

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA - MIEDZESZYN

PROBLEMY

ŁĄCZNOŚCI

73

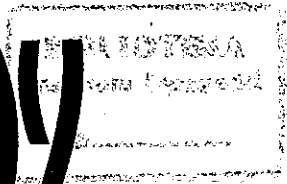
1972



MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

---

**PROBLEMY**  
ŁĄCZNOŚCI



ROK 12

WARSZAWA 1972

NR 73

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
Branżowy Ośrodek  
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

**Redakcja Problemów Łączności**

---

**Redaktor Naczelny - mgr inż. Jerzy Rutkowski**

**Redaktorzy działów:**

**mgr inż. Władysław Cetner, mgr inż. Adam Moniuszko,  
mgr inż. Józef Możejko**

**Adres Redakcji:**

**Instytut Łączności**

**Branżowy Ośrodek**

**Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej**

**Warszawa-Miedzeshyn, ul. Szachowa 1**

**NA PRAWACH RĘKOPISU**

**Redaktor: J. Borkowska**

**Montaż tekstu: B. Drabik**

---

**Dział Wydawniczy Instytutu Łączności  
Format B5. Nakład 780. Wpłynęło do  
Działu Wydawniczego 1.09.1971 r.  
Druk ukończoną w styczniu 1972 r.**

# PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

## Opracowania tłumaczeń

### NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA ZASILANIA URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH

#### SPIS TREŚCI

	Str.
1. CCITT: Zasilanie central telefonicznych - Opracował H. Naimski	1
2. Thurm R.: Zasilanie urządzeń telekomunikacji w NRD obecnie i w przyszłości - Opracował H. Naimski	27
3. Ljungblom A., Wolpert T., Ekelund F.: Systemy zasilania stosowane przez firmę L.M. Ericsson w urządzeniach telekomunikacyjnych - Opraco- wał H. Naimski	36
4. Wegmüller W.: Urządzenia zasilające 48 V dla central telefonicznych i stacji teletransmi- syjnych w eksploatacji szwajcarskiej poczty i telekomunikacji - Opracował H. Naimski	65
5. Kawamoto H.: System bezprzerwowego zasilania prądem przemiennym za pomocą przetwornic ty- rystorowych - Opracował H. Naimski	80



## ZASILANIE CENTRAL TELEFONICZNYCH

Opracował H. Naimski na podstawie CCITT:  
National telephone networks for the auto-  
matic service. Genewa: ITU 1968 cz. C  
rozdz. 2, s. 1-56.

### WPROWADZENIE

Wytyczne zostały opracowane przez specjalną grupę roboczą, powołaną w ramach CCITT i były konsultowane z administracjami telekomunikacji w wielu krajach. W skończonej formie zostały przyjęte przez IV Plenarne Zebranie CCITT (Mar del Plata 1968).

Wytyczne odnoszą się w zasadzie do zasilania central telefonicznych systemów elektromechanicznych. Systemy komutacyjne elektroniczne i quasidelektroniczne będą wymagały wielu różnych napięć, innych niż będące obecnie w użyciu, jednak napięcia te mogą być otrzymywane drogą przekształcania podstawowego napięcia (np. 60 V) za pomocą przetwornic (przekształtników), zapewniających też żądaną stabilizację. Należy zatem spodziewać się, że w przyszłości nie wynikną żadne poważne trudności w zasilaniu central elektronicznych.

Zalecenia i wytyczne podane niżej mają charakter ogólny i nie odnoszą się do żadnego określonego systemu central, lecz zawierają zasady, których stosowanie ułatwić może projektowanie urządzeń zasilających dla central

telefonicznych w ogólności. Zasady te w pewnym stopniu odnoszą się również do central telegraficznych oraz urządzeń teletransmisyjnych.

### ZASADY OGÓLNE

Urządzenia zasilające są istotną częścią każdej centrali telefonicznej. Koszt ich wynosi od 5 do 10% całości nakładów na urządzenia centrali. Przy projektowaniu zasilania należy więc starannie rozważyć moc instalowanych urządzeń w oparciu o obliczony pobór mocy w początkowym etapie budowy centrali i w perspektywie jej rozbudowy.

Niekiedy może być uzasadnione ekonomicznie instalowanie urządzeń zasilających od razu na dalsze etapy rozbudowy, zwłaszcza, jeżeli przewiduje się stopniowe powiększanie pojemności centrali w krótkich odstępach czasu.

W celu zaprojektowania urządzeń zasilających niezbędne jest uzyskanie następujących danych technicznych: przeciętne i maksymalne obciążenie w godzinach największego ruchu w etapie początkowym budowy centrali oraz w dalszym jej rozwoju, dopuszczalne granice napięcia podczas normalnej pracy, w warunkach zaniku napięcia w sieci i podczas ładowania baterii, maksymalne napięcie w stanach nie ustalonych, pobór dobowy, stosunek poboru dobowego do obciążenia w godzinie największego ruchu i przypuszczalny kształt krzywej obciążenia dobowego, żądany okres pracy centrali po zaniku napięcia sieci przy



zasilaniu wyłącznie z baterii lub przy użyciu zapasowego źródła energii, maksymalne dopuszczalne zakłócenia wnoszone przez urządzenia zasilające, wymagania co do źródła sygnałów dzwonienia i akustycznych, informacje dotyczące zasilania z sieci (odchylenia napięcia i częstotliwości, liczba faz, zawartość harmonicznych, wymagania odnośnie współczynnika mocy), temperatura i wilgotność w pomieszczeniach siłowni, dane odnoszące się do zapasowego źródła energii (elektrowni zapasowej) oraz ewentualnie wymagania dotyczące zasilania urządzeń teletransmisyjnych lub wyposażenia elektronicznego przy wykorzystaniu wspólnych urządzeń zasilających.

Normalne napięcia zasilające, ich dopuszczalne odchylenia oraz spadki napięcia

Do zasilania central telefonicznych stosuje się następujące znamionowe napięcia prądu stałego:

- w wiejskich oraz małych centralach abonenckich 24 V i 36 V,
- w miejskich i międzymiastowych centralach 48 V, 50 V, 60 V.

Dopuszczalne odchylenia napięć różnią się w zależności od systemu centrali. Podczas normalnej pracy centrali zaleca się stabilizację napięcia w granicach  $\pm 2\%$  od wartości znamionowej. W przypadku dynamicznych wahań obciążenia, do 10% znamionowego, dopuszcza się odchylenia napięcia w granicach  $\pm 4\%$  znamionowego w czasie 100 ms.

Spadek napięcia w przewodach od zacisków baterii względnie prostowników do zacisków stojakowych centrali (łącznie z zabezpieczeniami) nie powinien przekraczać wartości dopuszczalnych, które wynoszą w przypadku:

60 V - 1,6 V w systemie bez kompensacji napięcia oraz  
2,6 V w systemie z kompensacją napięcia<sup>x)</sup>

50 V - 1 - 2 V

48 V - 1 - 2 V.

Składowa zmienna napięcia dostarczanego przez prostowniki lub prądnice nie powinna przekraczać 2 mV mierzonych z filtrem psofometrycznym (CCITT 1950 r.) na zaciskach wyjściowych źródła prądu stałego.

#### Zasilanie energią elektryczną z sieci

Centrale o poborze prądu stałego w granicach około 20 A są zasilane z jednofazowego przyłącza do sieci elektroenergetycznej, podczas gdy przy większym poborze prądu stosuje się zasilanie trójfazowe.

Przyłącza mogą być wykonane bądź na niskim napięciu doprowadzonym ze stacji transformatorowej wspólnej dla różnych odbiorców, bądź za pośrednictwem osobnej stacji transformatorowej, co jest korzystne ze względu na odseparowanie się od sieci publicznej, w której mogą obo-

---

<sup>x)</sup> Kompensację spadku napięcia uzyskuje się za pomocą przetwornicy dodawczej zasilanej z baterii i uruchamianej po zaniku napięcia sieci.

wiązywać przepisy nie uwzględniające specjalnych wymagań telekomunikacji.

Zasilanie energią elektryczną z sieci prądu przemiennego jest zwykle rezerwowane za pomocą zespołu spalinowo-elektrycznego uruchamianego po pewnym czasie ręcznie lub samoczynnie w razie zaniku napięcia sieci.

Zasilanie bezprzerwowe może być zrealizowane bez użycia baterii akumulatorów za pomocą zespołu maszyn wyposażonych w koło zamachowe, magazynujące energię na czas potrzebny do uruchomienia zapasowego źródła energii, albo za pomocą przetwornicy półprzewodnikowej zasilanej z baterii akumulatorów.

Dopuszczalne odchylenia napięcia przemiennego przyjęto w granicach  $\pm 10\%$  (w przypadku napięcia średniego  $\pm 15\%$ ), a tolerancję częstotliwości 50 lub 60 Hz w granicach  $\pm 5\%$ .

#### Ustalenie zapotrzebowania prądu przez centrale telefoniczne

Istnieje wiele sposobów ustalenia, przy projektowaniu, zapotrzebowania prądu przez centrale miejscowe i międzymiastowe. Z przybliżeniem w granicach  $\pm 10\%$  maksymalny prąd pobierany przez centralę można obliczyć ze wzoru:

$$I_{\max} = L \cdot C \cdot I \cdot K \quad (A)$$

gdzie: L = liczba linii (łączy abonenckich)

C = liczba połączeń na dobę i abonenta (wartość

ta waha się od 5 do 12 zależnie od miejscowych warunków)

$I$  = prąd na jedno połączenie (np. w systemie 60 V  
 $I = 0,035$  A łącznie z zapotrzebowaniem przez wyposażenie pomocnicze)

$K$  = współczynnik koncentracji ruchu (np. 0,1).

Rysunek 1<sup>x)</sup> przedstawia przykładowy wykres zapotrzebowania prądu w ciągu doby przez centralę miejscową.

#### Ustalenie dodatkowego zapotrzebowania prądu na rozbudowę centrali

W celu obliczenia poboru prądu w przypadku rozbudowy centrali przyjmuje się, że zapotrzebowanie prądu jest proporcjonalne do liczby łączy abonenckich. Projektowanie urządzeń zasilających jest zalecane co najmniej na 10 lat.

#### NAJCZĘŚCIEJ STOSOWANE SYSTEMY PRACY URZĄDZEŃ ZASILAJĄCYCH

W odróżnieniu od dawniej stosowanego systemu zasilania z dwóch baterii na przemian ładowanych i wyładowywanych, obecnie zasilanie oparte jest o system pracy równoległej, w którym bateria jest stale połączona z prostownikiem lub kilkoma prostownikami. W systemie tym ba-

---

<sup>x)</sup> Wszystkie rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

teria służy jako rezerwowe źródło zasilające centralę, gdy prostowniki są nieczynne wskutek zaniku napięcia w sieci albo gdy moc ich jest niewystarczająca w godzinach szczytowego obciążenia.

Zasadą jest utrzymanie na zaciskach baterii napięcia podwyższonego tak, aby była ona stale doładowywana. Ponieważ niektóre systemy central nie mogą pracować prawidłowo przy podwyższonym napięciu, stosuje się różne środki w celu uniezależnienia napięcia na odbiorze od napięcia baterii. Środki te polegają na włączeniu przeciwogniw, obecnie wyłącznie półprzewodnikowych, redukujących napięcie na odbiorze, a zwieranych w razie zaniku napięcia w sieci.

W systemach pracy równoległej rozróżnia się system pełnego pokrywania obciążenia przez prostowniki oraz system pokrywania obciążenia szczytowego częściowo przez prostowniki, częściowo zaś przez baterię.

Pierwszy z tych systemów<sup>x)</sup> daje gwarancję utrzymania baterii w stanie pełnego naładowania, a zatem zapewnia zasilanie centrali w razie zaniku napięcia w sieci na czas zależny od pojemności baterii i poboru prądu, czego nie gwarantuje system częściowego wyładowywania baterii w normalnych warunkach.

Inna grupa systemów polega na zasilaniu centrali stale z prostowników, jednak przy wyłączonej w tym czasie baterii, która jest utrzymywana w stanie naładowanym za

---

<sup>x)</sup> Według terminologii przyjętej w Polsce zwany systemem buforowym.

pomocą dodatkowego prostownika i przejmuje zasilanie tylko w razie zaniku napięcia w sieci. System ten może być rozwiązany jako buforowo-różnicowy albo buforowy z od-  
czepem. W obydwu przypadkach stałe doładowywanie baterii (tzw. konserwujące) zapewniają dwa szeregowo ze sobą połączone prostowniki: główny i dodatkowy.

Niedogodnością systemów, w których bateria jest odłączona od odbioru podczas pracy prostowników, jest to, że w czasie przełączania zasilania na baterię istnieje stan przejściowego obniżenia się napięcia, niekiedy nawet o 30%. Zaletą natomiast jest utrzymanie baterii w stanie pełnego naładowania oraz możliwość jej ładowania bez podwyższania napięcia na odbiorze.

W poprzednio opisanych systemach zasilania, w razie zaniku napięcia w sieci nieuniknione jest stopniowe obniżanie się napięcia w miarę wyładowywania baterii. Dla skompensowania tego spadku napięcia stosuje się dwa rozwiązania, a mianowicie: ogniwa dodatkowe włączone w szereg z główną częścią baterii albo przetwornicę maszynową lub półprzewodnikową zasilaną z baterii i wytwarzającą napięcie dodawane do napięcia baterii. Zastosowanie kompensatora pozwala na lepsze wykorzystanie pojemności baterii w czasie przerwy w dostawie energii z sieci.

#### Czas rezerwy bateryjnej

Dla określenia pojemności baterii jest konieczne ustalenie czasu rezerwy bateryjnej w danych warunkach. Czas ten uzależnia się od przyjętego systemu zasilania

oraz od posiadania rezerwowego źródła energii elektrycznej w postaci zespołu spalinowo-elektrycznego, zainstalowanego na stałe przy centrali, lub przewoźnego, dostarczanego w razie potrzeby.

Zalecane czasy rezerwy bateryjnej: od 3 godz. w przypadku systemu buforowego i posiadania stałego zespołu spalinowo-elektrycznego do 8 godz. jeśli przewiduje się dostarczenie zespołu przewoźnego, oraz 20 godz., gdy nie jest przewidziany zespół spalinowo-elektryczny.

### PROSTOWNIKI

Obecnie jako źródło prądu stosuje się wyłącznie prostowniki półprzewodnikowe, przy czym do niedawna przeważały prostowniki selenowe, stopniowo teraz wypierane przez krzemowe. Prostowniki o niewielkich mocach, rzędu 1 kW, są konstruowane jako jednofazowe, a większe - jako trójfazowe. Poważnym zagadnieniem jest, zwłaszcza z punktu widzenia zasilania urządzeń telekomunikacyjnych, ograniczenie składowej zmiennej napięcia wyprostowanego do wartości dopuszczalnej dla uniknięcia zakłóceń (szumów), których źródłem mogą być prostowniki, nawet pracujące równolegle z baterią.

Konieczne jest zatem zastosowanie w prostownikach filtrów redukujących składową zmienną do wartości dopuszczalnych, podanych w tablicy na str. 10.

Istotną sprawą jest utrzymanie napięcia prostownika na poziomie stabilizowanym, niezależnie od napięcia sieci i obciążenia. Stabilizację napięcia osiąga się różny-

Napięcie pracy	Składowa zmienna	
	Wartość skuteczna	Wartość psfometryczna
24 V	200 mV	1 mV
48 V	600 mV	2 mV
50 V	600 mV	2 mV
60 V	600 mV	2 mV

mi sposobami, z których najczęściej stosowany polega na zastosowaniu transduktorów (wzmacniaczy magnetycznych) sterowanych za pomocą układów tranzystorowych.

Nowe rozwiązania polegają na zastosowaniu tyrystorów, tj. diod krzemowych sterowanych impulsowo. Regulację napięcia osiąga się przez zmianę momentu przewodzenia tyrystora w czasie każdego okresu tak, aby uzyskać pożądaną amplitudę. Prostowniki tyrystorowe wyróżniają się małym ciężarem i wymiarami oraz, dużą sprawnością.

