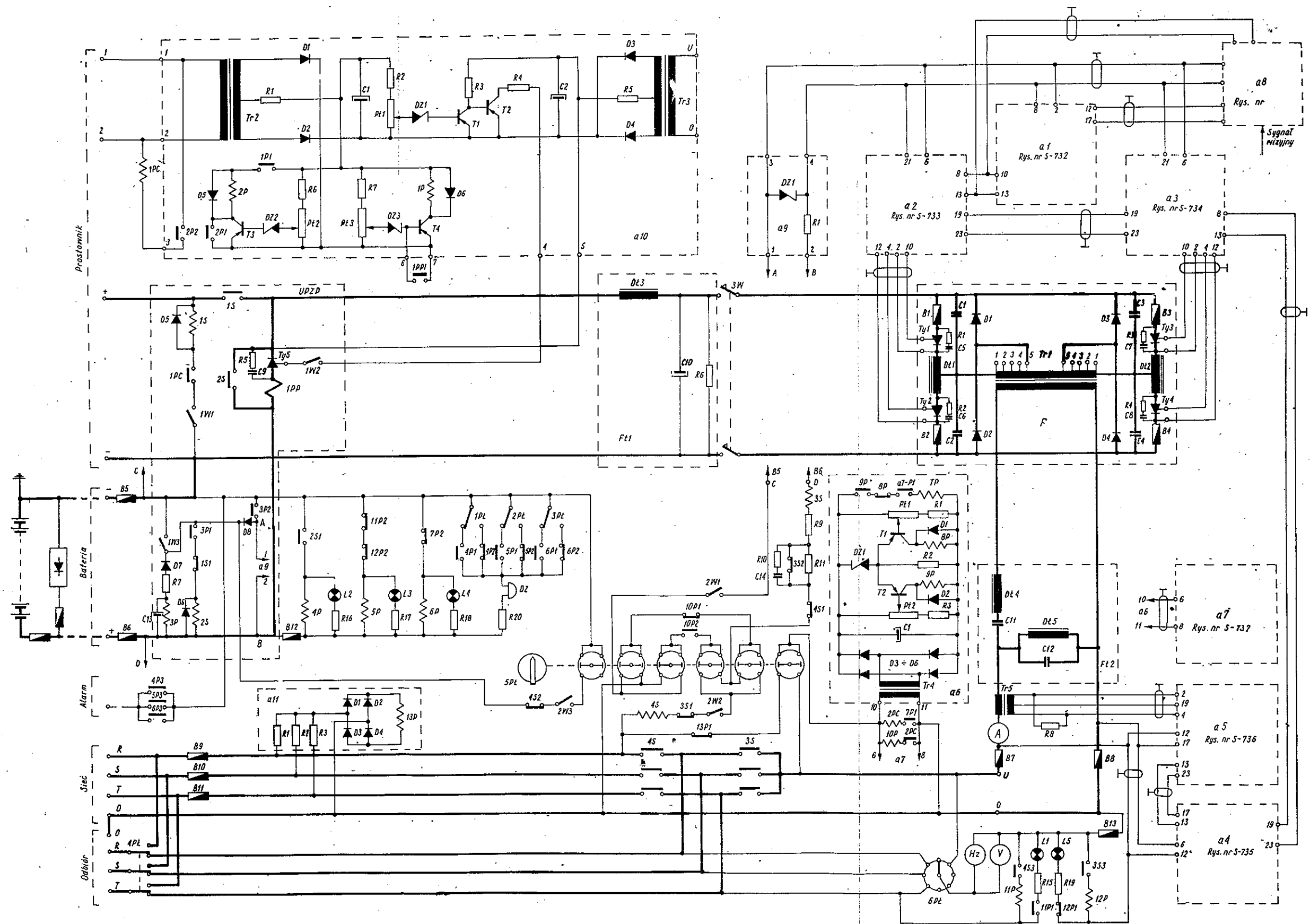
Rys. 15. Widok przetwornicy tyrystorowej TYS-2 z otwartymi drzwiami zewnętrznymi



