

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

REFERATY
PROBLEMOWE

Zeszyt 83

Stanisław Kudelski, Franciszek Kotz, Tadeusz Kunert

SIŁOWNIA TELEKOMUNIKACYJNA 48 V; 1200-4800 A



Warszawa 1987

621.311.4 : : 627.395.72

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

KOŁO ZAKŁADOWE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

REFERATY PROBLEMOWE

Zeszyt 83

Stanisław Kudelski, Franciszek Kotz, Tadeusz Kunert

SIŁOWNIA TELEKOMUNIKACYJNA 48 V; 1200-4800 A

Warszawa 1987

S-9812

Zespół Redakcyjny:

dr inż. Stanisław Sońta, mgr inż. Andrzej Stagrowski,
mgr inż. Krystyna Frączek

Opracowali:

mgr inż. Stanisław Kudelski, mgr inż. Franciszek Kotz,
mgr inż. Tadeusz Kunert

Zakład Energetyki Łączności /Z-5/

Instytut Łączności

04-894 Warszawa, ul. Szachowa 1, tel. 128-113, 128-723,
128-491

Praca 47.A.

Opiniował: dr inż. Stanisław Sońta

Maszynopis dostarczono dnia 1987.09.25.

W artykule podano opis systemu siłowni telekomunikacyjnej prądu stałego o napięciu wyjściowym 48 V i prądzie do 4800 A, wykonanej w ramach pracy planowej CPBR 47.A. Zamieszczono krótki opis poszczególnych części składowych oraz podstawowe dane techniczne siłowni. W dalszych częściach artykułu, będących rozszerzeniem tematu, opisano podstawowe podzespoły siłowni, a więc: zespoły prostownikowe oraz nową generację przetwornic dodawczych.

Redaktor: mgr Krystyna Juszkiewicz

Montaż tekstu: Barbara Skwara

Wpłynęło do Działu Wydawniczego Instytutu Łączności
w Warszawie, ul. Szachowa 1 dnia 1987.12.14.
Nakład 70 egz.

SIŁOWNIA TELEKOMUNIKACYJNA 48 V; 1200-4800 A

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Ogólny opis systemu - oprac. Stanisław Kudelski	1
2. Zespół prostownikowy 48 V/630 A - oprac. Franciszek Kotz	7
3. Tranzystorowe przetwornice dodawcze do siłowni telekomunikacyjnych - oprac. Tadeusz Kunert	11
3.1. Wprowadzenie	11
3.2. Budowa	12
3.3. Dane techniczne	16
3.4. Opis ogólny zespołu przetwornic	18
3.5. Opis działania przetwornicy panelowej	19
3.6. Zakończenie	24

Stanisław Kudelski

1. OGÓLNY OPIS SYSTEMU

Siłownia telekomunikacyjna prądu stałego o znamionowym napięciu wyjściowym 48 V i prądzie od 1200 do 4800 A przeznaczona jest do zasilania licencyjnych central telefonicznych systemów E10 i Pentaconta o dużej pojemności, automatycznych central międzymiastowych, central tranzytowych itp. Oprócz powyższego przeznaczenia może zasilać też inne urządzenia telekomunikacyjne, energetyczne itp., które wymagają ciągłości zasilania.

Siłownię wykonano w systemie z przetwornicą dodawczą. System ten zawiera: baterię, stabilizowane zespoły prostownikowe 48 V; 630 A w połączeniu równoległym, przetwornice dodawcze 8 V; 600 A o regulowanych napięciach wyjściowych włączone szeregowo z odbiorem /centralą telefoniczną/, tablicę sterująco-rozdzielczą oraz tablicę odpływów na prąd 2400 A.

Gdy w wyniku zaniku napięcia sieci elektroenergetycznej zmniejszy się napięcie wyjściowe siłowni, wtedy następuje uruchomienie przetwornic i dodawanie wytwarzanego przez nie napięcia w ten sposób, aby napięcie wyjściowe siłowni utrzymywane było na prawie stałym poziomie. System ten umożliwia w maksymalnym stopniu wykorzystanie pojemności baterii akumulatorów kwasowych o 23 ogniwach. Pozwala więc na wyładowanie baterii do końcowego napięcia 1,75 V na ogniwo. System pozwala też w prosty sposób realizować rozbudowę modułowej siłowni od 1200 do 4800 A. Uzależnione to jest od odpowiedniego doboru ilościowego tablic rozdzielczych, zespołów prostownikowych i przetwornic dodawczych.

W skład siłowni na prąd 4800 A wchodzi następujące zespoły:

- jedna tablica rozdzielczo-sterująca;
- jedna tablica rozdzielcza;
- dwie tablice odpływów;

- dziesięć zespołów prostownikowych;
- osiem przetwornic dodawczych.

Dla umożliwienia zasilania przetwornic dodawczych, zapewnienia właściwego ładowania baterii akumulatorów, a także innych odbiorców, siłownia może być wyposażona w dodatkowe dwa zespoły prostownikowe. Wyposażenie takie jest konieczne przy poborze maksymalnego prądu z siłowni.

Siłownia jest w pełni zautomatyzowana. Zespoły prostownikowe współpracują ze sobą w ten sposób, że jeden zespół - prowadzący pracuje na charakterystyce stabilizowanego napięcia, pozostałe zaś - prowadzone pracują na charakterystykach stabilizowanego prądu. Jako prowadzące mogą być wybrane dwa pierwsze zespoły prostownikowe. Przewidziano automatyczne wzajemne ich rezerwowanie się w przypadku uszkodzenia lub wyłączenia.

Zespoły prostownikowe zasilają centralę telefoniczną i utrzymują napięcie pracy buforowej dwóch baterii - w siłowni do 2400 A i czterech baterii - w siłowni do 4800 A. Zespół prostownikowy 48 V; 630 A ma w obwodzie głównym trójfazowy sześciotyristorowy mostek. Umożliwia to 6-pulsowe prostowanie w całym zakresie sterowania. Dla zmniejszenia do minimum zakłóceń wnoszonych do sieci elektroenergetycznej, powstających w procesie prostowania tyristorowego, przewidziano dwa wykonania transformatorów głównych - w układzie Yd i Dd - co drugi zespół prostownikowy. W ten sposób otrzymuje się układ prostowania 12-pulsowy, a prąd pobierany z sieci zbliżony jest do sinusoidalnego. Regulacja napięcia lub prądu wyjściowego odbywa się przez zmianę kąta przewodzenia tyristorów. W obwodzie sterowania tyristorów przyjęto układ dwukanałowy. Tyristory mostka połączone anodami z minusem są sterowane jednym kanałem, natomiast połączone katodami z plusem - drugim kanałem. W efekcie, regulacja zapewnia stabilizację napięcia wyjściowego o wartości $\pm 1\%$, sprawność zawiera się w granicach 0,8, współczynnik mocy przy pracy buforowej jest większy niż 0,75. Dla uzyskania

na wyjściu napięcia tętnień mniejszego od 2 mV mierzonych psfometrycznie zastosowano filtr LC.