#### BATERIE AKUMULATORÓW

W celu zapewnienia ciągłości zasilania na wypadek przerwy w dostawie energii z sieci stosuje się baterie akumulatorów.

Najwięcej rozpowszechnione są akumulatory ołowiowe z elektrolitem rozcieńczonym kwasem siarkowym o gęstości 1,2 - 1,28. Stacyjne akumulatory mają płyty dodatnie wielkopowierzchniowe, a ujemne - pudełkowe. Są to zazwyczaj akumulatory typu otwartego w naczyniach szkla-



nych, ebonitowych, kamionkowych lub plastikowych. Ostatnio wchodzi w życie akumulatory o płytach dodatnich, zwanych pancernymi, składające się z rurek z tkaniny ze sztucznego tworzywa, wypełnionych masą czynną. Akumulatory z płytami "pancernymi" są zwykle budowane jako zamknięte w szczelnych naczyniach zaopatrzonych w korki przepuszczające gazy wydzielane podczas ładowania, lecz zatrzymujące (strącające) rozpylone cząsteczki elektrolitu. Akumulatory takie nie wymagają więc instalowania w specjalnych pomieszczeniach oraz są mniej kłopotliwe w konserwacji.

Akumulatory kwasowe dla utrzymania w stanie pełnego naładowania powinny pracować buforowo przy napięciu wynoszącym 2,2 V na każde ogniwo. Napięcie podczas ładowania stopniowo wzrasta do 2,4 V na ogniwo, przy czym występuje intensywne gazowanie. Przy pierwszym ładowaniu napięcie przy zmniejszonym prądzie podwyższa się do 2,65 - 2,75 V na ogniwo.

Innym rodzajem akumulatorów są niklowo-kadmowe (NiCd) i niklowo-żelazowe (NiFe), w których elektrolitem jest wodorotlenek potasu. Dane techniczne tych akumulatorów, ogólnie zwanych zasadowymi, przedstawia tablica na stronie 12.

W porównaniu do akumulatorów kwasowych (ołowiowych), akumulatory zasadowe charakteryzują się znacznie większą różnicą między napięciem podczas ładowania a napięciem podczas wyładowania (rys. 2). Natomiast są lżejsze, mniej wrażliwe na przeładowanie i niedoładowanie oraz lepiej zachowują się w niskich temperaturach niż akumu-

Rodzaj	Napięcie ładowania V/ogn	Napięcie do- ładowywania konserwują- cego V/ogn	Napięcie wyłado- wania V/ogn
Niklowo-kadmowe	1,35-1,70	1,38-1,40	1,2
Niklowo-żelazowe	1,6 -1,85	1,35-1,45	1,2

latory kwasowe. Zastosowanie ich korzystne jest w urządzeniach przewodzących.

Akumulatory powinny być instalowane w pomieszczeniach mających dobrą wentylację, zapewniającą rozrzedzenie wodoru do 3,8% w stosunku objętościowym do mieszaniny z powietrzem. Akumulatory ołowiowe otwarte lub zamknięte, lecz nie zaopatrzone w korki zatrzymujące elektrolit, muszą być instalowane w osobnych pomieszczeniach, mających posadzkę kwasoodporną oraz ściany i sufit pomalowane farbą kwasoodporną.

Trwałość akumulatorów zależy od ścisłego przestrzegania instrukcji konserwacji wydanej przez wytwórcę. Dotyczy to w szczególności utrzymania w przepisanych granicach napięcia i gęstości elektrolitu w poszczególnych ogniwach, co powinno być jak najczęściej sprawdzane. Nie należy też dopuszczać do zanieczyszczenia elektrolitu metalami i innymi obcymi ciałami. Do uzupełnienia elektrolitu należy stosować tylko wodę destylowaną.

## ZAPASOWE ŹRÓDŁA ENERGII

Ze względu na możliwość przerw w dostawie energii elektrycznej z sieci oraz ograniczoną rezerwę bateryjną (pojemność baterii akumulatorów), ciągłość zasilania może być zagwarantowana tylko przez zapasowe źródło energii, którym jest zazwyczaj zespół spalinowo-elektryczny. Zespół taki składa się z silnika spalinowego sprzęgniętego z prądnicą (generatorem) prądu przemiennego o identycznych parametrach jak sieć elektroenergetyczna.

W zespołach o mocy do 10 kVA stosuje się silniki niskoprężne (gaźnikowe), a powyżej tej mocy silniki wysokoprężne (dieslowskie). Ponieważ koszt zapasowych źródeł energii jest stosunkowo duży, niektóre z administracji instalują zespoły spalinowo-elektryczne tylko w centralach międzymiastowych, a dla innych central stosują przewoźne zespoły, zlokalizowane w wybranych punktach w pobliżu zgrupowania central miejskich. Centrale nie mające własnych, stałych zespołów spalinowo-elektrycznych muszą mieć odpowiednio większą rezerwę bateryjną.

Moc zespołów spalinowo-elektrycznych powinna być odparta na zapotrzebowaniu prądu przez daną centralę w godzinie największego ruchu przy uwzględnieniu również innych niezbędnych potrzeb, a także zamierzonej rozbudowy końcowej obiektu. Oczywiście należy brać pod uwagę sprawność zasilanych urządzeń (prostowników itp.). Ważną sprawą jest chłodzenie silnika, które powinno być niezależne od lokalnej sieci wodociągowej. W zależności od mocy

silnika, stosuje się chłodzenie: powietrzem, wodą przepływową lub wodą w obiegu zamkniętym (z dopływem lub bez dopływu wody świeżej). Chłodzenie wodą przepływową jest zalecane w silnikach zespołów o mocy powyżej 500 kVA, jednak wymaga posiadania niezależnego źródła wody.

W przypadku silników średnich mocy właściwe jest zastosowanie chłodzenia w obiegu zamkniętym.

Przy instalowaniu zespołów spalinowo-elektrycznych, duża uwaga musi być zwrócona na fundament absorbujący drgania, tak aby nie przenosiły się one do innych pomieszczeń oraz aby hałas nie był odczuwalny poza maszynownią.

Zespoły spalinowo-elektryczne powinny być utrzymywane w stałej gotowości do pracy o każdym czasie. Zapas paliwa powinien być regularnie sprawdzany i zapisywany. Do przechowywania paliwa celowe jest użycie jednego zbiornika z zapasem dziennym i drugiego z zapasem miesięcznym lub nawet większym. Sprawdzanie rozruchu i ciągłości pracy zespołu powinno być dokonywane pod obciążeniem w ciągu 3-8 godzin w miesiącu.

#### ŹRÓDŁA PRĄDÓW DZWONIENIA, SYGNAŁÓW AKUSTYCZNYCH I IMPULSÓW ZALICZAJĄCYCH

Źródłem prądu dzwonienia o częstotliwości od  $16 \frac{2}{3}$  do 50 Hz (najczęściej 25 Hz) są w centralach telefonicznych zwykle maszynowe przetwornice jednotwornikowe zasilane prądem stałym z baterii centrali. Maszyny te, zwane maszynami sygnałowymi, wytwarzają też napięcie o

częstotliwości sygnałów akustycznych, których dane (częstotliwość i rytmy) są zawarte w Zaleceniach Q 35 CCITT (tom VI Księgi Błękitnej). Sygnały akustyczne są wysyłane impulsami za pośrednictwem garbów umieszczonych na wale impulsatora napędzanego przez silnik przetwornicy.

W centralach miejskich instaluje się dwie maszyny sygnałowe, z których jedna jest zapasowa, uruchamiana i włączana samoczynnie w razie uszkodzenia maszyny roboczej.

Prądy dzwonienia i sygnałów akustycznych mogą być też wytwarzane za pomocą generatorów elektronicznych, podczas gdy impulsy są mechanicznie wysyłane za pomocą impulsatora napędzanego silnikiem.

Do obliczania mocy źródła prądu dzwonienia i sygnałów akustycznych jest pomocny wykres podany na rys. 3.

Rysunek ten przedstawia zapotrzebowanie mocy maszyn sygnałowych w zależności od liczby rozmów w godzinie największego ruchu. Krzywa przeciętnych wartości została wykreślona na podstawie pomiarów wykonanych przez administrację W. Brytanii (oznaczenie DPO) i NRF (oznaczenie DBP). Dokładne obliczenie niezbędnej mocy maszyn sygnałowych jest bardzo trudne. Podana krzywa może ułatwić dobór odpowiednich urządzeń.

W dużych centralach (powyżej 10 000 łączy abonenckich) zaleca się grupowanie w osobnych pomieszczeniach, źródeł prądu dzwonienia i sygnałów akustycznych.

Generatory impulsów zaliczających nie wytwarzają napięć, lecz sterują wysyłaniem impulsów dodatnich lub ujemnych do liczników opłat za wykonane przez centrale

połączenia w zależności od czasu trwania i strefy (odległości).

Bardzo istotną sprawą jest dokładność działania i uniknięcie zniekształceń wysyłanych impulsów.

Przykład nadawania impulsów zaliczających

Strefa	1	2	3	4	5	6	itd.
Czas trwania impulsu w s	30	15	10	7,5	6	5	itd.

#### PRZEWODY W INSTALACJACH ZASILAJĄCYCH

Urządzenia zasilające powinny być tak rozmieszczone, aby przewody łączące je z urządzeniami zasilanymi były możliwie najkrótsze, oczywiście nie kosztem dostępności.

Przekroje przewodów prądu stałego oblicza się na spadek napięcia w linii zasilającej, przyjmując dopuszczalne wartości  $\Delta U$ , zgodnie z wytycznymi podanymi na początku niniejszego artykułu.

Metoda obliczania powinna być oparta na równomiernej gęstości prądu we wszystkich liniach zasilających, co gwarantuje optymalne wykorzystanie tych linii.

Gęstość prądu

$$D = \frac{\Delta U \cdot K}{l}$$

gdzie:

D - gęstość prądu  $\left(\frac{A}{mm^2}\right)$

$\Delta U$  - dopuszczalny spadek napięcia (V)

$K$  - przewodność właściwa materiału przewodów

$$\left(\frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2}\right)$$

$l$  - długość linii aż do ostatniego punktu połączeniowego (m).

Z obliczonej gęstości prądu i natężenia prądu w danym odcinku linii przekrój przewodu

$$Q = \frac{I}{D} (\text{mm}^2)$$

gdzie:

$Q$  - przekrój przewodu ( $\text{mm}^2$ )

$I$  - prąd (A).

Poza spadkiem napięcia należy wziąć pod uwagę nagrzewanie przewodów linii zasilającej, co w konsekwencji zmniejsza dopuszczalną obciążalność przewodów. Rys. 4 przedstawia krzywą normalnych obciążalności izolowanych przewodów miedzianych w temperaturze otoczenia  $25^{\circ}\text{C}$ , a rys. 5 zmniejszenie obciążalności w zależności od wzrostu temperatury otoczenia powyżej  $25^{\circ}\text{C}$  (100% = wartości przyjęte na rys. 4).

### Uziemienia

W urządzeniach telekomunikacyjnych bardzo istotne jest utrzymanie stałej wartości potencjału we wszystkich uziemionych punktach, czyli sprowadzenia ich do tzw. po-

tencjału ziemi. Różnice potencjałów powstające na wspólnej drodze przepływu różnych prądów są źródłem przesłuchów, zakłóceń i szumów.

Ogólnie biorąc, uziemienia w telekomunikacji powinny spełniać następujące zadania:

- zapewniać ochronę przed niebezpiecznymi napięciami mogącymi zagrozić personelowi obsługi i użytkownikom,
- zabezpieczać urządzenia przed pochodzącymi z zewnątrz niebezpiecznymi napięciami,
- nie dopuszczać do przedostawania się na zewnątrz (np. do sieci) zakłóceń elektrycznych wytwarzanych przez urządzenia zasilające,
- ograniczać przesłuchy i szумы w obwodach telekomunikacyjnych,
- zapewniać połączenie przez ziemię dla współziemnych torów telekomunikacyjnych (obecnie coraz rzadziej stosowanych).

Do osiągnięcia powyższych celów stosuje się uziemienie wszelkich metalowych części urządzeń, nie będących normalnie pod napięciem, jak: stojaków, kadłubów maszyn, pokryw, konstrukcji wsporczych itp., aby spowodować w razie zwarcia z tymi częściami dostatecznie duży prąd wystarczający do przepalenia bezpiecznika lub zadziałania wyłącznika nadmiarowego. Jest to uziemienie ochronne, które w przypadku urządzeń zasilanych z sieci energetycznej utożsamia się z zerowaniem.



Uziemienie jednego bieguna centralnej baterii (zwykle dodatniego) ma na celu zredukowanie przesłuchu spowodowanego wpływem prądów z jednego toru telefonicznego na inne za pośrednictwem otaczającej ziemi (powłoki metalowej kabla itp.). Jest to uziemienie robocze.

Poza tym uziemienie metalowych powłok lub ekranów kabli telekomunikacyjnych wpływa dodatnio na ochronę torów telekomunikacyjnych przed zakłóceniami na skutek oddziaływania sąsiadujących linii elektroenergetycznych.

Wreszcie uziemienie w obiekcie telekomunikacyjnym jest nieodłącznie związane z ochroną odgromową urządzeń stacyjnych.

Aczkolwiek badania wykazały, że dla utrzymania przesłuchu w centrali telefonicznej na poziomie zadowalającym wystarczy, aby opór uziemienia bieguna dodatniego źródła prądu (baterii) nie przekraczał  $20 \Omega$ , to jednak w większości krajów przyjęto następujące wartości graniczne oporu uziemienia:

- centrale do 500 linii (łączy) -  $7 \Omega$
- centrale do 2000 linii (łączy) -  $2 \Omega$
- centrale powyżej 2000 linii (łączy) -  $0,5 \Omega$ .

Najważniejsze jest jednak z punktu widzenia tak uziemienia roboczego jak i ochronnego, aby wszystkie części urządzeń, podlegające uziemieniu oraz wszystkie znajdujące się w obiekcie przedmioty (instalacje, obudowy itp.) wykonane z materiałów przewodzących były sprowadzone do jednego potencjału; dotyczy to również ścian i posadzek, które, choć wykonane z materiałów nieprzewodzących, mo-

gą pod wpływem wilgoci stać się przewodzącymi. W takim przypadku połączone galwanicznie i uziemione powinno być zbrojenie sieci i stropów.

Powyższe względy, poparte doświadczeniami wielu krajów, przemawiają za stosowaniem zamkniętego, wspólnego układu uziemiającego roboczego i ochronnego. Układ ten składa się z pierścienia uziemiającego zainstalowanego w dolnej kondygnacji budynku obiektu telekomunikacyjnego i połączonego z różnymi metalowymi częściami urządzeń i instalacji, które mają potencjał ziemi. Są to mianowicie:

- konstrukcja stalowa lub zbrojenie żelbetowe budynku,
- metalowe powłoki kabli,
- rury wodociągowe, gazowe, centralnego ogrzewania,
- przewód zerowy sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia przy wprowadzeniu do budynku.

Do pierścienia uziemiającego dołącza się też uziom lub uziomy sztuczne, zwłaszcza jeśli uziom utworzony z metalowych powłok kabli, rur wodociągowych itp. nie zapewnia dostatecznie małego oporu uziemienia.

Pierścień uziemiający łączy się również z niezależną siecią odgromową budynku.

Wszystkie uziemienia robocze i ochronne urządzeń telekomunikacyjnych i elektroenergetycznych, a zatem podlegające uziemieniu bieguny źródeł prądu stałego, ekrany, obudowy maszyn i urządzeń itp. powinny być trwale połączone z siecią uziemiającą, tj. z pierścieniem uziemiającym. Przekrój przewodu, z którego jest wykona-

ny pierścien oraz pozostałych przewodów uziemiających powinien zapewniać prawidłowe działanie zabezpieczeń zwarciovych oraz powodować możliwie jak najmniejszy spadek napięcia w przypadku prądów wyrównawczych lub prądów zasilających.