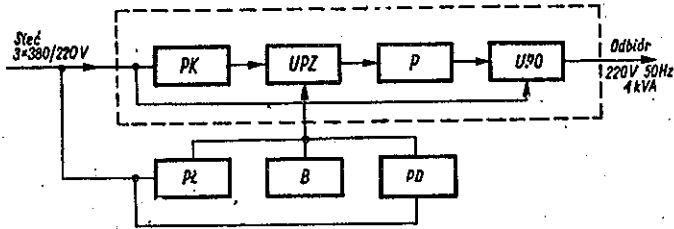
Rys. 18. Widok ogólny przetwornicy tyrystorowej TYS-3. Z lewej strony przetwornik krzemowy



Rys. 19. Widok przetwornicy tyrystorowej TYS-3 z otwartymi drzwiami zewnętrznymi i wewnętrznymi. Z lewej strony prostownik krzemowy

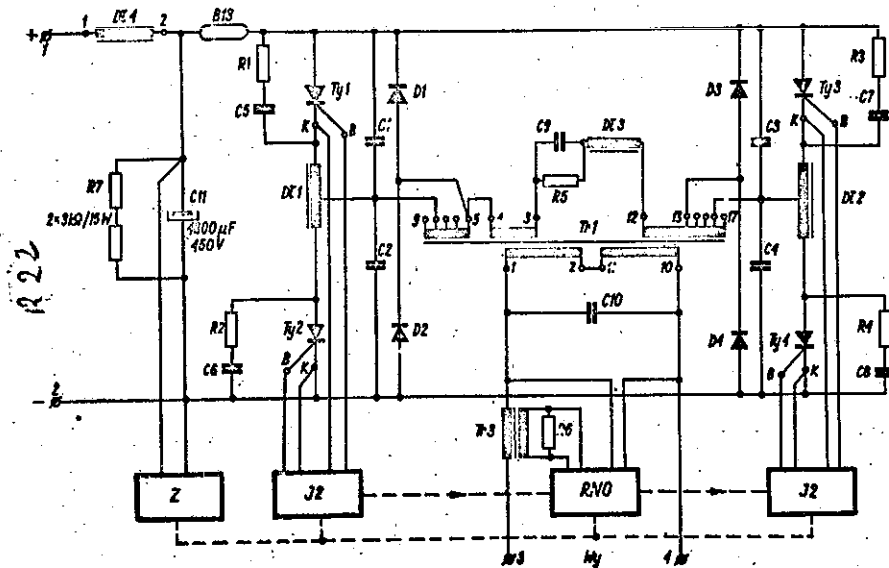


Rys. 17. Schemat ideowy przetwornicy tyrystorowej TYS-3

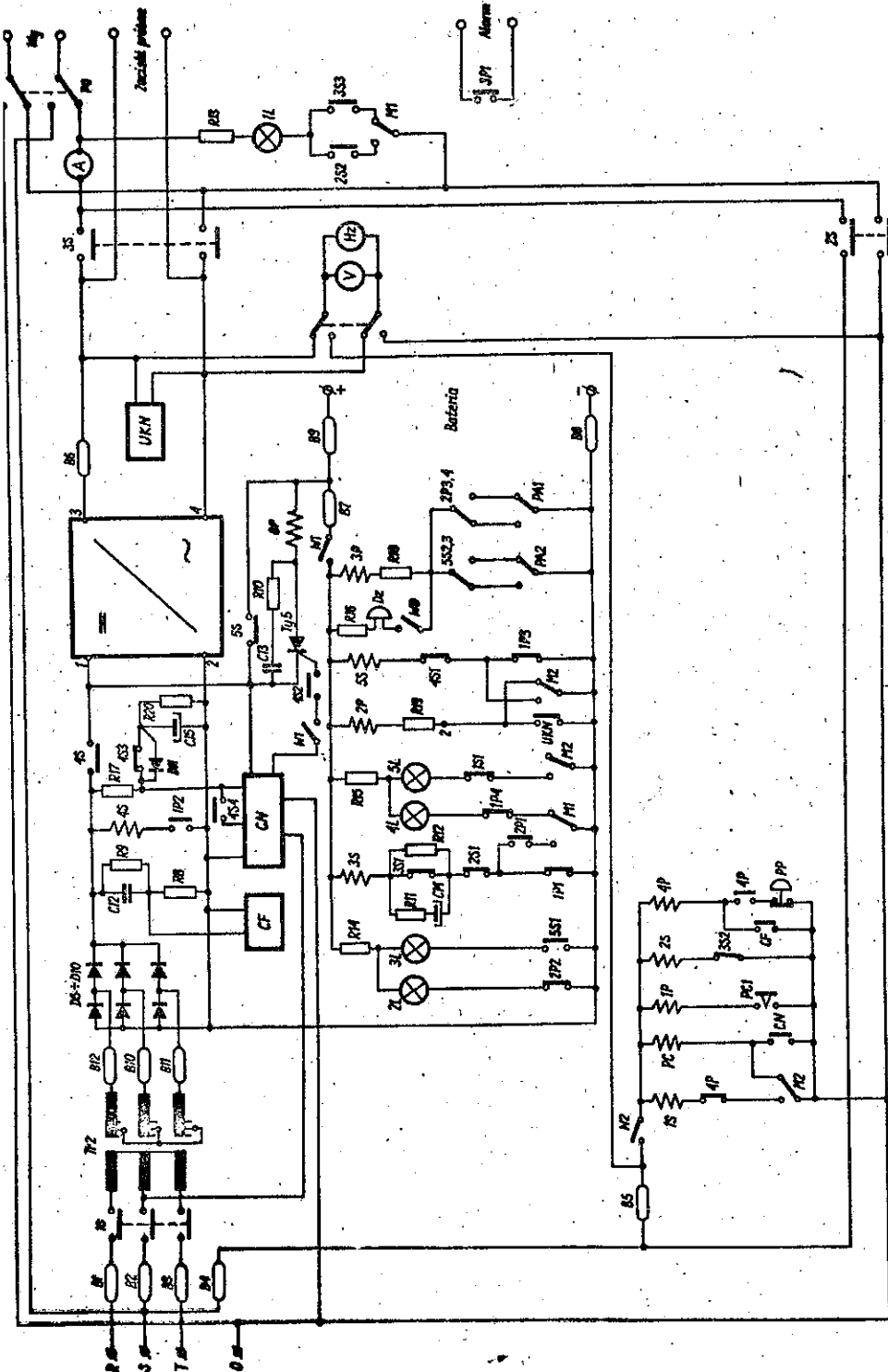