Obwody współpracy dowolnego zespołu prostownikowego są sterowane przez układy automatyki znajdujące się w tablicy rozdzielczo-sterującej. Zespół prostownikowy może działać jako:

- prowadzący: praca buforowa i ładowanie samoczynne do wartości napięcia od 2,26 do 2,45 V na ogniwo;
- prowadzony w dwóch stopniach ograniczenia prądowego 50% i 100% prądu znamionowego.

Oprócz powyższego zespół prostownikowy może być wykorzystany do ręcznego i automatycznego ładowania baterii akumulatorów, odłączonej od odbioru, do wartości 2,7 V na ogniwo.

Zespół prostownikowy zabezpieczono od przeciążenia, braku fazy napięcia sieci i przepalenia się bezpiecznika głównego w obwodzie wyjściowym. Przy zaniku napięcia sieci elektroenergetycznej, gdy napięcie baterii, a więc i na wyjściu siłowni, obniży się do dolnej dopuszczalnej granicy, zostają włączone automatycznie przetwornice dodawcze. Ich napięcie wyjściowe dodaje się do napięcia baterii i utrzymuje napięcie wyjściowe siłowni w granicach tolerancji przy rozładowaniu baterii do napięcia ok. 40 V. W skład przetwornicy dodawczej wchodzi dwa falowniki tyristorowe w układzie przeciwsobnym. Przetwarzają one stałe napięcie baterii na napięcia przemienne o przebiegu prostokątnym i częstotliwości ok. 400 Hz. Po zsumowaniu wektorowym napięć w obwodzie wyjściowym i po wyprostowaniu otrzymuje się stałe napięcie wyjściowe, którego wartość zależy od przesunięcia fazowego napięć obu falowników.

Wartość napięcia wyjściowego zależy od różnicy napięcia baterii i napięcia nominalnego na wyjściu siłowni, a w efekcie od przesunięcia fazowego napięć poszczególnych falowników. Gdy napięcia są w fazie, napięcie wyjściowe przetwornicy ma wartość maksymalną, gdy są w przeciwfazie, napięcie ma wartość równą zero. W ten sposób w początkowym

okresie wyładowania baterii napięcie wyjściowe przetwornicy dodawczej jest bliskie zeru. W końcowym natomiast osiąga wartość maksymalną. Przy osiągnięciu przez przetwornicę prądu maksymalnego, jest on utrzymywany na stałym poziomie przez układ stabilizacji prądu.

Celem poprawienia parametrów elektrycznych i eksploatacyjnych opracowano przetwornicę tranzystorową typu FCG-8/600^{x/}. Zastosowano system modułowy, tzn. przetwornica o prądzie wyjściowym 600 A, składa się z sześciu pracujących równolegle przetwornic o prądzie wyjściowym 100 A.

Takie rozwiązanie cechuje znacznie większą niezawodność, wynikającą z innej metody przetwarzania napięcia, a także z zastosowania modułowego systemu. Uszkodzenie jednej 100 A przetwornicy powoduje jedynie jej wyłączenie i nie wpływa ujemnie na pracę pozostałych modułów. Charakterystycznymi cechami przetwornicy są też: cicha praca /wysoka, 25 kHz, częstotliwość przetwarzania/, duża sprawność /80%/ oraz małe gabaryty. Przetwornice powyższe mogą być stosowane bez żadnych zmian w siłowni zamiast przetwornic tyrystorowych.

Właściwą współpracę wszystkich zespołów siłowni, takich jak: zespoły prostownikowe, przetwornice dodawcze i baterie akumulatorów zapewnia tablica rozdzielczo-sterująca RCC-I-48/2400^{x/}. W zależności od obciążenia siłowni przez centralę telefoniczną decyduje ona o stopniowym, co 5 s, załączaniu i wyłączaniu zespołów prostownikowych. W przypadku zaniku napięcia sieci elektroenergetycznej i obniżeniu się napięcia wyjściowego zasilającego centralę telefoniczną włącza przetwornice dodawcze i wyłącza je po powrocie napięcia sieci i po podładowaniu przez zespoły prostownikowe baterii akumulatorów. Wysyła też sygnały informujące o po-

x/ Oznaczenie fabryczne Zakładów TELKOM-TELZAS.

prawnej pracy lub o awariach w zespołach siłowni. Oprócz zadań sterująco-kontrolnych, tablica ta spełnia też funkcje rozdziału energii prądu przemiennego sieci elektro-energetycznej lub agregatu spalinowo-elektrycznego zasilających pięć zespołów prostownikowych i inne odbiory. Tablica rozdzielczo-sterująca umożliwia podłączenie do niej 2 baterii akumulatorów. W przypadku rozbudowy siłowni do 4800 A, przewidziano zastosowanie dodatkowej tablicy rozdzielczej RCG-II-48/2400^{x/}. Tablica ta umożliwia podłączenie dalszych dwóch baterii akumulatorów i następnych pięciu zespołów prostownikowych. Jednak nie ma ona układów sterująco-kontrolnych.

Zgodnie z wymaganiami na centrale telefoniczne Pentaconta i E10 prąd zasilający jest przesyłany do central nie szynami - jak stosowano dotychczas - lecz wieloma przewodami o odpowiednich przekrojach. W zależności od systemu centrali, są stosowane odpływy 100 A dla central E10 i 400 A dla central Pentaconta. Podział taki ze względu na większą rezystancję pętli zwarciowej umożliwia wyeliminowanie w znacznym stopniu przepięć napięcia zasilającego, powstających przy przepalaniu się bezpiecznika. Przepięcia te mogą być przyczyną uszkodzeń w podzespołach centrali. Z tego powodu siłownię SCG-48/2400^{x/} wyposażono w jedną tablicę odpływów, która posiada 24 odpływy. Każdy z nich zabezpieczono bezpiecznikiem mocy, przepalenie którego jest sygnalizowane alarmem, wspólnym dla wszystkich bezpieczników. W siłowni do 4800 A przewidziano zastosowanie dwóch tablic odpływów.