### ODBIÓR URZĄDZEŃ ZASILAJĄCYCH

Podczas odbioru urządzeń zasilających przeprowadza się próby i badania poszczególnych urządzeń i zespołów urządzeń w celu stwierdzenia właściwego działania siłowni, zgodnego z odpowiednimi przepisami. Poza tym powinna być sprawdzana współpraca urządzeń w warunkach eksploatacyjnych. Jest wskazane, aby przepisy odbioru były opracowane wspólnie przez użytkownika i wytwórcę. Przepisy te powinny obejmować następujące badania:

#### Próby i badania prostowników:

Sprawdzenie prostowników pod względem ilościowym i jakościowym.

Sprawdzenie przewodowania i okablowania oraz łączników, zabezpieczeń itp. przez wykonanie czynności łączeniowych.

Obciążenie próbne w różnych warunkach ( $1/4$ ,  $1/2$ ,  $3/4$  i  $1/1$  znamionowego oraz przeciążenie) oraz przy zmianie napięcia sieci i częstotliwości, w miarę możliwości.

Należy sprawdzić następujące parametry: napięcie (na odbiorze, ładowania itp.), sprawność, współczynnik mocy, skuteczność ograniczenia, krzywe temperatury elemen-

tów prostowniczych wewnątrz obudowy i w pomieszczeniu prostowników.

Sprawdzenie urządzeń regulacyjnych na dokładność i szybkość regulacji w stanie nagrzanym i zimnym prostownika.

Sprawdzenie układów pomiarowych, sygnalizacyjnych, kontrolnych i sterujących na skuteczność i dokładność.

Zalecane są też następujące pomiary: spadku napięcia, napięcia szumów, składowej zmiennej, oporu izolacji, oporu styków, oporu uziemienia, zakłóceń akustycznych, skuteczności filtracji itd.

Sprawdzenie dokumentacji: schematów zasadniczych i montażowych, rysunków konstrukcyjnych, opisów, instrukcji obsługi - odnośnie ich kompletności i przydatności.

#### Próby i badania baterii akumulatorów:

Sprawdzenie akumulatorów i ich połączeń pod względem ilościowym i jakościowym.

Sprawdzenie poziomu i gęstości elektrolitu w każdym ogniwie.

Sprawdzenie napięcia całej baterii i w poszczególnych ogniwach, pojemności oraz sprawności pojemnościowej i energetycznej, spadku napięcia przy obciążeniu itp.

Sprawdzenie zabezpieczeń, pomiar oporu izolacji.

Sprawdzenie dokumentacji oraz wyposażenia pomocniczego.

### Próby i badania maszyn sygnałowych i generatorów impulsów zaliczających

Oględziny konstrukcji, montażu i okablowania.

Sprawdzenie funkcjonalne przełączania na rezerwową maszynę, ze zwróceniem uwagi na czas przełączania. Sprawdzenie przełączania generatora impulsów licznikowych z dziennej na nocną taryfę.

Pomiary napięć i częstotliwości prądów dzwonienia i sygnałów akustycznych.

Sprawdzenie układów sterujących.

Sprawdzenie dokumentacji.

### Próby i badania rezerwowych źródeł energii (zespołów spalinowo-elektrycznych)

Oględziny silnika, generatora, urządzeń kontrolnych i wyposażenia pomocniczego oraz instalacji elektrycznej, paliwowej, chłodzenia itp.

Sprawdzenie działania wszystkich urządzeń i przyrządów, jak: silnika, generatora, rozrusznika, pomp, sprzęgieł, łączników i regulatorów.

Próby pod obciążeniem  $1/4$ ,  $1/2$ ,  $3/4$  i  $1/1$  mocy znamionowej, jak również próby przeciążenia.

Podczas prób należy ustalić: napięcie, częstotliwość, moc, współczynnik mocy, sprawność, zużycie paliwa, temperaturę itp.

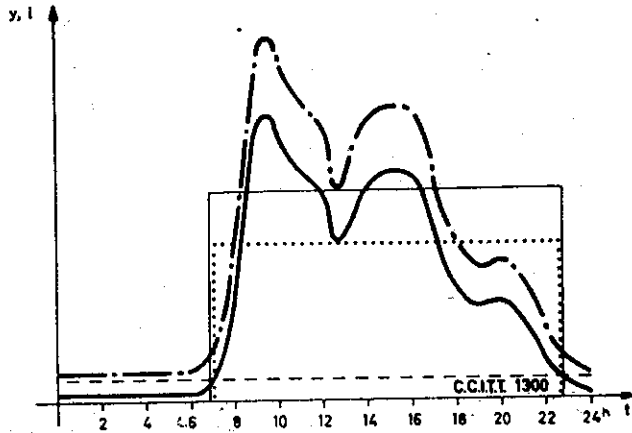
Sprawdzenie rozruchu i przełączania zasilania na źródło rezerwowe zarówno w stanie zimnym, jak i nagrzanym. Czas przełączenia i zmiany napięcia, częstotliwości i obciążenia.

Sprawdzenie skuteczności układów kontroli, sygnalizacji i regulacji.

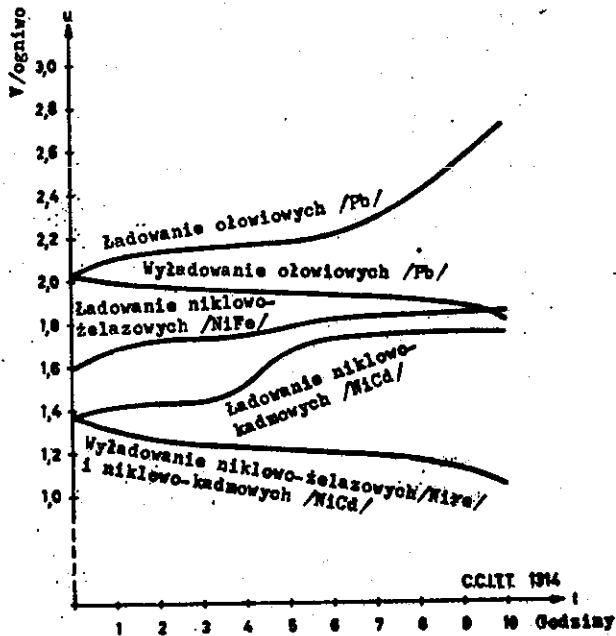
Zbadanie, czy zbiornik paliwa i jego lokalizacja odpowiadają obowiązującym przepisom.

Należy wykonać pomiary: oporu izolacji, uziemienia, spadku napięcia, drgań, hałaśliwości itp.

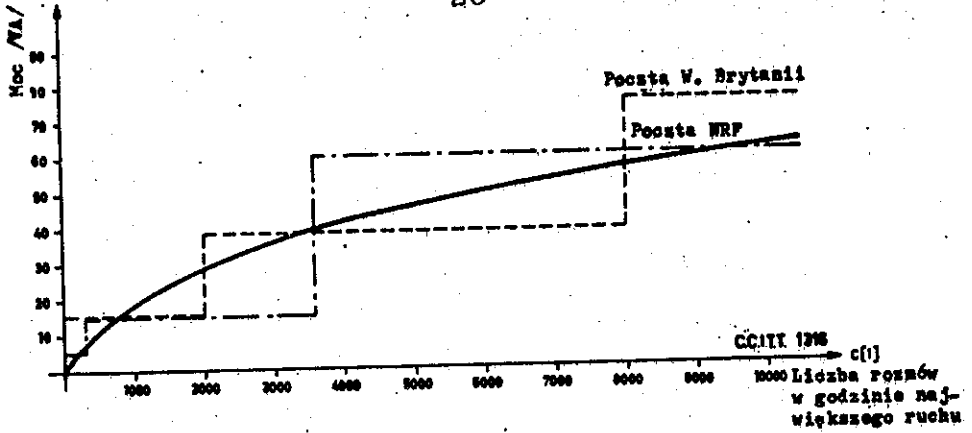
Próby i badania całości siłowni powinny być przede wszystkim oparte na badaniach poszczególnych jej części składowych, a ponadto zaleca się sprawdzenie okablowania wraz z pomiarami oporu izolacji, oporu złącza, spadku napięcia, szumów, jak również zbadanie prawidłowości współpracy wszystkich zespołów i układów regulacji oraz kontroli.



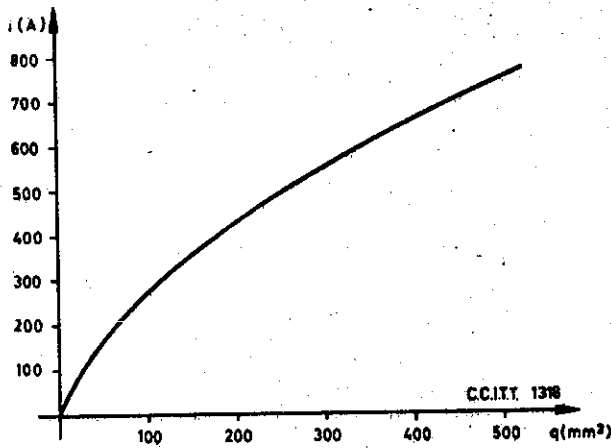
Rys. 1. Charakterystyka ruchu i poboru prądu centrali miejscowej  
 ——— - całkowity pobór prądu      ——— natężenie ruchu  
 ..... - średnie natężenie ruchu      - - - - stały pobór prądu  
 ——— średni pobór prądu



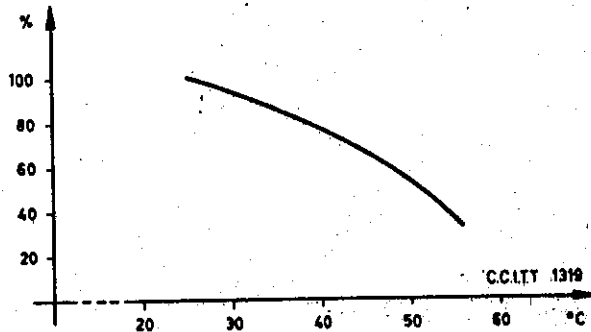
Rys. 2. Krzywe ładowania i wyladowania akumulatorów ołowiowych (kwasowych) i niklo-żelazowych oraz niklo-kadmowych (zasadowych)



Rys. 3. Typowe wartości poboru mocy prądu dzwonienia i sygnałów akustycznych w funkcji liczby rozmów w godzinie największego ruchu



Rys. 4. Normalna obciążalność izolowanych przewodów miedzianych w temperaturze otoczenia 25°C



Rys. 5. Zmniejszenie obciążalności izolowanych przewodów miedzianych w zależności od wzrostu temperatury otoczenia powyżej 25°C



## ZASILANIE URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACJI W NRD OBECNIE I W PRZYSZŁOŚCI

Opracował H. Naimski na podstawie artyku-  
łu Thurm R.: Die künftige Stromversorgungs-  
technik im Fernmeldewesen der Deutsche Post.  
Mitt. IPF 1969 nr 1, s. 8-10.

### WSTĘP

Zasilanie urządzeń telekomunikacyjnych jest dostosowane do wymagań stawianych przez te urządzenia, a zatem wprowadzenie choćby częściowych zmian w urządzeniach telekomunikacyjnych musi pociągać za sobą zmiany w systemie zasilania.

Zachodzi to obecnie skutkiem tranzystoryzacji urządzeń telekomunikacyjnych, a przede wszystkim - teletransmisyjnych.

Dotychczasowy system polega głównie na bezpośrednim zasilaniu urządzeń teletransmisyjnych (tranzystorowych) napięciem stałym 20 V, centralnie stabilizowanym. Urządzenie to, składające się z prostowników stabilizowanych pracujących równolegle z baterią akumulatorów, zapewnia pobór prądu do 100 A. Stabilizacja napięcia baterii odbywa się za pomocą diod w obwodzie odbioru, które samoczynnie są zwierane w miarę wyladowywania się akumulatorów po zaniku napięcia w sieci.

Wadą takiego rozwiązania jest trudność utrzymania jednakowego napięcia na zaciskach wszystkich urządzeń

zasilanych z powodu spadku napięcia uzależnionego od odległości tych urządzeń od źródła prądu (prostowników i baterii). Przy tak niskim napięciu jak 20 V, fakt ten zmusza do zastosowania dużych stosunkowo przekrojów przewodów. W obiektach wyposażonych w dużą liczbę urządzeń, których pobór prądu może osiągnąć znaczną wartość, trudności w rozprowadzeniu zasilania potęgują się.

Kierunki, w jakich powinno iść rozwiązanie wynikają z podstawowych wymagań stawianych przez tranzystorowe urządzenia teletransmisyjne, a mianowicie:

- a) odbiory muszą być zasilane bezprzerwowo,
- b) tolerancje napięcia powinny być ściśle przestrzegane,
- c) dla zagwarantowania właściwej jakości usług telekomunikacyjnych konieczne jest posiadanie głównego źródła zasilania o dużej niezawodności,
- d) unikać należy stosowania w głównym źródle zróżnicowanych napięć,
- e) konieczne jest posiadanie rezerwowych źródeł prądu oraz rezerwowego źródła energii na wypadek przerw w dostawie energii z sieci,
- f) koszty eksploatacji powinny być niskie,
- g) pożądane jest, aby główne źródło prądu miało wszechstronne zastosowanie.

Wymaganie (a) jest spełnione dzięki zastosowaniu baterii akumulatorów, natomiast wymaganie (b) może być zapewnione przez odpowiednie podwyższenie napięcia źródła zasilającego dla skompensowania spadków napięcia w

przewodach oraz za pomocą regulacji napięcia w punktach odbioru, a zatem przez decentralizację regulacji.

Niezawodność (c) osiąga się przez stosowanie elementów o wysokiej jakości, unikanie części ruchomych i zapewnienie łatwej i szybkiej wymiany części wadliwych.

Wymagania (d) i (e) oraz (g) rozpatrywać należałoby łącznie, biorąc przy tym pod uwagę istniejące podstawowe napięcia stałe 60 V i 220 V oraz napięcie przemienne jednofazowe 220 V i trójfazowe 220/380 V.

Wreszcie wymaganie (f) będzie zaspokojone, jeśli potrzeba obsługi urządzeń zasilających będzie ograniczona do minimum, a uszkodzenia będą usuwane przez wyspecjalizowane grupy robocze.

Opierając się na powyższych przesłankach, należy przyjąć, że źródłem energii powinna być sieć elektroenergetyczna, a w razie zaniku napięcia w sieci zasilanie przejmie bateria akumulatorów. Wybór napięcia stałego, traktowanego jako podstawowe, należy ograniczyć do 60 V, odrzucając napięcie 20 V ze względów omówionych wyżej. Również napięcie 220 V prądu stałego trzeba pominąć, gdyż urządzenia telekomunikacyjne zasilane tym napięciem nie mają perspektywy rozwoju. Ponieważ jednak w nowoczesnych urządzeniach telekomunikacyjnych potrzebnych jest niekiedy kilka różnych napięć, zachodzi konieczność przekształcenia podstawowego napięcia stałego 60 V na inne, żądane napięcia za pomocą przetwornic.

Rysunek 1 przedstawia blokowo trzy sposoby rozwiąza-

---

x) Rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

nia takiego systemu zasilania, a mianowicie: przetwarzanie centralne (a), grupowe - docentralne (b) oraz całkowicie indywidualne - decentralne (c). Centralne przetwarzanie ma oczywiście wady, wynikające ze spadków napięcia w przewodach oraz ma wątpliwą niezawodność. Pierwszeństwo należy więc oddać decentralizacji przetwarzania.