Rys. 20. Schemat blokowy przetwornicy TYS-4

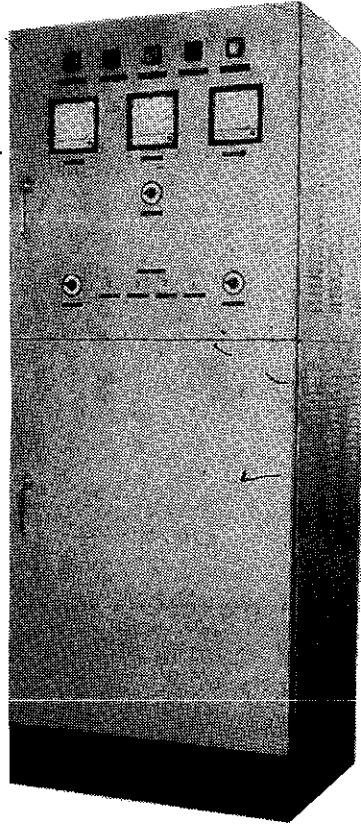
P - przetwornica tyrystorowa stabilizowana 220 V = /220 V ~ 50 Hz 4 kVA, PK - prostownik krzemowy niestabilizowany, UPO - układ przełączania odbioru, UPZ - układ przełączania źródeł zasilania przetwornicy, B - bateria akumulatorów złożona z 110 lub 115 ogniw kwasowych, PŁ - prostownik ładowający, PD - prostownik doładujący



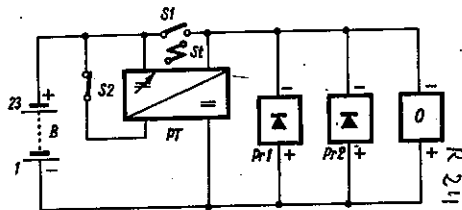
Rys. 22. Falownik przetwornicy typu TYS-4



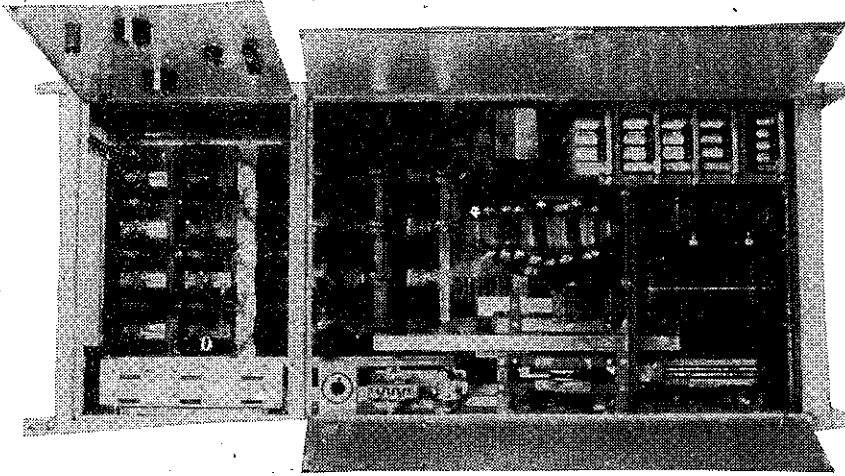
Rys. 21. Schemat ideowy przetwornicy TYS-4