Poniżej zestawiono podstawowe dane techniczne siłowni 48 V; 2400 - 4800 A:

Znamionowe napięcie zasilania	3 x 220/380 V
Dopuszczalne zmiany napięcia zasilania	-15%, +10%
Częstotliwość napięcia zasilania	50 Hz ±5%

x/ Oznaczenie fabryczne Zakładów TELKOM-TELZAS

Franciszek Kotz

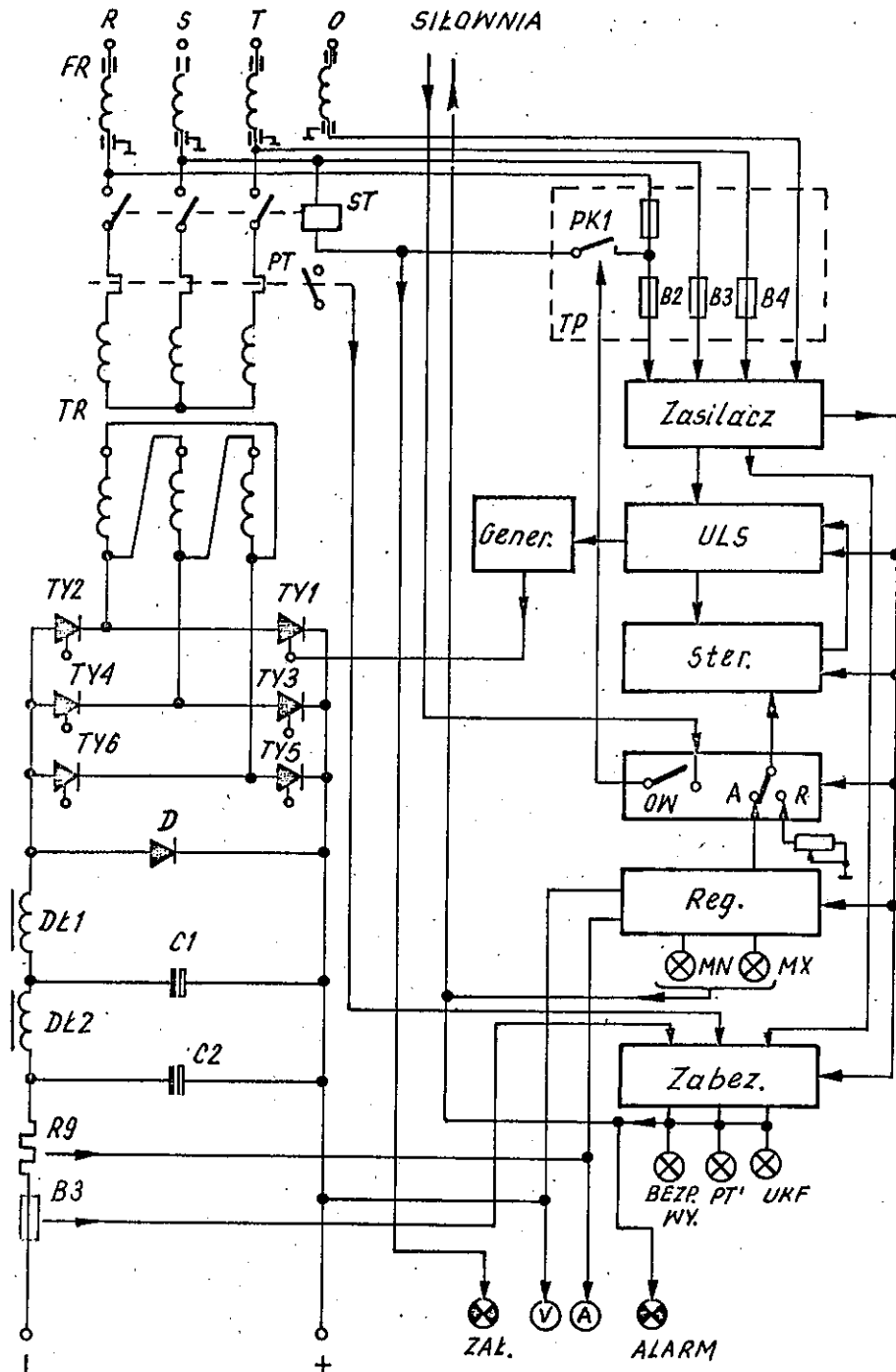
2. ZESPÓŁ PROSTOWNIKOWY 48 V/630 A

Zespoły prostownikowe, w reżimie pracy sieciowej, są w siłowni podstawowymi podzespołami. Ich zadaniem jest zasilanie urządzeń telekomunikacyjnych, w tym głównie centralowych, stałym napięciem oraz utrzymanie baterii akumulatorów w stanie naładowanym. Obecnie są to zespoły wyłącznie tyrystorowe z regulacją fazową. Dzięki odpowiedniej zmianie kąta zapłonu tyrystorów, napięcie wyjściowe zespołu, a także jego prąd są utrzymywane na stałym, zadanym poziomie.

Na rys. 1 przedstawiono schemat blokowy zespołu prostownikowego 48 V/630 A.

W siłowni telekomunikacyjnej zwykle współpracuje ze sobą od trzech do dziesięciu zespołów prostownikowych, w zależności od docelowego prądu wyjściowego, na który dana siłownia jest budowana i od prądu wyjściowego samych zespołów prostownikowych. W siłowni na prąd 2400 A, składającej się z zespołów 630 A, jest ich przykładowo 5 szt., a w siłowni na prąd 4800 A - 10 szt. /w tym są oczywiście zespoły rezerwowe/. Współpraca zespołów prostownikowych odbywa się w systemie "prowadzący" - "prowadzony". Prostownik "prowadzący" pracuje na charakterystyce napięciowej i jest niejako odpowiedzialny za utrzymanie stałego napięcia siłowni. W miarę zapotrzebowania prądu zostają przywoływane i załączone do pracy zespoły "prowadzone", załączane w dwóch stopniach: 50% obciążenia i 100% obciążenia. Pracują one na charakterystyce prądowej /stałego prądu/. Oczywiście, w miarę maleńcia prądu obciążenia siłowni, zespoły "prowadzone" są stopniowo wyłączane, również w dwóch stopniach. Steruje tym układ załączania prostowników w tablicy rozdzielczej siłowni.

Jak już wspomniano wyżej, zespoły prostownikowe są zespołami tyrystorowymi, tzn. że tyrystory pełnią w nich główną rolę zarówno elementu regulacyjnego, jak i prostowniczego. Pełnosterowany, trójfazowy mostek tyrystorowy, zawierający



Rys. 1. Schemat blokowy zespołu prostownikowego 48 V/630 A

Oznaczenia do rys. 1

- FR - szerokopasmowy filtr przeciwzakłóceńowy
- ST - stycznik
- PT - przekaźnik termiczny
- TR - transformator główny
- TP - tabliczka pomiarowa
- Zasilacz - transformatory pomocnicze oraz zasilacze +21 V, +15 V, +5 V
- ULS - układ logiczny sterowania
- ster. - sterowniki
- Gener. - generatory
- OW - obwody współpracy
- Reg - regulator
- Zabez - obwody zabezpieczeń
- MN - sygnalizacja minimum
- MX - sygnalizacja maksimum
- Bezp.wy - sygnalizacja przepalenia bezpiecznika wyjściowego
- PT - sygnalizacja przeciążenia
- UKF - sygnalizacja układu kontroli fazy
- Zał - prostownik załączony
- ALARM - sygnalizacja alarmu zbiorczego

6 tyrystorów oraz diodę obejściową, jest zasadniczym podzestępem obwodu głównego. Układ ten zapewnia 6-pulsowe prostowanie w całym zakresie sterowania fazowego. Transformator główny obniżający napięcie, w zależności od wykonania, posiada grupę połączeń Yd5 lub Dd0. W siłowni zespoły o wykonaniu jednym i drugim są niejako przeplecione, co powoduje, że prąd pobierany z sieci ma charakter zbliżony do sinusoidalnego.