Zasady przetwarzania napięcia stałego na napięciu stałym o innej wartości przedstawia rys. 2, w którego części (a) przetwarzanie polega na impulsowym przerywaniu obwodów ("siekanie") do uzyskania średniej wartości na wyjściu filtru, mniejszej od wartości napięcia wyjściowego. Rozwiązanie to staje się nieekonomiczne, gdy stosunek między napięciem wejściowym a wyjściowym jest większy niż 3:1, ponieważ przerwy między impulsami są wtedy za duże, co zmusza do zastosowania kosztownego filtru wygładzającego. Nadaje się jednak do przetwarzania napięcia 60 V na napięcie 20 V, które po wygładzeniu i stabilizacji służy do bezpośredniego zasilania urządzeń teletransmisyjnych.

Należy zwrócić uwagę, że wejście i wyjście są galwanicznie sprzężone w takim układzie, a zatem biegunowość przy przetwarzaniu nie może się zmienić. Sposób ten nie może być więc zastosowany w przypadku, gdy napięcie wyjściowe ma być wyższe od wejściowego, lub gdy ma być zmieniona jego polaryzacja (biegunowość) w stosunku do ziemi.

W takich przypadkach musi być zastosowany układ przedstawiony na rys. 2b), w którym występuje pośredni sto-

pień przetwarzania prądu stałego na przemienny, a następnie znów - na stały. Jest to rozwiązanie droższe od poprzednio opisanego. Może być jednak zmodyfikowane przez wydzielenie z przetwornicy końcowego stopnia prostowania i filtrowania (oraz stabilizacji) do zasilacza umieszczonego w urządzeniu zasilanym. Spółób ten został przyjęty w NRD jako najodpowiedniejszy.

Odmiana tego sposobu polega na doprowadzeniu do prostownika w indywidualnym zasilaczu napięcia z sieci stabilizowanego w żądanych granicach oraz zapewnieniu rezerwowego źródła w postaci przetwornicy, zasilanej z baterii. W razie zaniku napięcia w sieci następuje bezprzerwowe przełączenie z sieci na przetwornicę. Podczas takiego przełączania zachodzi jednak obawa przepięć, co wymaga dodatkowych zabezpieczeń. Przetwornica, zapewniająca gwarantowane zasilanie prądem przemiennym, pracuje przy napięciu wejściowym od 51 do 72 V, a jej napięcie wyjściowe wynosi  $220\text{ V} \pm 1\%$  o zawartości harmonicznych 5% oraz częstotliwości  $50\text{ Hz} \pm 1\%$ . Moc przetwornicy wynosi 3,3 kVA. W celu uzyskania większej niezawodności są stosowane dwie równolegle pracujące przetwornice, normalnie obciążone najwyżej  $1/2$  mocy znamionowej. W razie uszkodzenia jednej z nich, druga przejmuje całe obciążenie.

Blokowy układ takiego rozwiązania przedstawia rys. 3.

Zastosowane w tym przypadku prostowniki, zapewniające stabilizowane napięcie 20 V przy maksymalnym obciążeniu 20 A, są umieszczone w szafach telefonii nośnej TF.

Podstawowe źródło prądu stałego, składające się z jed-

nego lub kilku prostowników i baterii, może również zasilac na przyklad centralę telefoniczną napięciem 60 V poprzez diody (przeciwoogniwa) zabezpieczające przed przekroczeniem górnej wartości napięcia (66 V), co może wystąpić podczas intensywnego ładowania baterii.

Nie przewiduje się w zasadzie równoległej pracy więcej niż dwóch przetwornic. Jeśli moc 3,3 kVA będzie niewystarczająca, przewiduje się zainstalowanie dwóch lub więcej zespołów przetwornic, korzystających ze wspólnego źródła podstawowego (60 V), lecz zasilających osobne sieci.

#### ZASTOSOWANIE

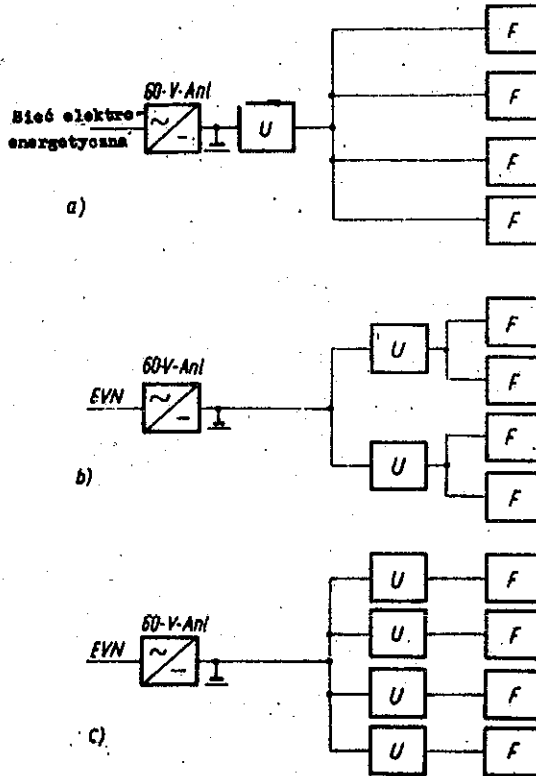
Urządzenia zasilające gwarantowanego prądu przemiennego przeznaczone są dla istniejących, obecnych systemów urządzeń teletransmisyjnych, które przejściowo są niekiedy zasilane wprost z sieci.

Napięcie 60 V prądu stałego będzie jedynym podstawowym napięciem dla urządzeń przystosowanym do zasilania prądem stałym.

#### WYKAZ LITERATURY

1. Germann F.: Wechselrichter mit Thyristoren für unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen und für Notstromanlagen. AEG Mitt. 1964 t. 54 nr 3/4, s.171-174.
2. Heinze W.: Neue Wege zum Erreichen grösstmöglicher Zuverlässigkeit bei Verwendung elektronischer Bauelemente. Nachrichtentechnik 1966 t. 16 nr 2, s. 2-83.

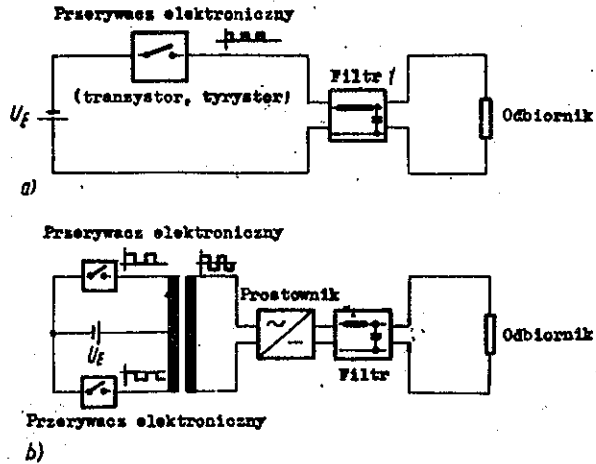
3. Hiller G.: Abschätzung der Zuverlässigkeit elektronischer Geräte. Fernmelde Prakt. 1966 t. 6 nr 4, s. 2-83.
4. Hummitzsch P.: Zuverlässigkeit von Systemen. Reihe Automatisierungstechnik. T. 28. Berlin, Verlag Technik 1965.
5. Krakowski N.: Die Stromversorgung der Fernmeldeeinrichtungen bei der DBP. Z. Post-u. Fernmeldewes. 1966 t. 18 nr 18, s. 667-671.
6. Locher F.: Übersicht und allgemeine Anforderungen an Energieversorgungsanlagen der elektrischen Nachrichtentechnik. Bull. SEV 1961 t. 52 nr 25, s. 1007.
7. Schatteiner H.: Statische Wechselrichter mit Thyristoren. SEL-Nachr. 1956 t. 13 nr 3, s. 161.
8. Schauer U.: Zuverlässigkeit reparierbarer Systeme. Der VEM-Anlagenbau 1967 t. 3 nr 3, s. 99-106.
9. Schweitzer H.: Einführung in die Fernmeldestromversorgungstechnik der DBP. Unterrichtsbl. dtsh. Bundespost (b) 1966 t. 19 nr 1, s. 3-15; nr 6, s. 131-142 i 1967 t. 20 nr 2, s. 41-51.



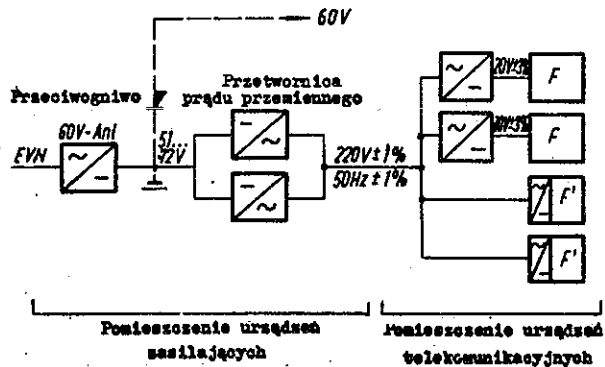
Rys. 1. Systemy zasilania z przetwornicami napięcia: a) centralny, b) decentralny, c) decentralny powiązany z poszczególnymi urządzeniami telekomunikacyjnymi

U - przetwornica napięcia, F - urządzenie telekomunikacyjne





Rys. 2. Zasada działania przetwornic prądu stałego: a) przerywnika, b) z pośrednią przemianą prądem przemiennym



Rys. 3. Zasilania prądem przemiennym

F (F') - urządzenie teletransmisyjne bez wbudowanego prostownika (z prostownikiem)

SYSTEMY ZASILANIA  
STOSOWANE PRZEZ FIRME L.M. ERICSSON  
W URZĄDZENIACH TELEKOMUNIKACYJNYCH

Opracował H. Naimski na podstawie artykułów:

1. Ljungblom A.: L.M. Ericsson power supply systems for telecommunication equipments. Ericsson Rev. 1968 t. 45 nr 4, s. 142-162.
2. Wolpert T.: L.M. Ericsson's thyristor-controlled rectifiers for power supplies. Ericsson Rev. 1969 t. 46 nr 3, s. 84-101
3. Ekelund F.: L.M. Ericsson's booster converters for power supply. Ericsson Rev. 1970 t. 47 nr 1, s. 16-27.

GŁÓWNE ZASADY

Rozwój nowych urządzeń zasilających stosowanych w telekomunikacji jest głównie skierowany na centrale telefoniczne, które obecnie stawiają wyższe niż dawniej wymagania pod względem zasilania.

Jednym z celów do osiągnięcia przy opracowywaniu nowych urządzeń jest możliwość jak największa elastyczność, tak aby urządzenia zasilające mogły być budowane w różnych wymiarach i o różnych systemach przy użyciu jednostek stypizowanych. Pozwoli to na zastosowanie urządzeń zasilających do różnych urządzeń telekomunikacyjnych, jak na przykład central telefonicznych, central telegraficznych, central abonenckich i urządzeń teletransmisyjnych. Urządzenia zasilające oparte na nowych zasadach mogą być

budowane na prądy od kilku do wielu tysięcy amperów.

Typowa konstrukcja mechaniczna ma też zalety w przypadku urządzeń kombinowanych, o kilku napięciach i dodatkowych aparatach, pozwalając zachować estetyczny wygląd. Typizacja ma oczywiście też duże zalety z punktu widzenia produkcji, badania, magazynowania, transportu i instalacji, jak również zaopatrzenia w części zapasowe.

### BATERIE AKUMULATORÓW

Baterie akumulatorów w praktyce zawsze wchodzi w skład urządzeń zasilających telekomunikacji, gdzie bezprzerwowe zasilanie ma istotne znaczenie.

Nowoczesny system polega na buforowej pracy baterii akumulatorów, która jest utrzymywana stale w stanie naładowanym i nie bierze udziału w zasilaniu urządzeń z wyjątkiem chwilowych obciążeń szczytowych.

Głównym zadaniem baterii jest zapewnienie niezbędnej do funkcjonowania urządzeń telekomunikacyjnych energii w razie zaniku napięcia w sieci. Poza tym bateria mająca bardzo małą impedancję redukuje przepięcia w stanach nieustalonych, niedopuszczalne w elektronicznych urządzeniach telekomunikacyjnych. Bateria również odgrywa dużą rolę w tłumieniu tętnień napięcia, pochodzących z prostowników i innych urządzeń oraz redukuje przesłuch w obwodach telefonicznych zasilanych z centralnej baterii.

Dla zachowania baterii w stanie naładowanym, konieczne jest utrzymanie jej napięcia podczas pracy buforowej w granicach 2,15-2,25 V na ogniwo, zwykle  $2,22 \text{ V} \pm 0,5$  -

- 1%, co zapewnia najlepsze warunki pracy akumulatorów ołowiowych, a tym samym przedłuża ich trwałość.

Jako najniższe napięcie wyładowania końcowego przyjęto 1,75 V na ogniwo, co odpowiada wyładowaniu dużym prądem (1-2 godzinnym).

Ładowanie odbywa się samoczynnie, przy czym osiąga się napięcie 2,35-2,4 V na ogniwo, zapewniając odpowiednio od 92 do 100% naładowanie w czasie 10 godzin ładowania (dane te odnoszą się do akumulatorów z płytami "pancernymi").

Poważne korzyści wynikają z wprowadzenia przez firmę L.M. Ericsson od 1955 r. akumulatorów ołowiowych typu zamkniętego z dodatnimi płytami, tzw. pancernymi. Akumulatory takie są produkowane w Szwecji przez f. A.B.Tudor oraz w innych krajach. Płyty pancerne charakteryzują się mniejszym ciężarem i objętością w porównaniu do płyt wielkopowierzchniowych, powszechnie do niedawna stosowanych.

Naczynia akumulatorów nowego typu są zamknięte i zaopatrzone w korki strącające rozpylone podczas ładowania drobiny elektrolitu, lecz przepuszczające swobodnie gazy (rys. 1)<sup>x)</sup>. Umożliwia to instalowanie akumulatorów w pomieszczeniach, w których znajdują się inne urządzenia, bez obawy szkodliwego oddziaływania kwasu siarkowego na części metalowe, posadzkę, ściany itp. Daje to duże oszczędności na powierzchni pomieszczeń, gdyż odpadają osobne akumulatornie. Poza tym parowanie wody w akumulator-

---

<sup>x)</sup> Rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

rach jest zmniejszone, co pozwala na rzadsze dolewanie wody do elektrolitu (2-3 razy w roku).

### SYSTEMY ZASILANIA OPARTE NA NOWYCH URZĄDZENIACH

Prosty system buforowy (rys. 2) polegający na równoległej pracy prostowników i baterii na obciążenie bez żadnych urządzeń obniżających napięcie podczas ładowania lub podwyższających podczas wyładowania.

System ten charakteryzuje się dużą różnicą napięcia zachodzącą między ładowaniem a wyładowaniem i z tego powodu zastosowanie jego jest ograniczone do urządzeń dopuszczających duże zmiany napięcia zasilającego. Na przykład centrale wiejskie zasilane napięciem znamionowym 48 V dopuszczają podwyższenie napięcia podczas ładowania baterii do 56 V przy 23 ogniwach. Jednakże przy wyładowaniu baterii napięcie w centrali nie powinno zmniejszyć się poniżej 44 V. Przy 1 V spadku napięcia w przewodach nie powinno napięcie zmniejszyć się poniżej 45 V. Odpowiada to 1,96 V na ogniwo, a zatem nie umożliwia całkowitego wykorzystania pojemności baterii.

Jednakże w niektórych przypadkach prosty system buforowy jest do przyjęcia, jak na przykład do zasilania urządzeń teletransmisyjnych (patrz Ericsson Review 1/1967 - Nowe urządzenia teletransmisyjne M4).

System z przetwornicą dodawczą jest nowym rozwiązaniem, którego blokowy schemat przedstawia rys. 3.

Prostownik (1), w uproszczeniu przedstawiony jako pojedynczy, w rzeczywistości jest zespołem kilku prosto-

wników samoczynnie włączanych w miarę zwiększania się obciążenia lub wyłączanych przy zmniejszaniu się jego.