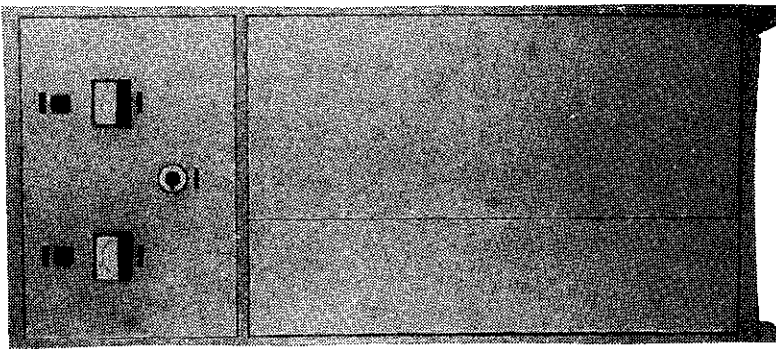
Rys. 23. Przetwornica tyrystorowa TYS-4



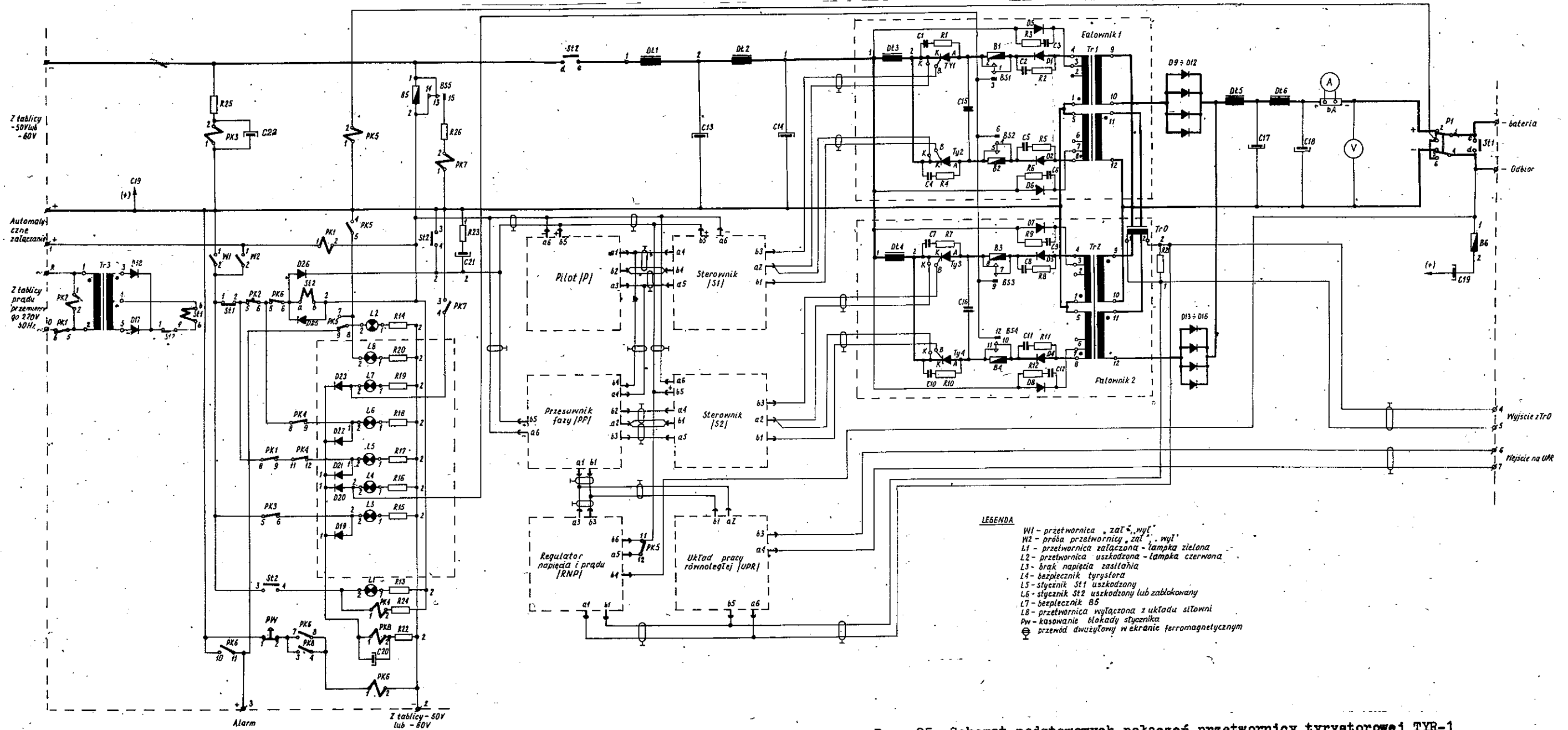
Rys. 24. Schemat blokowy systemu zasilania central telefonicznych z dodatkową przetwornicą tyrystorową PT



Rys. 27. Widok przetwornicy tyrystorowej TYR-1 z otwartymi drzwiami



Rys. 26. Widok zewnętrzny przetwornicy tyrystorowej TYR-1



LEGENDA

- W1 - przetwornica „zał”, „wył”
- W2 - próba przetwornicy „zał”, „wył”
- L1 - przetwornica załączona - lampka zielona
- L2 - przetwornica uszkodzona - lampka czerwona
- L3 - brak napięcia zasilania
- L4 - bezpiecznik tyrystora
- L5 - stycznik S11 uszkodzony
- L6 - stycznik S12 uszkodzony lub zablokowany
- L7 - bezpiecznik wyłączająca z układu sterowni
- L8 - przetwornica wyłączająca z układu sterowni
- Pw - kasowanie blokady stycznika
- ⊗ - przewód dwuzłotowy w ekranie ferromagnetycznym

Rys. 25. Schemat podstawowych połączeń przetwornicy tyrystorowej TYR-1