Na wyjściu zespołu znajduje się filtr wygładzający, składający się z dwóch, szeregowo połączonych członów LC, gdzie indukcyjność stanowią dławiki, a pojemność - baterie kondensatorów.

W obwodzie głównym znajduje się ponadto /od strony sieci/ filtr zakłóceń radioelektrycznych, w postaci kondensatorów przepustowych i blokowych na wejściu każdej fazy oraz stycznik z zabezpieczeniem termicznym, jako główny element łączeniowy. Po stronie wtórnej transformatora są dołączone obwody RC, zapobiegające przepięciom łączeniowym, oraz równolegle do każdego tyrystora mostka również obwody RC, zapobiegające przepięciom komutacyjnym. Po stronie prądu stałego znajduje się bocznik, służący jako źródło sygnału dla układu regulacji prądu oraz do celów pomiarowych. Wyjście zespołu prostownikowego zostało zabezpieczone bezpiecznikiem mocy chroniącym zespół prostownikowy głównie od strony baterii.

W obwodzie sterowania zapłonem tyrystorów przyjęto dwukanałowy układ sterowania: jeden kanał steruje grupą anodową tyrystorów mostka, a drugi kanał - grupą katodową^{x/}. Sterowniki są dwa, po jednym dla każdego kanału sterowania.

Należy tu jeszcze wymienić inne podzespoły układu sterowania zespołem prostownikowym. Będą to: zasilacze i układy synchronizacji, regulator, obwody współpracy, obwody zabezpieczeń, generatory impulsów zapłonowych. Wszystkie te obwody są zasilane z trzech jednofazowych transformatorów pomocniczych, tworzących układ trójfazowy.

Szerzej przyjęty system sterowania tyrystorowym zespołem prostownikowym w układzie pełnego mostka został opisany w "Referatach Problemowych II", z. 44, z 1981 r. oraz sam zespół prostownikowy, wszystkie jego podzespoły wraz z dokładnym opisem działania, współpracy, zasad uruchamiania i regulacji - w "Dokumentacji projektu wstępnego zespołu prostownikowego typu PDF - 48/630^{xx/} nr ZEL 7.2. - 333".

x/ Układ został zgłoszony do opatentowania.

xx/ Obecne oznaczenie zespołu: PDG - 48/630.

Tadeusz Kunert

3. TRANZYSTOROWE PRZETWORNICE DODAWCZE DO SIŁOWNI TELEKOMUNIKACYJNYCH

3.1. Wprowadzenie

Dotychczas do zasilania central telefonicznych powszechnie stosuje się przetwornice dodawcze tyrystorowe. Wytwarzane przez nie napięcie stałe, dodawane jest do napięcia baterii akumulatorów i tak regulowane, aby wyjściowe napięcie mieściło się w wymaganych granicach. Przetwornice tyrystorowe mają jednak wiele wad, które starano się od dawna wyeliminować. Podstawową wadą przetwornic tyrystorowych jest wysoka ich hałaśliwość. Wywołana jest ona niską częstotliwością przetwarzania - 400 Hz. Ograniczenie częstotliwości spowodowane jest dużymi czasami wyłączenia tyrystorów oraz narastającymi wraz ze wzrostem częstotliwości stratami przełączania i stratami magnetycznymi w transformatorze. Niekażąca częstotliwość wymaga dużych gabarytów elementów i podzespołów. Przetwornice tyrystorowe eksploatacyjnie nie są elastyczne. Buduje się je na duże moce i w wielu przypadkach zachodzi potrzeba ich dublowania, aby zabezpieczyć się w razie uszkodzenia jednej z nich. Uszkodzenie przetwornicy następuje poważne problemy przy jej naprawie.

Prace badawcze prowadzone w Instytucie Łączności w ostatnich kilku latach doprowadziły do powstania modeli użytkowych dwóch przetwornic dodawczych tranzystorowych, które całkowicie wyeliminowały dotychczasowe wady. Obie przetwornice są przystosowane do poboru prądu z baterii akumulatorów kwasowych złożonych z 22 lub 23 ogniw i pracują poprawnie do chwili całkowitego rozładowania baterii, co odpowiada napięciu na ogniwie 1,75 V. Pierwsza przetwornica, oznaczona FCG-8/600, jest przeznaczona do wytwarzania napięcia 48 V $\pm 5\%$ o wydajności prądowej 600 A. Przewidziana jest

ona do zasilania central telefonicznych. Pracuje w czasie zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej oraz po powrocie tego napięcia, do chwili podładowania baterii akumulatorów. Druga przetwornica, oznaczona tymczasowo 48 V/12 V-160 A, przeznaczona jest do wytwarzania napięcia 60 V $\pm 5\%$ o wydajności prądowej 160 A. Stosowana będzie do zasilania translacji w przypadku współpracy dwóch central telefonicznych o napięciach zasilania 48 V i 60 V. Ta przetwornica może w wielu przypadkach umożliwić likwidację siłowni 60 V. Każda z tych przetwornic jest przystosowana do współpracy równoległej, dzięki temu można uzyskiwać wielokrotność ich prądów znamionowych. Przetwornice dodawcze tranzystorowe pracują z częstotliwością 24 kHz, zatem praca ich jest niesłyszalna, a gabaryty są znacznie mniejsze. Przetwornice te mają budowę panelową. Sprawność przetwornic tranzystorowych jest znacznie wyższa, dzięki czemu straty są blisko dwukrotnie mniejsze.

3.2. Budowa

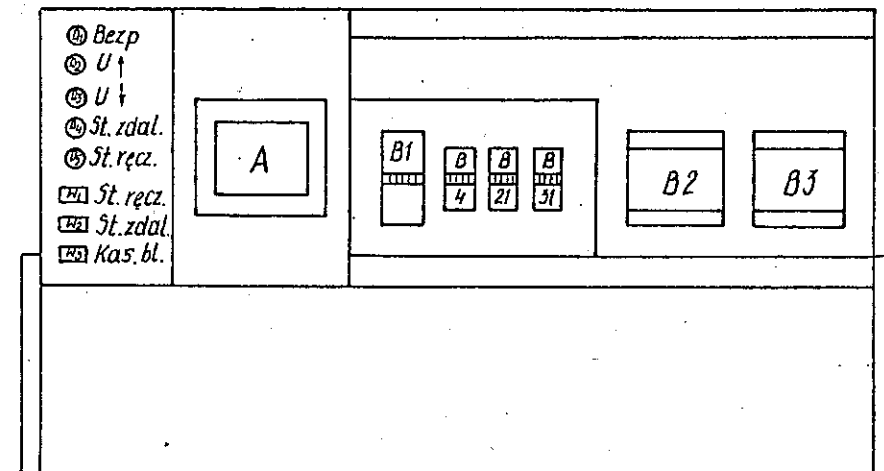
Obie przetwornice mają jednakowy układ elektryczny i konstrukcję mechaniczną. Różnice występują w obwodach wyjściowych i dotyczą typów diod prostowniczych, kondensatorów elektrolitycznych, bezpieczników i uzwojeń transformatorów.