Prostowniki o stabilizowanym napięciu utrzymują baterię (2) w stanie naładowanym. Przetwornica dodatkowa (3) podczas normalnej pracy prostowników nie jest czynna, prąd zasilający centralę przepływa jednak przez nią (poprzez zawór półprzewodnikowy). W razie przerwy w pracy prostowników, spowodowanej zanikiem napięcia sieci, zaczyna działać przetwornica, która pobierając prąd z baterii wytwarza napięcie stałe, wynoszące od 5-7 V w przypadku baterii złożonej z 23 ogniw, dodawane do napięcia baterii będącej w tym przypadku w stanie wyładowania.

W ten sposób napięcie zasilające na przykład centralę telefoniczną utrzymane jest na poziomie prawie niezmiennym mimo zaniku napięcia sieci i zmniejszonej liczby ogniw w baterii. Pozwala to też na głębokie wyładowanie baterii, aż do 1,75 V na ogniwo. Ładowanie baterii odbywa się samoczynnie po powrocie napięcia z sieci lub uruchomieniu rezerwowego źródła energii (zespołu spalinowo-elektrycznego). Samoczynne ładowanie baterii odbywa się też wtedy, gdy specjalny układ kontrolny wykáže niedostateczne naładowanie baterii. Jako końcowe napięcie ładowania przyjęto w tym systemie 2,35 V na ogniwo.

Siłownia wykonana według opisanego systemu nie ma żadnych przyrządów do ręcznego przełączania baterii, jest całkowicie zautomatyzowana, a zatem może pracować jako niedozorowana. Łatwo daje się rozbudowywać przez równoległe łączenie prostowników i przetwornic dodatkowych bez użycia żadnych tablic rozdzielczych.

Przetwornica dodawcza jest urządzeniem półprzewodnikowym, tyrystorowym, pracuje całkowicie samoczynnie.

Firma L.M. Ericsson stosuje przetwornice dodawcze o napięciu nieregulowanym, a tam gdzie chodzi o utrzymanie napięcia w bardzo wąskich granicach, przetwornice dodawcze o napięciu regulowanym na przykład w granicach od 0 do 8 V dla systemu o napięciu znamionowym 48 V. Szczegóły dotyczące przetwornic dodawczych są dalej opisane w rozdziale "Przetwornice dodawcze".

#### System z ogniwami dodatkowymi przedstawia rys. 4.

W systemie tym stosuje się dwie baterie, z których każda jest jeszcze podzielona na dwie części: ogniwa główne i ogniwa dodatkowe.

Normalnie ogniwa główne obydwu baterii są połączone równolegle z prostownikami zasilającymi odbiór, ogniwa dodatkowe natomiast są połączone tylko z prostownikiem małej mocy, utrzymującym je w stanie naładowanym.

Z chwilą zaniku napięcia w sieci ogniwa dodatkowe zostają samoczynnie dołączone do pozostałej części baterii i w ten sposób odbiór jest zasilany pełną liczbą ogniw.

W systemie 48 V liczba ogniw głównych wynosi 23 plus 2 ogniwa dodatkowe albo niekiedy 22 plus 3 lub 23 plus 3. W przypadku 24 V stosuje się 11 plus 2 ogniwa. Istotną częścią w tym rozwiązaniu jest przełącznik ogniw dodatkowych, który w wykonaniu f. LME ma napęd silnikowy i jest produkowany na prądy aż do 4800 A i napięcia 24, 36, 48 i 60 V. Zespół samego łącznika jest identyczny jak przy napędzie ręcznym, ma srebrzone zestyki o małym oporze o-

raz układ gasikowy na wypadek pojawienia się dużej różnicy napięć w razie nieprawidłowości w działaniu układu.

W przypadku krótkotrwałych zaników napięcia sieci zarówno włączanie jak i wyłączanie ogniw dodatkowych następuje samoczynnie. Natomiast jeśli przerwa w pracy prostowników trwa dłużej niż  $1/2$  min, wyłączanie ogniw dodatkowych nie następuje samoczynnie, lecz wymaga ingerencji obsługi.

Ładowanie baterii odbywa się po powrocie napięcia w sieci przy włączonych ogniwach dodatkowych, tj. całej baterii. W tym celu napięcie prostowników jest podwyższane samoczynnie, odpowiednio do stanu baterii. Ładowanie przy obsłudze ręcznej odbywa się po odłączeniu baterii od odbioru i przełączeniu jej na obwód ładowania, do którego przyłącza się też prostownik ładujący.

System z ogniwami dodatkowymi jest tańszy od systemu z przetwornicą dodawczą i zastosowanie jego jest celowe w dużych obiektach, nadzorowanych stale przez obsługę, gdzie ręczne ładowanie baterii jest możliwe, przy czym unika się nadmiernego podwyższania napięcia.

System ten ustępuje jednak systemowi z przetwornicą dodawczą pod względem zalet eksploatacyjnych oraz elastyczności.

#### SAMOCZYNNE ŁADOWANIE

Samoczynne ładowanie baterii akumulatorów, odbywające się bez odłączania jej od odbioru, może być przeprowadzane przy stosunkowo nieznacznie podwyższonym napię-



ciu w stosunku do napięcia pracy buforowej, na przykład 2,3 V na ogniwo. Ładowanie takie wymaga jednak długiego czasu, choć ma duże zalety, gdyż powoduje mały ubytek wody z elektrolitu, co w niedozorowanych obiektach jest korzystne.

System samoczynnego ładowania przyjęty przez f. LME polega na uzależnieniu napięcia ładowania od wartości prądu płynącego do baterii. Gdy wyładowana bateria zostanie połączona z prostownikiem, płynie do niej początkowo prąd znacznie większy od normalnego prądu konserwującego. Wówczas układ samoczynnego ładowania, który kontroluje prąd ładowania daje sygnał do prostownika, powodując podwyższenie jego napięcia do takiej wartości, przy której ładowanie stanie się intensywne. Ładowanie trwa do czasu, gdy układ kontrolujący prąd ładowania stwierdzi zmniejszenie się prądu płynącego do baterii. Prostownik otrzyma wtedy sygnał powodujący obniżenie napięcia do 2,2 V na ogniwo, tj. do stanu doładowywania małym prądem konserwującym.

Tego rodzaju próby sprawdzające stan naładowania baterii mogą być przeprowadzane okresowo samoczynnie, na przykład za pomocą urządzenia zegarowego lub za pośrednictwem zestyku tzw. X, uruchamianego w centrali telefonicznej w chwili, gdy przez nią nie przechodzą żadne połączenia.

### PROSTOWNIKI

Prostowniki stosowane w nowych systemach urządzeń zasilających są oparte na tyrystorach.

Tyrystory, w przeciwieństwie do tranzystorów, mają właściwości odpowiadające elementom dużej mocy i są wykonywane na duże prądy i wysokie napięcia. Mają doskonałe właściwości jako elementy sterujące: mała moc zapłonu, bardzo duże wzmocnienie i czas działania rzędu mikrosekund.

W zastosowaniu do prostowników, tyrystory pozwalają na osiągnięcie znacznie lepszych wyników w porównaniu do prostowników regulowanych za pomocą transduktorów lub w porównaniu do przetwornic wirujących.

Prostowniki tyrystorowe charakteryzuje wysoka sprawność, niewielka zajmowana powierzchnia, dokładność i szybkość regulacji, stabilność, duża niezawodność i łatwość konserwacji.

Firma L.M. Ericsson stosuje prostowniki na napięcia wyprostowane o wartościach znamionowych 24, 36, 48 i 60 V i na prądy 6,3; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 315 i 630 A.

Dane techniczne prostowników 48 V podaje tabl. 1.

Układ prostownika (rys. 5) oprócz transformatora składa się głównie z trzech tyrystorów (4) i trzech diod krzemowych (5), tworząc mostek asymetryczny. Impulsy z impulsatora (Td) są wysyłane w odstępach 120 stopni elektrycznych. Podstawowa częstotliwość tętnień wynosi 150 Hz.

Prostownik 48 V 630 A ma układ bardziej złożony: dwa transformatory 3-fazowe, z których jeden ma pierwotne uzwojenie w połączeniu w gwiazdę, a drugi - w trójkąt, skutkiem czego występuje między wtórnymi uzwojeniami tych

T a b l i c a 1

Dane techniczne prostowników tyrystorowych 48 V

Prądy znamionowe I	A	630	100	16	Uwagi
Układ prostownika		12-fazowa gwiazda	3-fazowy a-symetryczny mostek	1-fazowy a-symetryczny mostek	
Liczba impulsów zapięku na okres		12	3	2	
Napięcie sieci	V	380, 3 fazy	zaczepy na 380 lub 220, 3 fazy	zaczepy na 220, 208, 190 lub 110 1 faza	1)
Dopuszczalne odchylenia napięcia sieci	%	-20 do +10	-20 do +10	-20 do +10	
Częstotliwość sieci	Hz	50 lub 60	50 lub 60	50 lub 60	2)
Dopuszczalne zmiany częstotliwości	Hz	45-65	45-65	45-65	

c.d. tabl. 1

Prądy znamionowe I	A	630	100	16	Uwagi
Dokładność regulacji statycznej przy zmianach obciążenia	%	1-100	3-100	0-100	
+10%-10% odchyl.n.s.	%	± 0,5	± 0,5	± 0,5	
+10%-15% " "	%	± 1	± 0,7	± 0,7	
+10%-20% " "	%	± 2	± 1	± 1	
Regulacja dynamiczna: odchylenia napięcia - maks	V	1	1	1	3)
czas odpowiedzi - maks	ms	25	50	100	4)
Napięcie psfometr. szumów - maks	mV	1	1	1	5)
Sprawność i $\cos \varphi$		$\cos \varphi$	$\eta \cos \varphi$	$\eta \cos \varphi$	6)
przy 1/4 obc.znam.		0,88 0,78	0,81 0,83	0,80 0,98	
przy 2/4 " "		0,89 0,82	0,87 0,83	0,85 0,93	
przy 3/4 " "		0,90 0,82	0,88 0,83	0,87 0,87	
przy 4/4 " "		0,89 0,83	0,87. 0,84	0,87 0,80	

c.d. tabl. 1

Prądy znamionowe I	A	630	100	16	Uwagi
Napięcie przy pracy bufor. nastawialne w granicach	V	48 - 52	48 - 52	43 - 56	
Napięcie przy ładowaniu nastawialne w granicach	V	54 - 58	54 - 58	53 - 65	
Osiągalne do	V	65	65	-	
Temperatura otoczenia normalnej pracy	°C	0 - 45	0 - 45	0 - 45	
Dopuszczalna	°C	-10 do +55	-10 do +55	-10 do +55	
Wymiary	mm	2200x800x x800	900x600x x800	722x538x x398	
Ciężar	kg	950	270	60	

Uwagi:

- 1) Na inne napięcia sieci - na żądanie
- 2) Nie wymaga przełączania
- 3) Pod warunkiem: a) równoległej pracy z baterią o pojemności Ah = 4 x 1 znam.  
b) zmiany obciążenia w granicach 25% I znam.
- 4) Czas potrzebny do zmniejszenia odchylenia do 1%
- 5) Przy pracy równoległej z baterią o pojemności jak w uwadze 3a
- 6) Przy znamionowym napięciu wejściowym i w stanie nagrzanym.

transformatorów przesunięcie fazowe  $30^\circ$ . Wtórne uzwojenie każdego transformatora tworzą 6-fazowy układ w gwiazdę, składający się z dwóch 3-fazowych gwiazd połączonych za pośrednictwem transformatorów międzyfazowych. Z kolei 6-fazowe układy gwiazdowe są połączone w układ 12-fazowy. Układ prostowniczy jest utworzony z 12 tyristorów, które otrzymują impulsy 12 razy na okres, przesunięte o  $30^\circ$ .

Podstawowa częstotliwość tętnień wynosi 600 Hz.

Prostowniki pracują w układzie równoległym z baterią i są włączane i obciążane względnie wyłączane automatycznie w miarę zmian poboru prądu przez centralę. Spośród na przykład 4 prostowników współpracujących jeden dowolny zostaje wybrany jako prostownik prowadzący (pilotujący), przez odpowiednie ustawienie przełącznika na stojaku rozdzielczym.

Prostownik prowadzący powoduje w miarę zmian poboru prądu wysyłanie sygnałów "maks", gdy obciążenie jego przekroczy 0,75 I oraz sygnałów "min", gdy obciążenie to spadnie poniżej 0,25 I. Sygnały te uruchamiają nadajnik impulsów wysyłanych co 3 sekundy, które stopniowo powodują włączanie i obciążanie dalszych prostowników "prowadzonych" albo ich wyłączenie. Prostowniki te mogą być obciążane w 4 stopniach, na przykład w następującej kolejności: prostownik (L2) stopnie 1,2,3,4; (L3) stopień 4, (L2) stopień 4. Czwarty stopień jest używany wtedy, gdy wszystkie prostowniki zostaną obciążone w 75%.

W razie uszkodzenia prostownika prowadzącego funkcje jego przejmuje automatycznie następny z kolei prostownik w zespole.

Zalety takiego rozwiązania równoległej współpracy prostowników w porównaniu do innego sposobu, polegającego na stałym włączaniu prostowników na obciążenie, można podsumować następująco:

- straty biegu jałowego są ograniczone do minimum; w przeciętnych warunkach pracy oszczędność na energii jest rzędu 5%,
- żywotność prostowników jest znacznie przedłużona, gdyż pracują one w ciągu niewielkiej części doby oraz nigdy nie są obciążone powyżej 75% ich mocy znamionowej.

#### PRZETWORNICA DODAWCZA

Zadanie przetwornicy dodawczej już zostało w skrócie przedstawione w opisie systemu pokazanego na rys. 3. W przypadku siłowni o bardzo dużym poborze prądu kilka przetwornic dodawczych może być połączonych równolegle, jak na rys. 6, co ułatwia rozbudowę urządzeń zasilających w miarę potrzeby, w przeciwieństwie na przykład do systemu z ogniwami dodatkowymi (rys. 4), w którym niektóre elementy muszą być od razu projektowane na końcową rozbudowę.

Poza tym system z przetwornicą dodawczą umożliwia zmniejszenie pojemności baterii ze względu na jej lepsze wykorzystanie skutkiem głębszego wyładowania. Zmniejszona liczba ogniw w baterii na przykład 23 ogniw w systemie 48 V pozwala na ładowanie baterii bez odłączania jej od odbioru, tj. bez obawy nadmiernego podwyższenia napięcia na odbiorze.

Oczywiście zastosowanie przetwornicy dodawczej jest połączone z dodatkowym kosztem, który jednak może być zrównoważony oszczędnościami wynikającymi z uniknięcia przełącznika ogniwo dodatkowych i prostownika do konserwacji tych ogniwo oraz uproszczenia układu ładowania baterii, a także oszczędnościami w eksploatacji (mniejsze zużycie energii i łatwiejsza obsługa).

Jak już wspomniano poprzednio, przetwornica dodawcza podczas normalnej pracy buforowej prostowników z baterią jest nieczynna. Prąd odbioru przepływa jednak przez obejściowy zawór półprzewodnikowy włączony na wyjściu przetwornicy, co powoduje nieunikniony w tym systemie spadek napięcia dochodzący do 1 V.

Jak już wspomniano, firma LME stosuje dwa rodzaje przetwornic dodawczych: o napięciu nieregulowanym i napięciu regulowanym.

Napięcia baterii i odbioru podczas zaniku napięcia w sieci w układzie z przetwornicą nieregulowaną i regulowaną ilustrują wykresy przedstawione na rys. 7.

Dane techniczne przetwornic dodawczych produkowanych przez firmę LME są podane w tabl. 2.

W przetwornicy nieregulowanej (rys. 8a) tyrystory Ty1 i Ty2 przewodzą naprzemian w układzie według Mc Murray - Bedforda. Komutację, tj. kolejne blokowanie tyrystorów i zmiana drogi prądu, wykonuje kondensator C1 i dławik L1. Przetwornica zasilana napięciem baterii poprzez filtr wejściowy IF wytwarza napięcie przemiennie trapezoidalne o częstotliwości 400 Hz. Napięcie to jest doprowadzone do pierwotnego uzwojenia transformatora T0,



T a b l i c a 2

Przetwornice dodawcze

		Napięcie systemu			
		48 V	24 V	36 V	60 V
		nieregulowane	regulowane		
		regulowane			
Napięcie znamionowe [V]	7	0-8	0-4	0-6	0-11
Prąd znamionowy [A]	40	40	40	40	40
	100	100	100	100	100
	-	160	160	160	160
	-	315	315	315	315
	400	-	-	-	-
	-	630	630	630	630

a napięcie wtórne wyprostowane w prostowniku LE i wygładzone w filtrze UF dodaje się do napięcia baterii.

Zapłon tyrystorów odbywa się za pomocą zapłonika TD. W przypadku równoległego połączenia kilku przetwornic zapłoniki są sterowane synchronicznie za pomocą oscylatora Osc, wytwarzającego napięcie prostokątne o częstotliwości 400 Hz. Uruchamianie przetwornicy odbywa się za pomocą stycznika K, który jest włączony za filtrem wejściowym, dzięki czemu rozruch przebiega powoli bez uderzenia prądu przy ładowaniu kondensatorów.

Uruchamianie i zatrzymywanie przetwornicy jest kontrolowane przez czujnik LV poprzez starter ME. Czujnik LV kontroluje napięcie na odbierze w dwóch granicach (np. 47 V - dolna i 56 V - górna dla systemu 48 V), powodując uruchomienie względnie zatrzymanie przetwornicy.

Starter ME nadzoruje też równoległą pracę przetwornic, sprawdzając, czy są one uruchamiane po otrzymaniu odpowiedniego sygnału. W razie nieuruchomienia zostaje wysłany alarm. Każda przetwornica posiada monitor KE, który steruje stycznikiem K, nadzoruje napięcie transformatora T0 i stan zabezpieczeń.

Zasada działania przetwornicy o regulowanym napięciu jest przedstawiona na rys. 8b. Przetwornica ta może zmieniać napięcie wyjściowe od 0 do maksymalnej wartości w sposób płynny. W systemie 48 V wartość maksymalna wynosi od 8 do 12 V, zależnie od obciążenia. Regulacja napięcia odbywa się w falowniku, który generuje napięcie o stałej częstotliwości 400 Hz i ze zmienną szerokością impulsów. Oprócz regulacji napięcia przetwornica posia-

da regulację prądu, która zaczyna działać wtedy, gdy prąd wejściowy przetwornicy ma tendencję do wzrostu powyżej wartości znamionowej; zabezpiecza to przetwornicę przed przeciążeniem.

Przetwornica regulowana ma również inne zabezpieczenia, jak szybko działające zabezpieczenie elektroniczne przed przeciążeniem (samopowracające) oraz zabezpieczenie przepięciowe.

Przetwornice regulowane mogą pracować równolegle w nieograniczonej liczbie. Ograniczanie prądu zapewnia, że żadna z przetwornic nie zostanie przeciążona.

Oprócz głównych tyrystorów Ty1 i Ty2, falownik posiada układy komutacyjne K1, K2, składające się z tyrystorów pomocniczych, dławików i kondensatorów.

Szerokość impulsów, tj. czas przewodzenia tyrystorów Ty1 i Ty2, może być w sposób ciągły sterowana od kilku do 90% czasu półokresu. Odbywa się to w ten sposób, że układ sterujący SD wysyła dwa impulsy w ciągu każdego półokresu, pierwszy na przykład do Ty1, a drugi do jego układu komutacyjnego K1. Układ komutacyjny blokuje Ty1. Odstęp czasowy między dwoma impulsami określa czas przewodzenia tyrystora, a zatem szerokość impulsu napięcia wyjściowego.

Uruchomienie i zatrzymanie działania przetwornicy jest normalnie uzależnione od napięcia baterii, które jest kontrolowane przez układ czujnikowy LV1 oraz kontrolowane przez układ kontroli napięcia sieci NV zasilającej prostowniki. W razie zaniku napięcia w sieci następuje niezwłocznie uruchomienie przetwornicy bez ocze-

kiwania na spadek napięcia baterii. Jeśli bateria jest wyładowywana mimo obecności napięcia sieci, na przykład w razie przeciążenia prostowników, przetwornica zostaje uruchomiona z chwilą obniżenia się napięcia już o 1,5 V poniżej normalnego poziomu.

Zatrzymanie działania przetwornicy odbywa się wówczas, gdy spełnione zostaną obydwa warunki: powróci napięcie sieci i napięcie baterii osiągnie stan odpowiadający pracy buforowej.

Uruchamianie działania przetwornicy rozpoczyna się zawsze przy minimalnej szerokości impulsów, która następnie stopniowo zostaje powiększona w zależności od żądanej regulacji napięcia.

Zatrzymywanie działania przetwornicy odbywa się wyłącznie za pomocą przerywania impulsów zapłonowych tyristorów, a zatem bez użycia stycznika.

Porównanie systemu zasilania przy zastosowaniu przetwornicy dodatkowej z systemem zasilania z ogniwami dodatkowymi wykazuje, że - choć spadek napięcia 1 V w zaworze obejściowym przetwornicy powoduje stratę 2% energii, to i pobór prądu przez centralę zmniejsza się w tym samym stosunku, a zatem pobór energii zmniejsza się o 4%. W rezultacie daje to 2% oszczędności energii. Powyższe odnosi się do pracy buforowej z 23 ogniwami baterii (2,22 V · 23 = 51 V).

Podczas zaniku napięcia w sieci przetwornica dodatkowa pobiera około 17% mocy dostarczanej przez baterię. Przy średniej sprawności przetwornicy 70% straty wynoszą  $0,17(1 - 0,7) = 0,051$ , tj. około 5% mocy wyjściowej.

Zastosowanie przetwornic dodawczych nieregulowanych pozwala na utrzymywanie napięcia w granicach dopuszczalnych dla urządzeń LME, tj. 45,5 - 56 V. Przetwornice dodawcze o napięciu regulowanym zapewniają utrzymanie napięcia na niezmiennym, stałym poziomie, co ma dodatni wpływ na niezawodność i przedłużenie żywotności urządzeń telekomunikacyjnych.

#### WYPOSAŻENIE POMOCNICZE SIŁOWNI

Urządzenia zasilające są wyposażone w sygnalizację przekroczenia górnej i dolnej granicy napięcia, przepalenia bezpieczników oraz ładowania samoczynnego i innych stanów.

Mierniki - woltomierz i amperomierze do pomiarów napięć i prądów odbioru i ładowania.

Zabezpieczenia za pomocą bezpieczników topikowych w małych siłowniach na jednym wspólnym odpływie, a w dużych siłowniach na wielu zróżnicowanych odpływach z bezpiecznikami na prądy 100 - 400 A.

Odpływy odgałęzione od szyn siłowni są wykonane za pomocą kabli 70 i 150 mm<sup>2</sup>. Jeśli przekrój jednego kabla jest niewystarczający ze względu na spadek napięcia, łączy się kilka kabli równolegle.

Szczególne uwagi zwrócono na prowadzenie kabli o różnej biegunowości blisko siebie, co zapewnia małą impedancję w obwodzie zasilania centralna bateria - urządzenia telefoniczne, dzięki czemu uzyskuje się niski poziom szumów.

## BUDOWA MECHANICZNA

Budowa urządzeń zasilających jest oparta na typowych jednostkach modułowych. Każde urządzenie składa się z jednej lub wielu jednostek. W przypadku dużego urządzenia, na przykład prostownika 48 V 630 A, jednostki te mogą wypełniać całą szafę wolnostojącą o wymiarach 2200 x 600 x 800 mm. Małe urządzenie natomiast może mieścić się w całości jako komplet w takiej samej szafie z wyjątkiem baterii, obejmując na przykład prostownik, przetwornicę dodawczą, urządzenia rozdzielcze itp. Wykonywane są również szafy naścienne.

Wszystkie urządzenia montowane w szafach są dostępne z przodu, tak że szafy mogą być ustawiane przy ścianie.

Nowoczesne elementy półprzewodnikowe mają duży wpływ na zmniejszenie wymiarów urządzeń. Na przykład wymiary prostowników tyrystorowych mają objętość o 60% mniejszą od prostowników tej samej mocy, opartych na układach z regulacją transduktorową.

Zapotrzebowanie powierzchni, zajmowanej przez urządzenia zasilające nowoczesne z bateriami akumulatorów typu zamkniętego z płytami pancernymi, w porównaniu do powierzchni zajmowanej przez identycznej mocy siłownię z prostownikami o regulacji transduktorowej i bateriami typu otwartego z płytami wielkopowierzchniowymi, przedstawia rys. 9.

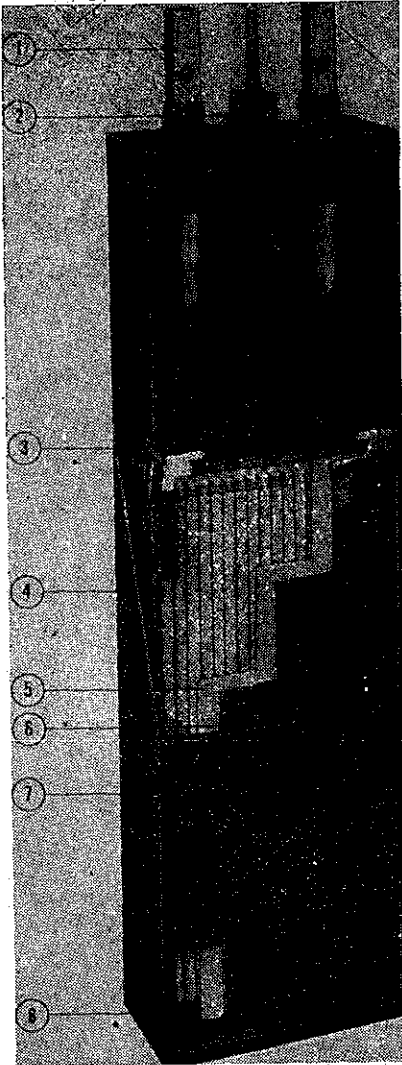
Na rysunku tym pokazano szkieletowo różnicę w zapotrzebowaniu powierzchni przez nowoczesną i dawniejszą siłow-

nię dla centrali telefonicznej o napięciu 48 V i poborze prądu do 1200 A.

Różnica ta wynosi  $71 \text{ m}^2 - 32 \text{ m}^2 = 43 \text{ m}^2$ , czyli 57%.

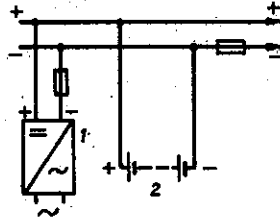
#### WYKAZ LITERATURY

1. Ljungblom A.: L.M. Ericsson power supply systems for telecommunication equipments. Ericsson Rev. 1968. t. 45 nr 4, s. 142-162.
2. Wolpert T.: L.M. Ericsson's thyristor-controlled rectifiers for power supplies. Ericsson Rev. 1969 t.46 nr 3, s. 84-101.
3. Ekelund F.: L.M. Ericsson's booster converters for power supply. Ericsson Rev. 1970 t. 47 nr 1, s.16-27.



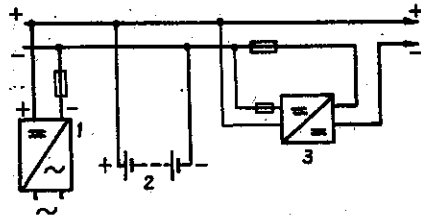
Rys. 1. Akumulator ołowiowy typu zamkniętego z płytami dodatnimi pancernymi (rurkowymi)

1 - końcówka, 2 - korek z zaworem przeciwrozpyleniowym, 3 - mostek płytowy, 4 - płyta dodatnia, 5 - separator, 6 - płyta ujemna, 7 - naczynie ogniwa, 8 - uszczelnienie plastyczne rurek



Rys. 2. Schemat blokowy prostego systemu buforowego

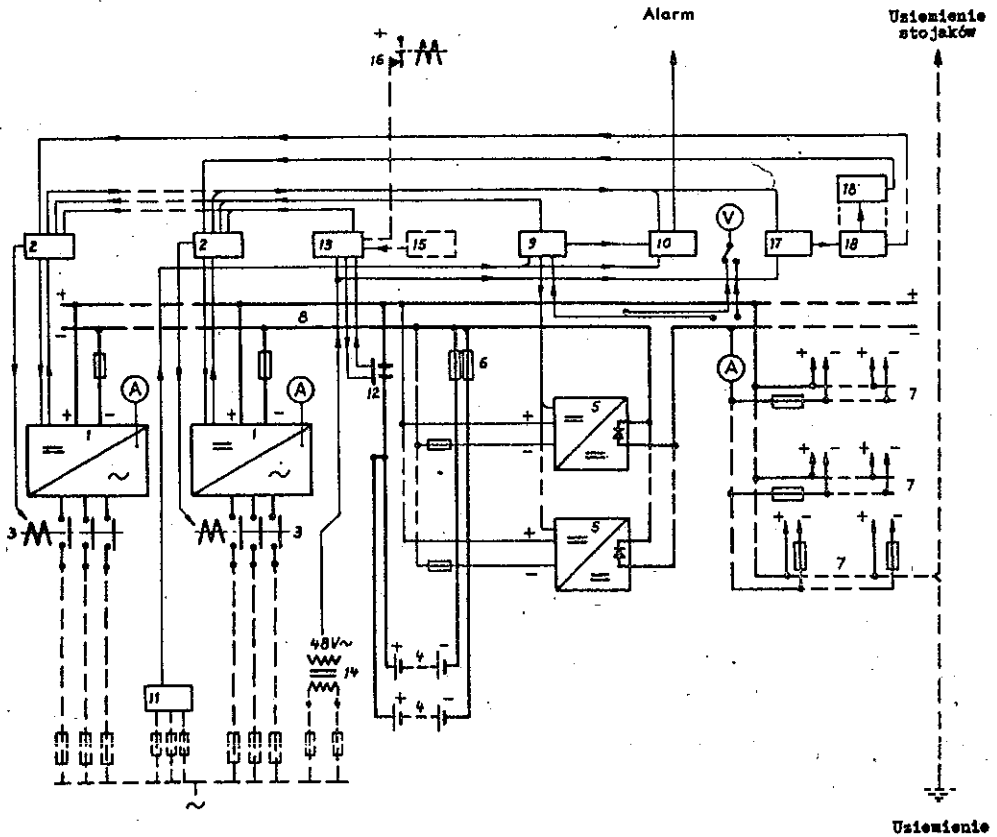
1 - prostownik, 2 - bateria



Rys. 3. Schemat blokowy systemu z przetwornicą dodatkową

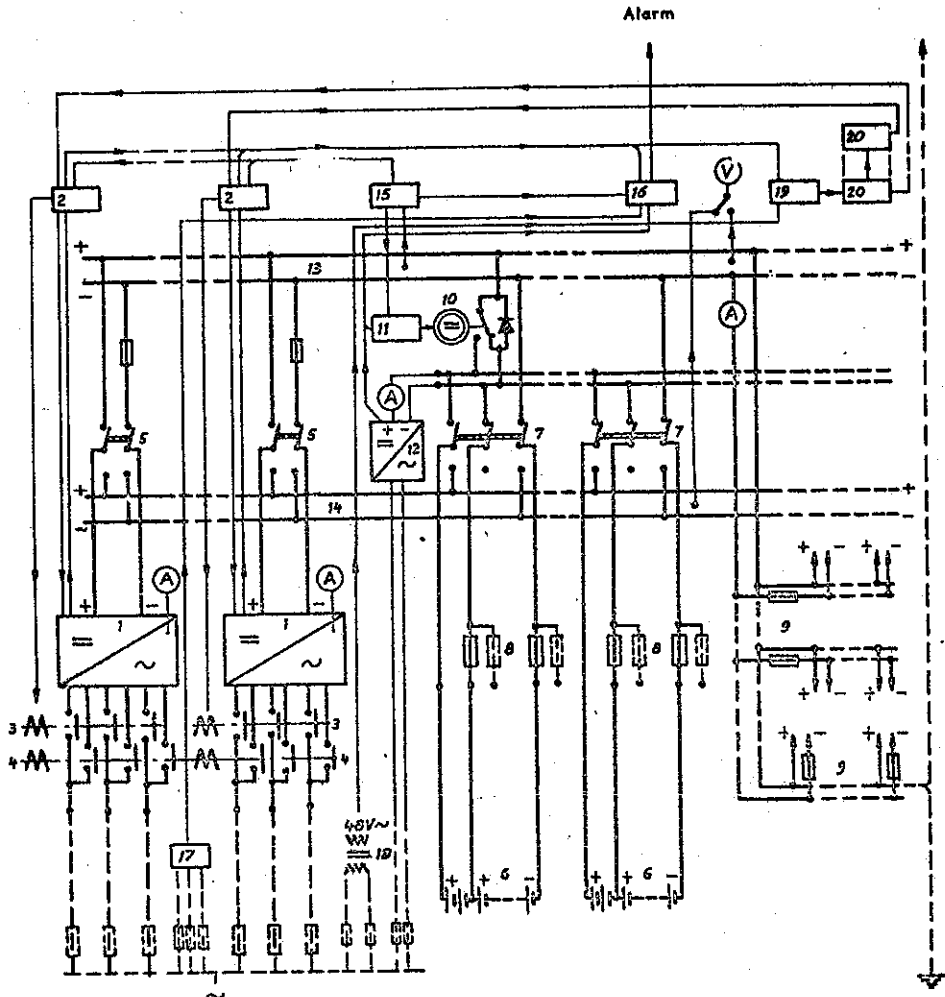
1 - prostownik, 2 - bateria, 3 - przetwornica dodatkowa





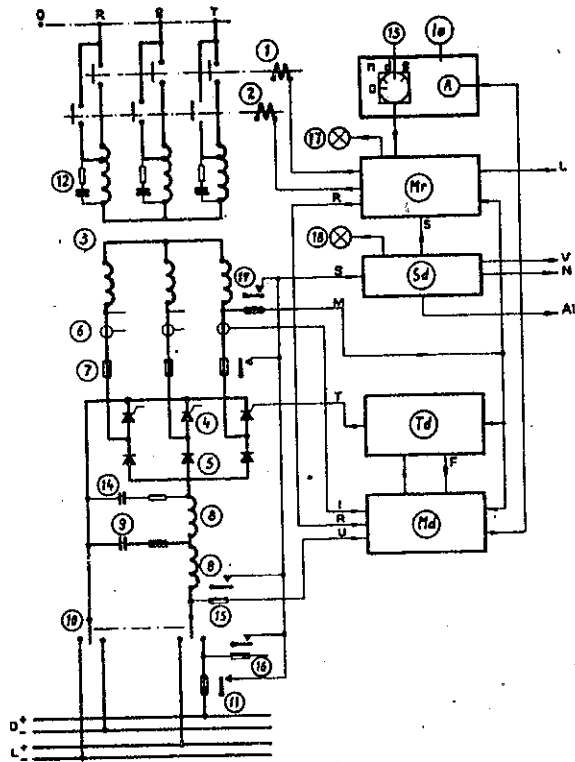
Rys. 3a. Schemat blokowy automatycznego systemu z przetwornicą dławicową, prostownikami i bateriami

1 - prostownik, 2 - układ sterujący prostownika, 3 - stycznik sieciowy prostownika, 4 - bateria, 5 - przetwornica dławicowa, 6 - bezpieczniki bateryjne, 7 - bezpieczniki odpływów, 8 - szyny główne, 9 - układ kontroli napięcia odbioru, 10 - układ alarmowy, 11 - układ kontroli napięcia sieci, 12 - transduktor pomiarowy kontroli ładowania, 13 - układ automatycznego ładowania, 14 - transformator 220/48 V, 15 - układ czasowy, 16 - zestaw X w centrali telefonicznej, 17 - przekaźnik ograniczający z generatorem impulsów, 18 - zespół przekaźników stopniowych

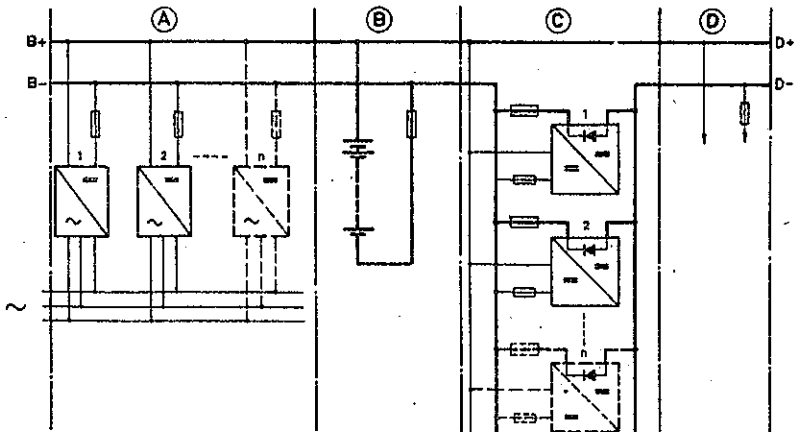


Rys. 4. Schemat blokowy systemu z ogniwami dodatkowymi

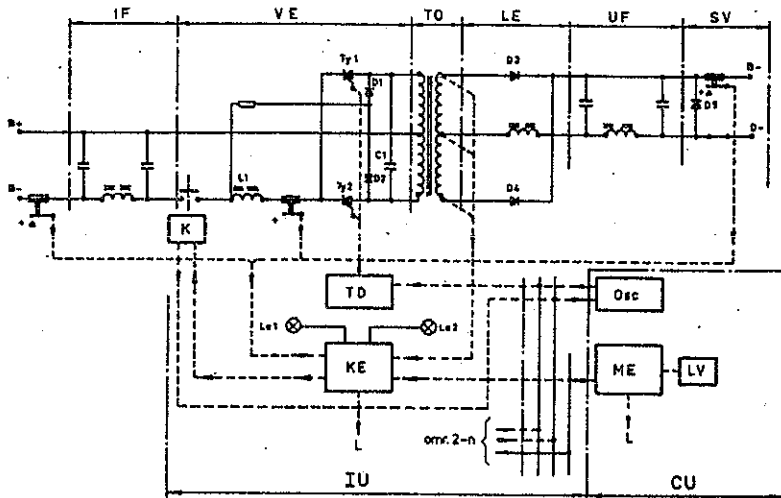
1 - prostownik, 2 - układ sterujący prostownika, 3 - stycznik sieciowy prostownika - praca buforowa, 4 - stycznik sieciowy prostownika - zadawanie po odłączeniu od odbioru, 5 - łącznik prostownika na wyjściu, 6 - bateria z ogniwami dodatkowymi, 7 - łącznik baterii, 8 - bezpieczniki baterijne, 9 - bezpieczniki odpływów, 10 - przełącznik ogniw dodatkowych, 11 - układ sterujący przełącznika ogniw, 12 - prostownik dla ogniw dodatkowych, 13 - szyny główne odpływów, 14 - szyny ładowania, 15 - układ kontroli napięcia odbioru, 16 - układ alarmowy, 17 - układ kontroli napięcia sieci, 18 - transformator 220/48 V, 19 - przekaźnik ograniczający z generatorem impulsów, 20 - zespół przekaźników stopniowych



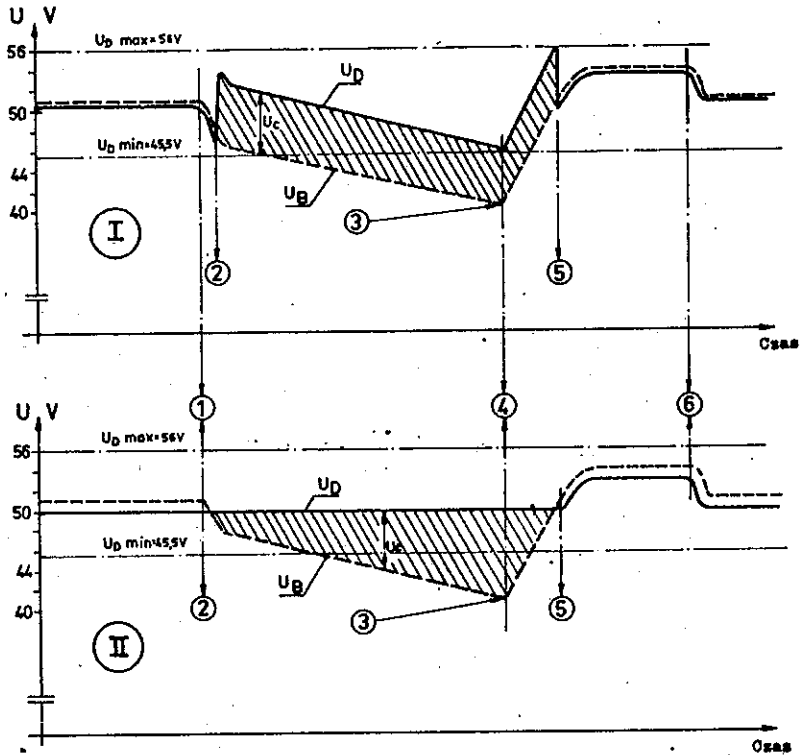
Rys. 5. Schemat blokowy prostownika tyrystorowego 48 V/100 A  
 1,2 - styczniki, 3 - transformator, 4 - tyrystory, 5 - diody,  
 6 - przekładnik prądowy, 7 - bezpieczniki o działaniu szybkim,  
 8 - dławiki filtru, 9 - kondensatory filtru, 10 - łącznik, 11 -  
 bezpiecznik na wyjściu, 12 - zabezpieczenie przepięciowe, 13 -  
 przełącznik pracy: n - praca normalna, d - ładowanie normalne,  
 s - ładowanie szybkie, 14 - zabezpieczenie od przepięć komuta-  
 cyjnych, 15,16 - bezpieczniki układów kontrolnych, 17 - lampka  
 - "ładowanie", 18 - lampka alarmowa - "zanik napięcia" i "stycz-  
 nik wyłączony", 19 - bezpiecznik układu kontroli, Ie - zespół  
 pomiarowy, Mr - zespół przekaźników kontrolnych, SU - zabezpie-  
 czenia, Td - impulsator zapłonowy, Md - zespół czujnikowy, T -  
 impulsy zapłonowe, U - kontrola napięcia, I - kontrola prądu,  
 F - sprzężenie zwrotne, M - zasilanie układów kontrolnych, S -  
 wyłączenie, R - pozioły nastawienia, L - rozkaz podwyższenia  
 napięcia przy ładowaniu automatycznym, AL - alarm uszkodzenia  
 wewnętrznego, N - alarm sieci, V - wyłączenie skutkiem podwyż-  
 szenia napięcia na odbiorze, A - amperomierz



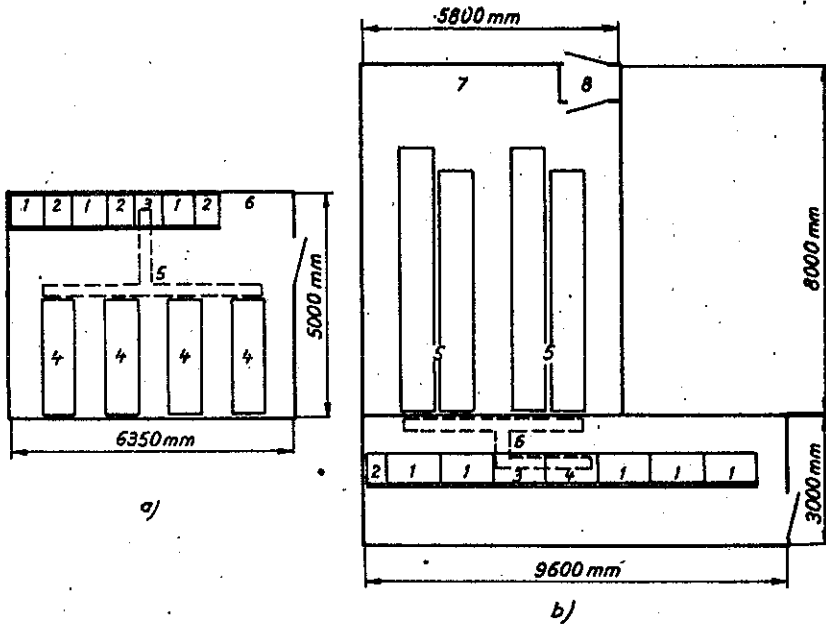
Rys. 6. Schemat blokowy systemu z przetwornicą dodawczą  
 A - prostowniki, B - bateria, C - przetwornice dodawcze, D-od-  
 pływ (odbior), B+,B- - bieguny baterii, D+,D- - bieguny od-  
 bioru



Rys. 8. Uproszczony schemat przetwornicy nieregulowanej  
 1F - filtr wejściowy, VE - falownik, TO - transformator, LE -  
 prostownik, UF - filtr wyjściowy, SV - zawór obejściowy, K -  
 stycznik, Ty1, Ty2 - tyrystory, D1, D2 - diody komutacyjne, C1, L1 -  
 kondensator i dławik filtru, D3, D4 - diody prostownicze, D5 -  
 dioda obejściowa, TD - zapłonnik, KE - układ kontrolny (monitor),  
 OSC - oscylator 400 Hz, ME - układ rozruchowy (starter), LV - u-  
 kład kontroli napięcia stałego (czujnik), L - alarm, La1 - prze-  
 twornica podczas pracy, La2 - przetwornica nie pracująca, B+, B-  
 bieguny baterii, D - biegun ujemny odbioru, IU - indywidualne wy-  
 posażenie każdej przetwornicy, CU - wyposażenie wspólne (central-  
 ne) przetwornic połączonych równolegle



Rys. 7. Napięcie na baterii i odbiorze w systemie 48 V z przetwornicą dodatkową podczas zaniku i powrotu napięcia w sieci  
 I - przetwornica nieregulowana, II - przetwornica regulowana,  
 $U_B$  - napięcie baterii,  $U_D$  - napięcie odbioru,  $U_C$  - napięcie na wyjściu przetwornicy,  $U_D \text{ max}$ ,  $U_D \text{ min}$  - granice dopuszczalnych zmian napięcia odbioru, 1 - zanik napięcia w sieci, 2 - start przetwornicy, 3 - bateria wyladowana, 4 - powrót napięcia w sieci, 5 - zatrzymanie przetwornicy i początek samoczynnego ładowania baterii, 6 - koniec ładowania



Rys. 9. Szkicowe przedstawienie różnicy w zapotrzebowaniu powierzchni dla nowoczesnego i dawniejszego typu urządzeń zasilających (48 V 1200 A) centrali telefonicznej

- a)
- |  |         |
|--|---------|
| 1 - prostownik o regulacji tyrystorowej 48 V 630 A           |         |
| 2 - przetwornica dodawcza                                    | 630 A   |
| 3 - tablica rozdzielcza                                      | 1200 A  |
| 4 - bateria z płytami pancernymi typu zamkniętego z 23 ogniw | 1608 Ah |
| 5 - kanał kablowy  |         |

6 - miejsce na warsztat

Ogólna powierzchnia ok. 32 m<sup>2</sup>

Ogólny ciężar baterii ok. 4000 kg

Ciężar pozostałych urządzeń ok. 4300 kg

- b)
- |  |         |
|--|---------|
| 1 - prostownik o regulacji transduktorowej 48 V 300 A    |         |
| 2 - tablica kontrolna                                    |         |
| 3 - tablica przełączania ogniw                           | 2000 A  |
| 4 - tablica baterii i odpływów                           | 2000 A  |
| 5 - bateria z płytami wielkopowierzchniowymi 23+2 ogniwa | 2592 Ah |
| 6 - kanał kablowy  |         |

7 - miejsce na warsztat

8 - przedsionek akumulatorni

Ogólna powierzchnia ok. 75 m<sup>2</sup>

Ogólny ciężar baterii ok. 14000 kg

Ciężar pozostałych urządzeń ok. 6500 kg

URZĄDZENIA ZASILAJĄCE 48 V DLA CENTRAL TELEFONICZNYCH  
I STACJI TELETRANSMISYJNYCH W EKSPLOATACJI  
SZWAJCARSKIEJ POCZTY I TELEKOMUNIKACJI

Opracował H. Naimski na podstawie artykułu Wegmüller W.: Stromversorgungsanlagen 48 V für Vermittlungs- u. Übertragungsanlagen bei den Schweizerischen PTT-Betrieben. Hasler Mitt. 1969 t. 28 nr 1, s. 1-9.

1. WSTEP

Urządzeniom zasilającym w telekomunikacji stawiane są coraz większe wymagania nie tylko pod względem konstrukcyjnym, lecz również w odniesieniu do zadań, jakie mają spełniać.

Wymagania te można streścić następująco:

- utrzymanie stałego napięcia baterii i odbioru przy równoczesnym ładowaniu baterii,
- możliwość znacznej rozbudowy wybranego typu urządzenia,
- możliwość rozbudowy metodą blokową (modułową),
- racjonalna jednostkowa produkcja ograniczonej liczby typów,
- zwarta konstrukcja, oszczędna pod względem zajmowanej powierzchni i kosztu montażu,
- prosta i celowo rozwiązana konstrukcja,

- praca półautomatyczna nie wymagająca stałej obsługi.

Szwajcarski zarząd telekomunikacji stawia następujące wymagania:

1.1. Praca normalna (zasilanie z prostowników - podczas obecności napięcia w sieci) - napięcie na jedno ogniwo baterii  $2,23 \pm 1\%$ , a napięcie na odbiorze  $48 \text{ V} \pm 2\%$  przy obciążeniu od 0 do 100%, napięciu w sieci  $3 \times 220/380 \pm 5\%$  i częstotliwości  $50 \text{ Hz} \pm 5\%$  oraz w temperaturze otoczenia  $10 + 40^\circ\text{C}$ .

1.2. Praca awaryjna (zasilanie z baterii) - napięcie na odbiorze  $44 + 54 \text{ V}$  z dopuszczeniem krótkotrwałego podwyższenia napięcia do  $60 \text{ V}$ .

1.3. Napięcie zakłócające mierzone na zaciskach wyjściowych urządzeń zasilających przy równoległe włączonej baterii - poniżej  $100 \text{ mV}$ .

1.4. Spadek napięcia w baterii i przewodach urządzeń zasilających w przypadku baterii złożonej z 25 ogniw maksymalnie -  $1,5 \text{ V}$ , a przy 24 ogniwach -  $0,6 \text{ V}$ .

1.5. Czas ładowania baterii wyładowanej w 85% pojemności znamionowej na skutek zaniku napięcia w sieci, nie powinien przekraczać 48 godzin przy równoczesnym zasilaniu niezbędnego odbioru. Dalsze doładowanie - w ciągu kilku dni.

1.6. Sterowanie i regulacja powinny być całkowicie zautomatyzowane z możliwością ręcznego nastawiania.



1.7. Sygnalizacja powinna alarmować optycznie i akustycznie o wszelkich zakłóceniach w pracy urządzeń, przekroczeniach dopuszczalnych granic napięcia baterii i odbioru, również w przypadku ręcznego ich nastawienia. Alarmy powinny być przekazywane poza urządzenia zasilające, jako: alarm pilny w razie zakłóceń bezpośrednio mających wpływ na działanie odbiornika oraz alarm niepilny - przy zakłóceniach pośrednio tylko oddziałujących na odbiór.

1.8. Konstrukcja w postaci szaf całkowicie zamkniętych i przystosowanych do ustawienia przy ścianie albo - jako wolnostojące lub ustawione w blokach.

1.9. Przepisy. Urządzenia zasilające powinny spełniać wymagania przepisów SEV (Stowarzyszenia Elektryków Szwajcarskich) w odniesieniu do danych znamionowych, przeciążalności, konstrukcji oraz bezpieczeństwa pracy.

1.10. Baterie akumulatorów. Urządzenia zasilające powinny być przewidziane do współpracy z akumulatorami z płytami pancernymi (rurkowymi) o pojemności umożliwiającej pokrywanie maksymalnego obciążenia w razie zaniku napięcia w sieci w ciągu 4 godzin przy istnieniu zespołu spalinowo-elektrycznego lub 8 godzin w obiektach nie mających takiego rezerwowego źródła energii.

## 2. STOSOWANE SYSTEMY ZASILANIA

Spośród różnych systemów jako najodpowiedniejsze okazały się układy opisane poniżej.

## 2.1. Układ z nieliniowym elementem oporowym (przeciwogniwami)

Układ ten przedstawiony na rys. 1<sup>x)</sup> okazał się celowy i gospodarczo uzasadniony przy obciążeniu do 60 A.

Podczas obecności napięcia w sieci prostownik stabilizowany elektronicznie pracuje równolegle z baterią, utrzymując jej napięcie na poziomie  $2,23 \text{ V} \pm 1\%$  na ogniwo, tj. przy 24 ogniwach  $U = 53,5 \text{ V}$ . Odbiór w tym przypadku jest zasilany poprzez nieliniowy element oporowy, tj. połączone szeregowo diody krzemowe, które redukują napięcie do pożądanej wartości  $48 \text{ V} \pm 2\%$ .

Charakterystykę tego układu ilustrują krzywe przedstawione na rys. 2.

W razie zaniku napięcia w sieci następuje zwarcie diod za pomocą stycznika K wówczas, gdy napięcie na odbiorze obniży się do 47 V. Stycznik K jest sterowany za pomocą układu kontroli napięcia (nie pokazanego na rys.1).

Po powrocie napięcia w sieci zostają włączone prostowniki wyposażone w układ ograniczania prądowego; następuje wtedy ładowanie baterii aż do napięcia 53,5 V, przy czym ponowne włączenie diod (rozwarcie stycznika K) odbywa się już przy napięciu 53 V.

Opisany wyżej system jest prosty i tani, lecz może być stosowany tylko przy 24 ogniwach i pracuje ze stratami w elemencie oporowym.

---

<sup>x)</sup> Wszystkie rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

## 2.2. Układ z dzieloną baterią

System opisany (w pkt. 2.1) nie nadaje się, jak już wspomniano, do zasilania odbioru o poborze prądu powyżej 60 A. W takich przypadkach, na przykład przy poborze 1000 A stosuje się układ przedstawiony na rys. 3.

Podczas normalnej pracy są załączone na odbiór poprzez stycznik NB 22 ogniwa połączone równolegle z prostownikiem stabilizowanym, który utrzymuje je w stanie naładowanym przy napięciu  $49\text{ V} \pm 1\%$ , tj.  $2,23\text{ V}$  na ogniwo. Pozostałe 3 ogniwa baterii (zwane ogniwami dodatkowymi) są również utrzymywane w stanie naładowanym za pomocą osobnego prostownika o napięciu  $7\text{ V}$ .

Zależnie od zapotrzebowania prądu stosuje się w takim układzie od 1 do 5 prostowników. Pierwszy z nich, mający elektroniczny regulator napięcia i ogranicznik prądu, jest stale włączony, utrzymując napięcie na nastawionym poziomie. Pozostałe prostowniki są automatycznie włączane lub wyłączane w zależności od poboru prądu w danym czasie.

Rysunek 4 przedstawia krzywe napięcia baterii podstawowej (22 ogniwa) i odbioru oraz 3 ogniw dodatkowych podczas obecności napięcia w sieci. Jeśli zostanie przekroczony o 5% prąd znamionowy pierwszego prostownika, to wówczas następuje chwilowo ograniczenie prądu i zaistniały brak zostaje pokryty z baterii. Powoduje to obniżenie napięcia, co z kolei wywoła włączenie do pracy dalszego (np. drugiego) prostownika.

Prostowniki - począwszy od drugiego mają identyczną konstrukcję jak pierwsze, lecz pracują na charakterystyce stałego natężenia prądu, a stabilność napięcia zapewnia prostownik 1 (prowadzący). Zmniejszenie poboru prądu poniżej pewnej granicy powoduje chwilowy wzrost napięcia, co wywołuje wyłączenie zbędnego w danej sytuacji prostownika.

Podczas zaniku napięcia w sieci oraz po jego powrocie zasilanie przebiega w sposób przedstawiony na rys. 5.

Napięcie baterii złożonej z 22 ogniw szybko spada i w chwili gdy wyniesie ono 46 V, elektroniczny układ kontroli napięcia powoduje włączenie ogniw dodatkowych. Odbywa się to przez otwarcie stycznika NB i zamknięcie stycznika ZB.

W czasie przełączania tych styczników prąd chwilowo przepływa przez zawór półprzewodnikowy, dzięki czemu unika się przerwy w zasilaniu. Równocześnie z tym przełączaniem zostaje przygotowany układ do ponownego włączenia na pracę normalną, co realizuje się przez nastawienie napięcia w prostowniku pierwszym na wyższy zakres napięcia oraz przez zapewnienie automatycznego włączania pozostałych prostowników.

Z chwilą powrotu napięcia w sieci prostowniki ładują baterię (25 ogniw) przy równoczesnym zasilaniu odbioru, aż do osiągnięcia napięcia 53 V, co odpowiada 2,35 V na jedno ogniwo. W tym momencie stycznik ZB zostaje otwarty, a stycznik NB - zamknięty. Dalsze ładowanie do wyższego napięcia uważa się za zbędne, gdyż pełny ładunek

uzyska bateria w ciągu dalszej normalnej pracy przy napięciu 2,23 V na ogniwo.

Gdyby podczas wyłączenia ogniw dodatkowych (stycznik ZB otwarty) w skrajnym przypadku (małe obciążenie, lecz duży prąd ładowania) wystąpił podskok napięcia aż do 70 V, to zostanie on zamknięty poprzez prostownik dodatkowy i baterię.

Zaletami tego układu jest zasilanie odbioru z 25 ogniw w przypadku zaniku napięcia w sieci oraz dobre właściwości filtracyjne baterii stale pracującej równoległe z prostownikami.

Jako wadę można uważać występujące przy zaniku i powrocie napięcia w sieci skoki napięcia na odbiorze, czego w przypadku urządzeń telekomunikacyjnych dopuszczających zmiany w granicach od 44 do 54 V nie należy uważać za przeszkodę.

### 2.3. Układ zasilania bezpośredniego

Znacznie prostszy od poprzednio opisanego układ przedstawia rys. 6. W układzie tym bateria i prostownik są połączone równoległe w sposób bezpośredni, a zatem napięcie na odbiorze jest identyczne z napięciem niezbędnym do utrzymania baterii - w danym przypadku  $2,25 \text{ V} \times 24 = 53,5 \text{ V}$ .

W razie zaniku napięcia w sieci odbiór jest zasilany oczywiście z baterii o napięciu poniżej 48 V.

Zwykle stosuje się dwa podobne układy, które mogą pracować osobno na oddzielne odbiory albo mogą być łączone

równolegle. Każdy z dwóch prostowników musi być zdolny do pokrycia dwukrotnie większego obciążenia, gdyż w razie uszkodzenia jednego z prostowników drugi musi zasiląć obydwa odbiory. Poza tym niezbędna jest rezerwa w celu naładowania baterii przy równoczesnym zasilaniu odbioru, zwłaszcza jeśli pobór prądu przez odbiór nie zmienia się w ciągu wielu dni i nocy. Ładowanie baterii jest też możliwe po odłączeniu jej od odbioru przy bezpieczniku BB przełożonym do gniazda BL i otwartym łączniku TG. Trzeba wówczas brać pod uwagę, że w razie zaniku napięcia sieci obydwa odbiory będą zasilane z jednej wspólnej baterii złożonej z 24 ogniw, co wymaga przewodów o odpowiednio dużym przekroju i możliwie krótkich.

### 3. TYPOWE ZNORMALIZOWANE URZĄDZENIA ZASILAJĄCE

Oprócz małych urządzeń zasilających na różne napięcia i prądy do 15 A, budowane jako szafki naścienne, produkowane są urządzenia zasilające w następujących zestawach:

a) w układzie z przeciwogniwami z 1 lub 2 prostownikami 30 A albo z 1 prostownikiem 60 A,

b) w układzie z dzieloną baterią

- na prąd do 240 A (4x60 A)
- na prąd do 600 A (5x120 A lub 3x200 A)
- na prąd do 1000 A (5x200 A lub 3x400 A)
- na prąd do 2000 A (5x400 A lub 4x600 A)

c) w układzie zasilania bezpośredniego

- na prąd do 200 A (2x60 A lub 2x120 A albo 2x200A)
- na prąd do 600 A (2x200A lub 2x400 A albo 2x600A)

Pierwsza liczba oznacza maksymalny prąd obciążenia tablicy rozdzielczej, a liczby w nawiasach odnoszą się do liczby i prądu znamionowego prostowników.

Powyższy typoszereg został przyjęty i wypróbowany przez PTT i jest do nabycia.

#### 4. KONSTRUKCJA

Wszystkie elementy urządzeń są montowane w szafach o wymiarach znormalizowanych, a mianowicie:

- wysokość 2100 mm
- głębokość 400, 500 i 600 mm
- szerokość 500, 600 i 800 mm - jednodrzwiowe  
1000, 1200 i 1400 mm - dwudrzwiowe.

Górną i dolną podstawą szafy są ramy wykonane z giętej blachy. Między nimi są umieszczone cztery wsporniki z kątownika stalowego, które mają szczeliny do umocowania poprzeczek na dowolnej wysokości. Ściany boczne i drzwi również są wykonane z giętej blachy. Całość jest zmocowana śrubami.

Szafy cechuje łatwość dostępu przy montażu dzięki ułatwionemu zdejmowaniu ścian bocznych, które też mogą być usunięte w przypadku ustawienia szaf obok siebie. Szafy mogą być ustawione przy ścianie, w blokach lub jako wolnostojące, a dostęp do wszystkich wbudowanych do nich elementów jest zawsze umożliwiony od przodu.

Organy sterujące, pomiarowe i kontrolne są montowane na wewnętrznej stronie drzwi, a ciężkie części (bezpieczniki, transformatory, dławiki itp.) są umieszczone na poprzeczkach. Okablowanie jest prowadzone najczęściej w korytkach z tworzyw sztucznych lub w otwartych wiązkach.

Wszystkie zaciski do przewodów zewnętrznych, łącznie z wyprowadzeniem aż do 1000 A, znajdują się w górnej części szafy. Wyprowadzenia 2000 A są rozwiązywane zależnie od miejscowych warunków.

## 5. ROZMIESZCZENIE I MONTAŻ URZĄDZEŃ

Dzięki dostępności do wszystkich urządzeń od przodu szafy mogą być ustawione przy ścianach, co pozwala na oszczędne wykorzystanie powierzchni pomieszczeń oraz skrócenie długości przewodów do minimum.

Również baterie mogą być umieszczane bez zbędnych odstępów między rzędami i bokami a ścianą.

Przykłady rozmieszczenia znormalizowanych urządzeń zasilających przedstawia rys. 7.

Jako przewody do baterii od wielu lat stosuje się kable w izolacji i powłoce z polichlorku winylu o przekrojach aż do  $800 \text{ mm}^2$  włącznie. Szyny stanowiły pewne uproszczenie, lecz przy zastosowaniu kabla unika się połączeń śrubowych lub spawanych. Przewody są mocowane za pomocą uchwyków plastikowych. Końcówki przewodów są zaciskane. Przewody odbioru są układane w kanałach posadzkowych.



## 6. NADZOR PODCZAS EKSPLOATACJI

Ze względu na pełnoautomatyczną pracę oraz niewielką tylko ilość ruchomych części (przełączniki, styczniki) urządzenia zasilające wymagają jedynie bardzo małego nadzoru. Zaleca się okresową kontrolę wartości nastawionego napięcia (2,23 V na ogniwo), do której wykorzystać można woltomierz klasy 0,5 zainstalowany na tablicy bateryjnej. