

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

**REFERATY
PROBLEMOWE**

Zeszyt 84

Tadeusz Kunert

**SIŁOWNIA GWARANTOWANEGO PRĄDU PRZEMIENNEGO
DO ZASILANIA CENTRUM EKSPLOATACJI TECHNICZNEJ**



Warszawa 1987

621.3114: 621.39

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

KOŁO ZAKŁADOWE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

REFERATY PROBLEMOWE

Zeszyt 84

Tadeusz Kunert

SIŁOWNIA GWARANTOWANEGO PRĄDU PRZEMIENNEGO
DO ZASILANIA CENTRUM EKSPLOATACJI TECHNICZNEJ

Warszawa 1987

5-9814

Zespół Redakcyjny:

dr inż. Stanisław Sołta, mgr inż. Andrzej Stągrowski

mgr inż. Krystyna Frączek

Opracował:

mgr inż. Tadeusz Kunert

Zakład Energetyki Łączności /Z-5/

Instytut Łączności

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

Praca 49.A.

Opiniował: mgr inż. Franciszek Kotz

Maszynopis dostarczono dnia 1987.06.12.

W artykule omówiono nową generację przetwornic prądu przemiennego, przystosowanych do gwarantowanego zasilania komputerów w Centrach Eksploatacji Technicznej central E10. Przedstawiono ich budowę, działanie i parametry techniczne. Ukazano zalety techniczno-eksploatacyjne nowej przetwornicy w stosunku do dotychczas stosowanych rozwiązań.

Redaktor: mgr Krystyna Juszkiewicz

Montaż tekstu: Barbara Skwara

Wpłynęło do Działu Wydawniczego Instytutu Łączności
w Warszawie, ul. Szachowa 1 dnia 1987.09.29.
Nakład 70 egz.

Tadeusz Kunert

SIŁOWNIA GWARANTOWANEGO PRĄDU PRZEMIENNEGO
DO ZASILANIA CENTRUM EKSPLOATACJI TECHNICZNEJ

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. System siłowni gwarantowanego prądu przemiennego	4
3. Układ blokowy przetwornicy	6
4. Podstawowe dane techniczne siłowni GPP	9
5. Konstrukcja mechaniczna	10
6. Zakończenie	11
Wykaz literatury	11

SIŁOWNIA GWARANTOWANEGO PRĄDU PRZEMIENNEGO DO ZASILANIA CENTRUM EKSPLOATACJI TECHNICZNEJ

1. WPROWADZENIE

Charakterystyczną cechą centrali telefonicznej systemu E10 jest rozdział funkcji między wyspecjalizowane urządzenia. Funkcje komutacyjne są wykonywane w centralach za pośrednictwem urządzeń mikroprogramowych. Funkcje eksploatacyjne i utrzymaniowe są zrealizowane za pomocą mikrokomputera ogólnego przeznaczenia, który nadzoruje pewną liczbę central. Ten mikrokomputer wraz z oprogramowaniem i wyposażeniem zewnętrznym tworzy centrum eksploatacji technicznej - CET. Zadaniem centrum eksploatacji technicznej jest przetwarzanie otrzymanych informacji, które pochodzą - z jednej strony - od operatorów CET, z drugiej strony - od central. Operatorzy mają możliwość przekazywania do CET między innymi następujących poleceń:

- wpisywania i skreślenia abonentów;
- tworzenia i usuwania łączy międzycentralowych;
- nadawania stanów urządzeniom centrali;
- odtwarzania zawartości pamięci przeliczników;
- badania linii abonenckich;
- badania uszkodzonych urządzeń w centrali - testy;

Od strony central nadchodzą komunikaty zawierające:

- odpowiedzi na polecenia CET;
- informacje taryfikacyjne dotyczące abonentów;
- informacje o błędach i anomaliach w działaniu centrali;

- informacje o ruchu, obserwacje ruchu i nadzór obciążenia;
- alarmy.

Stosowany obecnie system CET-3 umożliwia obsłużenie ośmiu central miejscowych z przyłączonymi do nich abonentami w liczbie od 40 do 60 tysięcy. Zapewnienie gwarantowanego zasilania CET jest więc niezbędnym warunkiem prawidłowego działania pewnej liczby nadzorowanych central systemu E10. W skład CET wchodzi urządzenia wymienione w tabelicy 1.

Tabelica 1

Wartości prądów nominalne i rozruchowe
urządzeń wchodzących w skład CET

Urządzenia	U_{sieci} V	I_n A	$I_{\text{rozr.}}$ A
Jednostka centralna	231	8,40	35,0
Pamięć dyskowa	228	2,35	12,0
Dalekopis systemowy	224	1,10	5,0
Monitor ekranowy	232	0,82	2,5
Drukarka mozaikowa	224	0,75	6,0
Dalekopis Consul	226	0,55	1,7
Czytnik kart	224	0,65	1,3

W Instytucie łączności przeprowadzono próby zasilania CET z przetwornicy tyrystorowej typu TSE-3. Próby polegały na tym, że urządzenia CET zasilano z sieci elektroenergetycznej, a następnie, po uruchomieniu przetwornicy, przełączano je w sposób automatyczny na przetwornicę. Wyniki eksperymentu były negatywne. Następnie próbowano przełączać zasilanie tylko pamięci dyskowej lub jednostki centralnej. Te próby także dały wynik negatywny. Przeprowadzone badania wykazały, że przyczynami nieprawidłowej współpracy przetwornicy z CET są:

- zbyt długi czas przełączania obciążenia z sieci na

przetwornicę, powodujący przerwę zasilania urządzeń wynoszącą ok. 40 ms;

- kilkakrotne przekraczanie wartości znamionowych prądów rozruchowych urządzeń komputerowych;
- brak możliwości nawet chwilowego przeciążenia przetwornicy w wyniku działania jej układu ograniczenia wartości prądu;
- zbyt duża impedancja dynamiczna przetwornicy;
- znaczna wrażliwość urządzeń komputerowych, szczególnie pamięci dyskowej i jednostki centralnej R-10 na odchylenia napięcia zasilającego od wartości nominalnej.

W tablicy 1 zestawiono prądy nominalne i rozruchowe urządzeń CET wymagających gwarantowanego zasilania. Pomiarów dokonano w czasie zasilania z sieci elektroenergetycznej. Prądy rozruchowe są podane, zarówno jak prądy nominalne, w wartościach skutecznych. Jak widać z tego zestawienia, prądy rozruchowe są 2-8 razy większe od prądów znamionowych. Czas rozruchu wynosi kilka sekund, a dla jednostki centralnej 5 s. Wymienione wyżej przyczyny powodują, że w czasie przełączania odbiorów z sieci na przetwornicę następuje chwilowe, do 1,5 s, obniżenie napięcia zasilającego do wartości około 150 V. Konsekwencją tego jest zadziałanie układów kontrolno-blokujących jednostki centralnej i pamięci dyskowej.

Z powyższych względów od kilku lat urządzenia CET są zasilane z przetwornic typu TSE-16. Przetwornice z kolei są zasilane z baterii akumulatorów o napięciu 240 V i mają moc znamionową 16 kVA. Do ich zasilania muszą być budowane siłownie prądu stałego o nietypowym napięciu, co jest rozwiązaniem bardzo nieekonomicznym. System ten nie jest pozytywnie oceniany, gdyż przetwornice te charakteryzują się również bardzo słabymi parametrami dynamicznymi. Sprawa skomplikowała się bardzo, gdy wprowadzono do eksploatacji pamięci dyskowe wymagające zasilania napięciem trójfazowym: 3x380/220 V.

2. SYSTEM SIŁOWNI GWARANTOWANEGO PRĄDU PRZEMIENNEGO

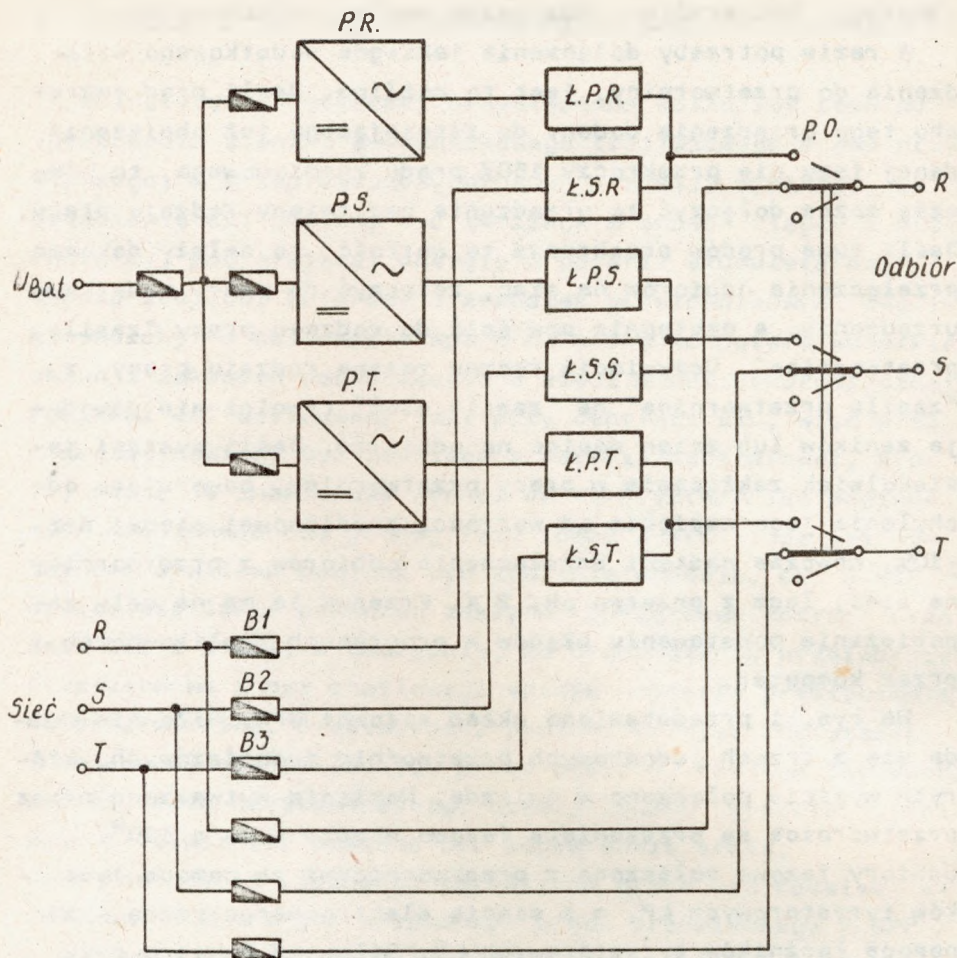
W Instytucie łączności przystąpiono kilka lat temu do opracowania siłowni gwarantowanego trójfazowego prądu przemiennego. Z przeprowadzonych badań i analiz wynikało, że urządzenia CET powinny być zasilane w sposób ciągły z przetwornicy, pobierającej energię z baterii akumulatorów, współpracującej buforowo z zespołem prostownikowym. Wyeliminowałoby to całkowicie wpływ na pracę komputera wszelkich zmian i zakłóceń pochodzących z sieci elektroenergetycznej. Ponieważ CET usytuowany jest przy centrali E10, więc przetwornice powinny być zasilane z baterii centralowej, której napięcie znamionowe wynosi 48 V. Przetwornica powinna mieć moc znamionową jednej fazy równą 2 kVA, lecz jej wydajność chwilowa powinna być znacznie większa, ok. 3 kVA. System zasilania powinien zakładać początkowo rozruch urządzeń CET z sieci, a następnie, po uruchomieniu przetwornicy, bezprzerwowo i bez chwilowego spadku napięcia przełączyć na przetwornicę. Przetwornica powinna przejąć obciążenie znamionowe, nie zakłócając pracy odbioru. Powinna też cechować się dużą niezawodnością. Częstotliwość napięcia wyjściowego przetwornicy powinna być odpowiednio stała.

W Instytucie łączności zakończono prace nad modelem użytkowym siłowni gwarantowanego prądu przemiennego / GPP / o napięciu wyjściowym $3 \times 380/220$ V, częstotliwości 50 Hz i mocy znamionowej 3×2 kVA. Model został zrealizowany w następującym systemie pracy. Załączenie do pracy urządzeń komputerowych CET odbywa się z trójfazowej sieci elektroenergetycznej. Po uruchomieniu przetwornicy i przestawieniu przełącznika rodzaju pracy z położenia "zasila sieć" w położenie "zasila przetwornica", urządzenie automatycznie wykrywa synchronizację fazową napięcia sieci z napięciem przetwornicy, dokonaną w sposób naturalny i w tym momencie powoduje wyłączenie łączników tyrystorowych sieci, a załączenie łączników tyrystorowych przetwornicy. Przetwornica, dzięki bardzo dobrym parametrom dynamicznym, przejmuje zasilanie

odbiorów bez przerw i bez zmian napięć wyjściowych.

W razie potrzeby dołączenia jakiegoś dodatkowego urządzenia do przetwornicy, jest to możliwe. Jeśli prąd rozruchu tego urządzenia dodany do istniejącego już obciążenia danej fazy nie przekroczy 150% prądu znamionowego, to wówczas można dołączyć to urządzenie bez zmiany rodzaju pracy. Jeśli suma prądów przekracza tę wartość, to należy dokonać przełączenia odbiorów na sieć, załączyć do pracy dodatkowe urządzenie, a następnie powrócić do rodzaju pracy "zasila przetwornica". Oczywiście ręczna zmiana rodzaju pracy z "zasila przetwornica" na "zasila sieć" również nie powoduje zaników lub zmian napięć na odbiorze. Jeśli wystąpi jakiegokolwiek zakłócenie w pracy przetwornicy, powodujące odchylenie jego napięcia od wartości znamionowej więcej niż $\pm 10\%$, wówczas nastąpi przełączenie odbiorów z przetwornicy na sieć, lecz z przerwą ok. 2 s. Przerwa ta ma na celu zapobieżenie powstawaniu błędów w programach realizowanych przez komputer.

Na rys. 1 przedstawiono układ siłowni GPP. Siłownia składa się z trzech jednakowych przetwornic jednofazowych, których wyjścia połączono w gwiazdę. Napięcia wytwarzane przez przetwornice są przesunięte fazowo między sobą o 120° . Odbiory fazowe połączono z przetwornicami za pomocą łączników tyrystorowych tP , a z siecią elektroenergetyczną - za pomocą łączników tyrystorowych tS . Siłownia zawiera poza tym obwody obejściowe realizowane za pomocą ręcznego przełącznika trójfazowego PO oraz zabezpieczenia topikowe od strony sieci i od strony baterii akumulatorów. Przełącznik i bezpieczniki sieciowe są wydzielone w obszarze siłowni. W przypadku wystąpienia uszkodzeń w obwodzie głównym siłowni, zasilanie odbiorów przestawia się na obwód obejściowy. Po wykręceniu bezpieczników B1, B2, B3 można wykonywać czynności naprawcze w warunkach bezpiecznych.

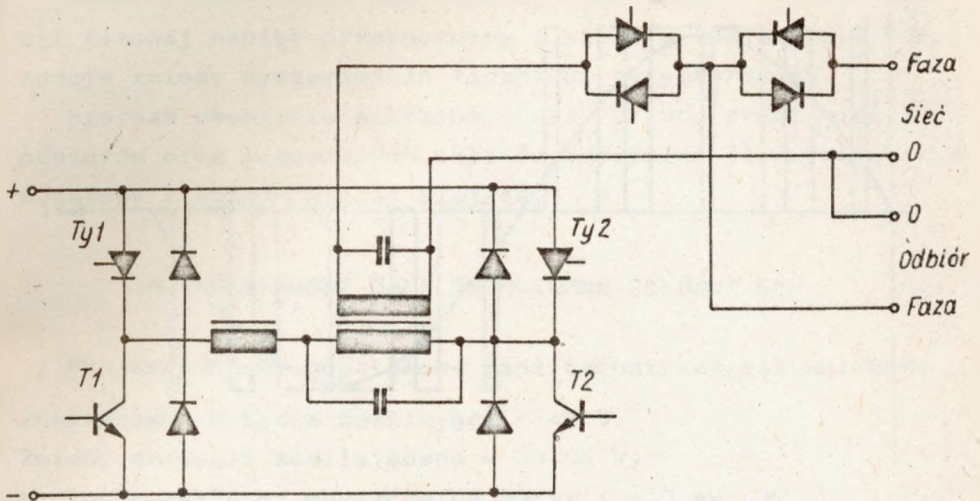


Rys. 1. Schemat blokowy siłowni gwarantowanego prądu prądu przemiennego GPP

PR, PS, PT - przetwornice jednofazowe; ŁPR, ŁPS, ŁPT - łączniki tyrystorowe przetwornic; ŁSR, ŁSS, ŁST - łączniki tyrystorowe sieci energetycznej; PO - przełącznik ręczny

3. UKŁAD BLOKOWY PRZETWORNICY

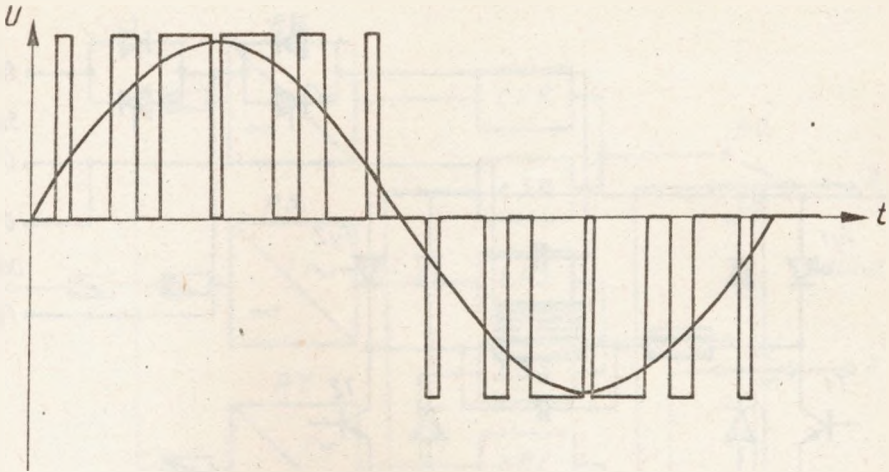
Na rys. 2 pokazano schemat blokowy jednej fazy przetwornicy wraz z łącznikami tyrystorowymi, służącymi do przełączania odbioru. Przetwarzanie energii i stabilizacja napię-



Rys. 2. Schemat ideowy jednofazowej przetwornicy wchodzącej w skład siłowni GPP

cia wyjściowego odbywa się za pomocą modulacji szerokości impulsów PWM. Przetwornica jest rozwiązana w układzie mostkowym tranzystorowo-tyrystorowym. Tyrystory Ty1 i Ty2 są załączane na przemian, z częstotliwością 50 Hz. Tranzystory T1 i T2 są również sterowane na przemian co 10 ms, ale impulsami PWM z częstotliwością 4800 Hz. Gdy przewodzi tyrystor Ty1, to tranzystor T2 jest wprowadzany w stan przewodzenia na czas trwania impulsów PWM. W następnym półokresie przewodzi tyrystor Ty2, a kluczuje z częstotliwością 4800 Hz tranzystor T1. Dzięki temu na wyjściu mostka powstaje prostokątne napięcie przemiennie o częstotliwości podstawowej 50 Hz, w którym obie połówki składają się z impulsów prostokątnych o odpowiednio modulowanych szerokościach.

Na rys. 3 przedstawiono poglądowo przebieg napięcia przemiennego uzyskiwanego metodą PWM oraz naniesiony na niego przebieg pierwszej harmonicznej. W tym przypadku częstotliwość PWM wynosi 600 Hz. Przebieg napięcia uzyskiwany metodą PWM zawiera wyższe harmoniczne począwszy od częstotliwości modulowanej. Im wyższa częstotliwość modulowana PWM, tym



Rys. 3. Napięcie przemiennie otrzymywane metodą modulacji szerokości impulsów PWM

wyższa częstotliwość pierwszej wyższej harmonicznej. Przyjmując odpowiednio wysoką częstotliwość PWM, można teoretycznie stosować oszczędny filtr wyjściowy. W modelu użytkowym, opracowanym w Instytucie Łączności filtr jest bardzo mały, lecz znacznie większy niż wynikałoby to z obliczeń teoretycznych. Spowodowane jest to obciążeniem indukcyjnym, które wprowadza silne zniekształcenia napięcia wyjściowego. Rozbudowany filtr kompensuje indukcyjność obciążenia. Filtr wyjściowy, a zwłaszcza jego człon szeregowy, decyduje w dużym stopniu o małej impedancji wewnętrznej przetwornicy.

Do generowania trójfazowych impulsów prostokątnych o częstotliwości 50 Hz, modulowanych częstotliwością 4800 Hz, o regulowanej szerokości impulsów, w zależności od napięcia zasilającego i prądów wyjściowych, zastosowano technikę mikroprocesorową. Opracowano mikrokomputer, wykorzystując mikroprocesor Z80, który kontroluje napięcia i prądy wyjściowe w każdej fazie, prądy tranzystorów mocy, stan baterii akumulatorów oraz współpracuje z układem przełączania odbiorów.

Układ przełączania odbiorów wykrywa moment synchronizacji fazowej napięć przetwornicy i sieci w fazie R oraz dokonuje zmiany wysterowania łączników tyrystorowych.

Szersze omówienie mikrokomputera, układu przełączania odbiorów oraz pozostałych układów kontrolno-sterujących wymagałoby znacznie więcej miejsca.

4. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE SIŁOWNI GPP

Poniżej podano podstawowe dane techniczne siłowni GPP:

Znamionowe napięcie zasilające - 48 V.

Zmiany napięcia zasilającego - 38-56 V.

Napięcie zakłóceń wnoszone do baterii - 2 mV_{psof}.

Tolerancja napięć wyjściowych - $\pm 5\%$

Znamionowa częstotliwość napięcia wyjściowego - 50 Hz.

Tolerancja częstotliwości - $\pm 1\%$.

Znamionowa moc wyjściowa - 3 x 2 kVA.

Znamionowy prąd obciążenia - 9 A.

Zakres zmian prądu obciążenia - 0,05-9 A.

Współczynnik mocy obciążenia ind. - 0,8 \pm 1.

Zawartość wyższych harmonicznych w napięciu wyjściowym nie więcej niż - 5%.

Zawartość pierwszej wyższej harmonicznej w napięciu wyjściowym nie więcej niż - 3%.

Siłownia wytrzymuje następujące obciążenie w normalnych warunkach eksploatacji:

- prądem $1,1 \cdot I_{zn}$ w czasie 1 h; w tym stanie siłownia utrzymuje normalne parametry wyjściowe; czas przerwy między kolejnymi przeciążeniami nie krótszy niż 2 h;
- prądem $1,25 \cdot I_{zn}$ w czasie 10 min; czas przerwy między kolejnymi przeciążeniami nie krótszy niż 1 h;
- prądem $1,5 \cdot I_{zn}$ w czasie 15 s; czas przerwy między kolejnymi przeciążeniami nie krótszy niż 30 min;

- prądem $2 \cdot I_{zn}$ w czasie 2 s; czas przerwy między kolejnymi przeciążeniami nie krótszy niż 15 min;

W czasie występowania przeciążeń do $1,5 \cdot I_{zn}$ nie działa układ ograniczania prądu.

Odchylenia napięcia wyjściowego, przy skokowej zmianie obciążenia o 25% wartości prądu znamionowego, nie większe niż - $\pm 10\%$.

Czas odpowiedzi przy skokowej zmianie obciążenia nie większy niż - 50 ms.

Odchylenia napięcia wyjściowego przy przełączaniu z sieci na przetwornicę i odwrotnie, przy obciążeniu znamionowym, wynikają tylko z różnicy napięć sieci i przetwornicy.

Sprawność energetyczna siłowni w warunkach znamionowych - 75%.

Dopuszczalna temperatura otoczenia - $+5 \div +40^{\circ}\text{C}$.

Zakłócenia radioelektryczne - poziom N.

Siłownia wyposażona jest w mierniki tablicowe, umożliwiające pomiary napięć i częstotliwości sieci oraz przetwornicy, a poza tym prądów wyjściowych oraz prądu pobieranego z baterii akumulatorów. Wewnątrz siłowni znajduje się pole sygnalizacyjne informujące obsługę o rodzaju pracy siłowni oraz rodzaju uszkodzenia lub stopniu przeciążenia w każdej fazie.

5. KONSTRUKCJA MECHANICZNA

Siłownia GPP jest wykonana w postaci szafy o wymiarach 600 x 800 x 2000 /głębokość, szerokość, wysokość/ i wyposażona jest w drzwi. Wewnątrz szafy znajduje się stojak posiadający kółka jezdne. Stojak ten, zawierający wszystkie części składowe siłowni, można wyciągnąć na zewnątrz. Przewody elektryczne - łączące stojak z baterią akumulatorów, siecią elektroenergetyczną i odbiorami - są elastyczne i mają odpowiednie długości. Po wyciągnięciu stojaka uzyskuje się wygodny dostęp do wszystkich podzespołów. Elementy

energetyczne, takie jak transformatory, dławiki i kondensatory, umocowano na półkach stojaka. Układy elektroniczne znajdują się na płytках drukowanych wyposażonych w złącza nożowe. Wszystkie płytki drukowane umieszczono w kasetkach stalowych, pełniących rolę ekranów magnetycznych.

Na przedniej części stojaka znajdują się: mierniki tablicowe, wyłącznik przetwornicy, przełącznik rodzaju pracy oraz dwie lampki sygnalizujące pracę przetwornicy i stan alarmowy, które są widoczne również po zamknięciu drzwi szafy. Poza tym, na przedniej części stojaka znajdują się wszystkie bezpieczniki, przełącznik obejściowy oraz pole sygnalizacyjne informujące obsługę o rodzaju i miejscu uszkodzenia, do których jest dostęp bez konieczności wyciągnięcia stojaka z szafy.

6. ZAKOŃCZENIE

Model użytkowy siłowni gwarantowanego prądu przemiennego zostanie przekazany w IV kwartale 1987 r. do próbnej eksploatacji. Po próbnej eksploatacji model wraz z dokumentacją techniczną zostanie oddany do Zakładów Telekomunikacyjnych Urzędzeń Zasilających TELKOM-TELZAS w Szczecinku w celu uruchomienia produkcji.

Przewiduje się bardzo szerokie zastosowanie opracowanych siłowni. Będą one mogły zasilać nie tylko telekomunikacyjne centra eksploatacji technicznej CET, ale również inne ośrodki techniki komputerowej.

WYKAZ LITERATURY.

1. Chamski I.: Centrum eksploatacji technicznej w systemie E10. Referaty Problemowe Ił, z. 19, 1979.
2. Chrustowski E.: Problemy zastosowania mikroprocesorów w energetyce łączności. Przegląd Telekomunikacyjny, nr 5, 1986.

3. Chrustowski E.: Zastosowanie mikroprocesorów w energetyce łączności. Kursokonferencja naukowo-techniczna DOPiT, Poznań 1985.
4. Hampson L.: PWM un interruptable power supplies. Electronic components and applications. Vol. 4, No 2, 1982.

Biblioteka

IL

S-9814