Konstrukcję przetwornic stanowi szafa metalowa o wymiarach 600 x 600 x 2000 mm. Szafę podzielono na sześć półek.

W pierwszej przetwornicy w szafie można umieścić sześć przetwornic panelowych. Natomiast w drugiej przetwornicy można zamontować tylko pięć przetwornic, gdyż na górnej półce jest umieszczony specjalny panel kontrolno-sterujący. Wynika to stąd, że przetwornica FCG-8/600 współpracuje z tablicą rozdzielczą siłowni typu SCF-48/1200 lub typu SCG-48/4800, natomiast przetwornica 48 V/12 V-160 A jest urządzeniem samodzielnym. Przetwornica panelowa pierwszego typu posiada prąd znamionowy 100 A, a dla przetwornicy drugiego typu wynosi 40 A.

Przetwornice połączone są z konstrukcją szafy za pomocą specjalnych złączy nożowych oraz złącza szufladowego typu Cannon. W celu wygodnego łączenia złączy nożowych przetwornice wyposażono w rękojeści ruchome, za pomocą których dokonuje się elastycznego łączenia styków. Obok złączy nożowych głównych znajdują się złącza nożowe pomocnicze. Złącza te zapobiegają wypalaniu się styków i przepaleniu się bezpieczników wejściowych w chwili wsuwania przetwornicy panelowej do szafy.

Każda przetwornica panelowa na płycie czołowej posiada elementy sygnalizacyjne na diodach świecących oraz przyciski manipulacyjne i amperomierz /rys. 2/.



Rys. 2. Widok przetwornicy panelowej od przodu

Podczas pracy przetwornice panelowe są zabezpieczone osłoną, uniemożliwiającą zarówno wyjęcie z obudowy przetwornicy, jak i płytki sterującej. W osłonie wycięto otwory umożliwiające chłodzenie przetwornicy oraz dostęp do elementów manipulacyjnych.

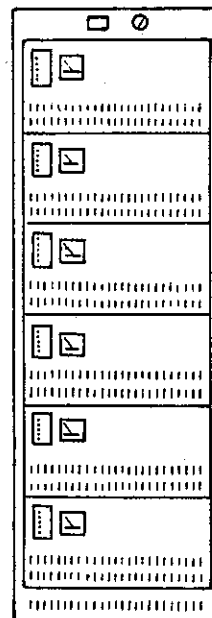
Dioda D1 sygnalizuje stan bezpiecznika w przetwornicy, a dioda D2 - uszkodzenie powodujące wzrost napięcia wyjściowego ponad dopuszczalną wartość oraz blokadę przetwornicy.

Należy tu wyjaśnić, że przetwornice panelowe wyposażono w specjalne układy kontrolne, które na sygnał podany z zewnątrz, informujący o zawyżeniu napięcia wyjściowego, badają przetwornicę i w przypadku stwierdzenia uszkodzenia blokują ją. Po wyłączeniu uszkodzonej przetwornicy dioda D2 świeci się informując obsługę, zaś na zewnątrz szafy jest wysyłany alarm, natomiast pozostałe przetwornice pracują normalnie. Oczywiście taki przypadek wystąpi tylko przy bardzo małym obciążeniu, gdyż w przeciwnym razie przetwornica obciążałaby się maksymalnie i ogranicznik prądu w danej przetwornicy panelowej ograniczyłby jej napięcie do bezpiecznej wartości. Dioda D3 świeci się wówczas, gdy przetwornica panelowa nie wytwarza napięcia wyjściowego. Ten alarm nie jest blokowany i jeśli przetwornica się wzbudzi, to dioda D3 zgaśnie. Diody D4 i D5 informują o rodzajuysterowania przetwornicy. Jeśli wciśnięty jest przycisk W1, to przetwornica pracuje, niezależnie od stanu baterii i sieci elektroenergetycznej. Informuje o tym dioda D5. Jeśli wciśnięty jest tylko przycisk W2, to włączenie przetwornicy odbywa się na rozkaz z tablicy rozdzielczej w przypadku przetwornic pierwszego typu lub przez przyciśnięcie przycisku w panelu kontrolno-sterującym w przypadku przetwornic drugiego typu. Świeci się wówczas dioda D4. Przyciskiem W3 kasuje się blokadę przetwornicy zaistniałą wskutek zawyżenia napięcia wyjściowego.

Amperomierze umieszczone w każdym panelu wskazują prąd dawany przez ten panel. Ponieważ przetwornice nie mają specjalnego układu wyrównawczego, prądy w poszczególnych panelach mogą być różne. Dopiero przy pełnym obciążeniu osiągają te same wartości. Jednak ta asymetria nie ma specjalnego znaczenia, gdyż przetwornice cechują się wysoką sprawnością również przy małych obciążeniach. W przetwornicy 48 V/12 V-160 A znajdują się dodatkowo dwa mierniki tablicowe w panelu kontrolno-sterującym, a mianowicie: amperomierz mierzący prąd wyjściowy całkowity przetwornicy i woltomierz mierzący napięcie wyjściowe na obciążeniu

/60 V/. Ponieważ przetwornica 48 V/12 V-160 A przewidziana jest do pracy ciągłej, więc posiada o jeden panel więcej niż by to wynikało z prądu znamionowego 160 A. Pięć paneli daje łączny prąd 200 A. W przypadku uszkodzenia jednego z paneli, pozostałe będą mogły pokryć w pełni zapotrzebowanie odbioru.

Konstrukcja szafy i paneli została tak rozwiązana, aby zapewnić elementom półprzewodnikowym właściwe chłodzenie. Elementy mocy / tranzystory, diody / zostały zamocowane do dużych radiatorów aluminiowych, czernionych elektrochemicznie. W szafie zastosowano chłodzenie kominowe. Za panelami, od dołu do góry, jest wolna przestrzeń, która jest połączona z przodem szafy kanałami znajdującymi się pod panelami. Chłodne powietrze z zewnątrz szafy przedostaje się przez perforacje osłon paneli do kanałów. Kanałami kierowane jest od dołu do przestrzeni przetwornic panelowych, opływa wokół elementów i przedostaje się do tylnego komina. Powietrze nagrzane uzyskuje w skutek konwekcji większą szybkość i uchodzi w górnej części szafy na zew-



Rys. 3. Widok kompletnej przetwornicy od przodu

natrz. Badania klimatyczne potwierdziły prawidłowość działania tego sposobu chłodzenia paneli przetwornic w szafie. Na rys. 3 przedstawiono widok kompletnej przetwornicy FCG-8/600.

3.3. Dane techniczne

A. Przetwornice panelowe:	8 V/100 A	12 V/40 A
Napięcie stałe zasilające	od 38 V do 50 V	od 38 V do 53 V
Maksymalne zmiany napięcia zasilającego nie powodujące uszkodzenia przetwornicy /w czasie 10 min/	od 35 V do 55 V	
Maksymalny prąd pobierany z baterii akumulatorów	26 A	26 A
Napięcie wyjściowe	od 2 V do 8 V	od 5 V do 20 V
Dopuszczalne zmiany prądu obciążenia	od 3 A do 100 A	od 1 A do 40 A
Maksymalne napięcie wyjściowe, przy napięciu zasilającym 38 V i obciążeniu maksymalnym, nie mniejsze niż	8 V	20 V
Stabilizacja prądu wyjściowego, maksymalnego, przy pełnych zmianach napięcia wyjściowego	5%	
Sprawność przetwornicy przy napięciu zasilającym 38 V, napięciu wyjściowym 8 V /20 V/ i obciążeniu znamionowym	80%	84%
Dopuszczalny zakres zmian temperatury otoczenia	od 283 K do 313 K	
Wilgotność względna	do 80%	
Wymiary	510 x 470 x 300 mm	

B. Przetwornice z pełnym wyposażeniem
FCG-8/600 48 V/12 V-160 A

Napięcie stałe zasilające	od 38 V do 50 V	od 38 V do 53 V
Maksymalne zmiany napięcia zasilającego nie powodujące uszkodzenia przetwornicy /w czasie 10 min./	od 35 V do 55 V	
Maksymalny prąd pobierany z baterii akumulatorów	160 A	130 A
Napięcie wyjściowe regulowane	od 2 V do 8 V	od 5 V do 20 V
Dopuszczalne zmiany prądu obciążenia	od 18 A do 600 A	od 5 A do 200 A
Maksymalne napięcie wyjściowe, przy napięciu zasilającym 38 V i obciążeniu maksymalnym, nie mniejsze niż	8 V	20 V
Stabilizacja prądu wyjściowego maksymalnego, przy pełnych zmianach napięcia wyjściowego	±5%	
Sprawność przetwornicy przy napięciu zasilającym 38 V, napięciu wyjściowym 8 V /20 V/ i obciążeniu maksymalnym	80%	84%
Liczba przetwornic w komplecie	6 szt.	5 szt.
Dopuszczalny zakres zmian temperatury otoczenia	od 283 K do 313 K	
Zakłócenia radioelektryczne	poziom N	
Wilgotność względna	do 80%	
Wymiary	600 x 600 x 2000 mm	

3.4. Opis ogólny zespołu przetwornic

Wszystkie przetwornice modułowe połączono równolegle, zarówno ich obwody wejściowe i wyjściowe, jak i obwody kontrolno-sterujące. Każda przetwornica modułowa jest zabezpieczona na wejściu /w biegunie ujemnym/ bezpiecznikiem topikowym 35 A wyposażonym w obwód sygnalizacyjny. Na wyjściu przetwornicy w każdym biegunie znajduje się bezpiecznik szybki 150 A /63 A/. Bezpieczniki te zbocznikowane są bezpiecznikami sygnalizacyjnymi. Ponadto obwody kontrolno-sterujące są zabezpieczone bezpiecznikiem topikowym wyposażonym w obwód sygnalizacyjny.

W górnej części szafy znajduje się lampka czerwona sygnalizująca stany awaryjne, jak: przepalenie się któregośkolwiek bezpiecznika w przetwornicy modułowej, zanik napięcia przetwornicy modułowej, zablokowanie przetwornicy modułowej wskutek wystąpienia zawyżenia napięcia wyjściowego siłowni. Każda przetwornica modułowa posiada pole z diodami świecącymi, na którym ukazuje się informacja o stanie przetwornicy.

Ponadto przetwornicę 48 V/12 V-160 A wyposażono w panel kontrolno-sterujący. Panel ten zawiera płytkę drukowaną układu kontrolno-sterującego, amperomierz do pomiaru prądu odbioru i woltomierz do pomiaru napięcia odbioru. Płytkę drukowaną podobnie jak sterowniki w przetwornicach modułowych zaopatrzone w złącze stykowe oraz płytkę czołową. Płytkę czołową zawiera diody świecące sygnalizujące: zawyżenie i zniżenie napięcia odbioru, przepalenie bezpiecznika zabezpieczającego układ kontrolno-sterujący oraz załączenie przetwornic do pracy. Znajdujący się na niej przełącznik służy do zbiorczego załączenia przetwornic modułowych do pracy. Na płytce drukowanej znajduje się elektroniczny układ kontroli napięcia odbioru oraz przekaźnik sygnalizacyjny.

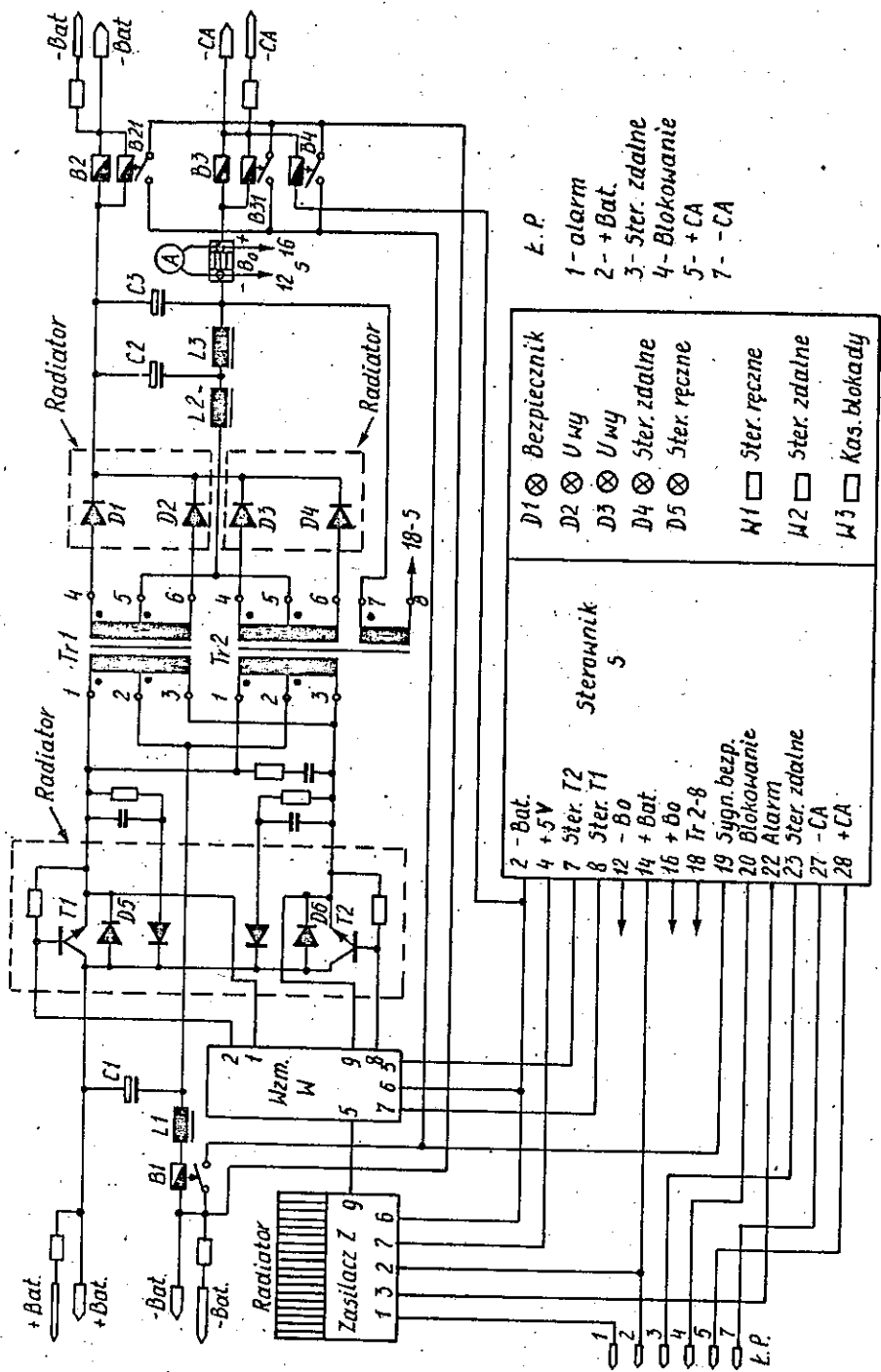
3.5. Opis działania przetwornicy panelowej

Schemat ideowy przetwornicy panelowej przedstawiono na rys. 4. Pokazano tam następujące bloki: filtr wejściowy /L1, C1/, falownik tranzystorowy, prostowniki /D1, D2 i D3, D4/, filtr wyjściowy /L2, C2, L3, C3/, sterownik /S/, wzmacniacz /W/ i zasilacz /Z/.

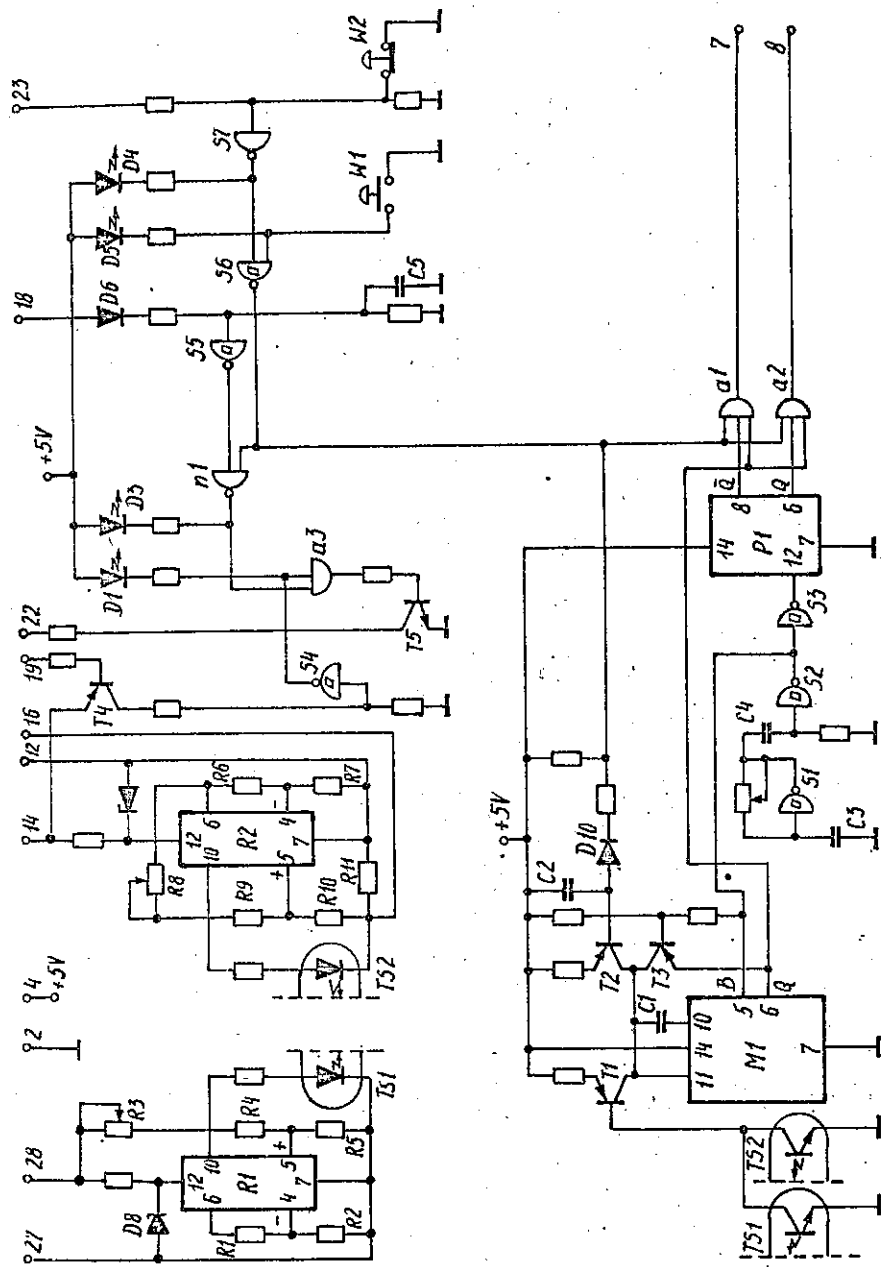
Filtry wejściowy i wyjściowy wraz z dodatkowymi kondensatorami służą do uśrednienia prądu i napięcia oraz do ograniczenia zakłóceń wnoszonych do baterii akumulatorów i do odbioru.

Falownik tranzystorowy, pracujący w układzie przeciwsobnym, jest złożony z dwóch tranzystorów mocy /T1, T2/, dwóch transformatorów na rdzeniach ferrytowych /Tr1, Tr2/, diod zwrotnych /D5, D6/ oraz układów gasikowych. Zadaniem falownika jest przetwarzanie napięcia stałego na napięcie przemienne prostokątne z częstotliwością 24 kHz, o regulowanej szerokości impulsów i odpowiedniej wartości amplitudy. Przy dużej mocy przetwarzania ważne jest, aby tranzystory przełączały z dużą szybkością i aby przewodziły w głębokim nasyceniu. Nowoczesne tranzystory mocy, przy odpowiednim sterowaniu, przełączają z szybkością poniżej 100 ns i osiągają napięcie nasycenia 1 V. Wówczas straty mocy w nich są b. małe. Transformatory mają uzwojenia pierwotne połączone równolegle, natomiast uzwojenia wtórnie współpracują z oddzielnymi prostownikami. Wyjścia obu prostowników są połączone równolegle i dołączone do filtru wyjściowego. W przetwornicy SCG-8/100 prostowniki złożone są z diod Schottky'ego, a w przetwornicy 48 V/12 V-40 A - z diod szybkich krzemowych.

Sterownik /S/ wykonano w postaci płytki drukowanej wyposażonej w złącze stykowe i płytkę czołową. Na płytce drukowanej znajdują się układy generacyjne, regulujące szerokości impulsów sterujących, kontrolno-sterujące oraz regulatory napięcia i prądu, rozwiązane z zastosowaniem układów scalonych. Pomiar prądu odbywa się na boczniku, do którego dołą-



Rys. 4. Schemat ideowy przetwornicy panelowej



Rys. 5. Schemat ideowy wzmacniacza przetwornicy

czony jest również miliwoltomierz mierzący prąd wyjściowy przetwornicy. Płytką czołową zawiera trzy przyciski typu isostat, umożliwiające sterowanie lokalne /ręczne/ i zdalne /automatyczne/ oraz kasowanie blokady, jak również pięć diod typu LED sygnalizujących niewłaściwe stany przetwornicy modułowej.

Schemat ideowy sterownika przedstawiono na rys. 5.

Regulator napięcia zawiera układ scalony R1 typu UL7523. Napięcie mierzone na odbiorze jest podawane na wejście nieodwracające 5 poprzez dzielnik rezystorowy R3, R4, R5. Do wejścia odwracającego 4 dołączono wewnętrzne napięcie odniesienia. Prąd wyjściowy regulatora R1 zasila diodę transoptora Ts1. Jeśli napięcie odbioru /ustawione potencjometrem R3/ jest za niskie, to prąd wyjściowy regulatora zmniejsza się i rezystancja wyjściowa transoptora wzrasta. Jeśli napięcie odbioru jest za wysokie, wówczas rezystancja ta maleje.

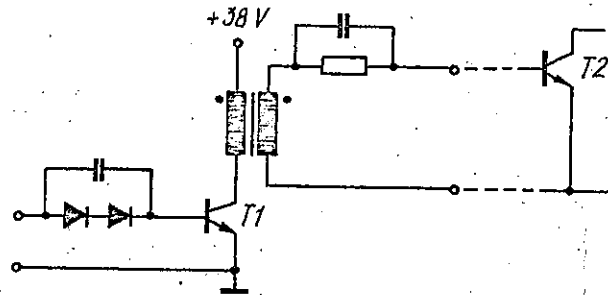
Regulator prądu jest rozwiązany podobnie jak regulator napięcia. Różnica sprowadza się do tego, że na wejście nieodwracające jest podawana suma dwóch napięć: wewnętrznego napięcia odniesienia i napięcia bocznika B_0 , znajdującego się na wyjściu przetwornicy. Napięcie bocznika B_0 podaje się na rezystor R11. Jeśli prąd wyjściowy jest niższy od ustalonej wartości rezystorem R8, to prąd wyjściowy regulatora R2 nie płynie i rezystancja wyjściowa transoptora Ts2 jest wysoka. Jeśli prąd przekroczy ustaloną granicę, wówczas regulator R2 wymusza w diodzie transoptora Ts2 określony prąd, który zmniejsza odpowiednio rezystancję wyjściową transoptora Ts2. Wyjścia obu transoptorów połączono równolegle i dołączono do bazy tranzystora T1. Swoją rezystancją określają prąd bazy tego tranzystora. Tranzystor T1 dołączono do obwodu regulacyjnego przerzutnika monostabilnego typu UCY74121. Tranzystor T1 wpływa na czas trwania generowanych przez przerzutnik impulsów prostokątnych. Szerokość tych impulsów jest proporcjonalna do rezystancji tranzystora T1. Przerzutnik jest wyzwany generatorem wąskich impulsów, zbudowanym na dwóch brankach Schmitta S1 i S2. Impulsy generatora sterują

również przerzutnikiem P1 typu I-K. Przerzutnik ten dzieli częstotliwość generatora przez dwa, wytwarzając na swych dwóch wyjściach Q i \bar{Q} impulsy prostokątne o wypełnieniu 50% i przesunięte względem siebie o pół okresu. Impulsy przerzutnika monostabilnego M1 sterują brankami a1 i a2 tworzących iloczyny logiczne. Na wyjściach tych bramek pojawiają się impulsy, których szerokości odpowiadają szerokością impulsów przerzutnika monostabilnego. Impulsy bramkowe sterują wzmacniaczami. Przerzutnik M1 posiada jeszcze obwody wygaszania impulsów /tranzystor T3/ i powolnego startu /tranzystor T2/.

Sterownik zawiera następujące obwody kontrolno-sterujące. Przycisk W1 służy do uruchomienia ręcznego przetwornicy. Wciśnięty przycisk W1 wywołuje na wyjściu bramki S6 stan "1", który podany na wejścia bramek a1 i a2 otwiera je dla impulsów przerzutnika monostabilnego M1. Jeśli przycisk W1 jest wyciśnięty a wciśnięty przycisk W2, wówczas przetwornica może wystartować wtedy, gdy na końcówkę 23 złącza stykowego będzie podany plus baterii akumulatorów. Wówczas na wyjściu bramki S7 pojawi się stan "0", co spowoduje podanie na iloczyny logiczne /a1 i a2/ sygnału "1". Praca ręczna lub automatyczna jest sygnalizowana diodą LED /D5 lub D4/. Jeśli w czasie wystawienia przetwornicy nie występuje napięcie na wyjściu transformatora, wówczas na wejściu bramki S5 istnieje sygnał "0", który wywołuje na wyjściu bramki a3 sygnał "0". Tranzystor T5 wchodzi w stan nieprzewodzenia. Przekaznik sygnalizacyjny, znajdujący się w zasilaczu Z, dołączony jest do końcówki 22. Przejście tranzystora w stan nieprzewodzenia powoduje zwolnienie przekaznika i wysłanie stykami biernymi alarmu na zewnątrz przetwornicy. O braku napięcia na transformatorze informuje dioda świecąca D3. Jeśli przepali się którykolwiek bezpiecznik przetwornicy, wówczas jego styk sygnalizacyjny poda minus baterii na końcówkę 19 złącza stykowego i tranzystor T4 przejdzie w stan przewodzenia. Spowoduje to powstanie na wyjściu bramki S4 sygnału "0", wyłączenie tranzystora T5 i zwolnienie przekaznika sygnalizacyjnego.

Alarm powtórzony będzie na diodzie świecącej D1.

Wzmacniacz, którego schemat ideowy przedstawiono na rys. 6, wzmacnia impulsy prostokątne wytwarzane przez sterownik S i separuje je galwanicznie od obwodów wejściowych.



Rys. 6. Schemat ideowy wzmacniacza przetwornicy

3.6. Zakończenie

Modele użytkowe obu przetwornic zostały przekazane Zakładom Urządzeń Zasilających TELKOM-TELZAS w Szczecinku w celu wykonania prototypu i uruchomienia produkcji. W 1987 r. wykonany będzie prototyp przetwornicy 48 V/12 V-160 A, a w 1988 r. prototyp przetwornicy 48 V/8 V-600 A. Zakończona próbna eksploatacja przetwornicy 48 V/8 V-600 A potwierdziła jej wysokie zalety techniczno-eksploatacyjne.

Biblioteca

12

S-9812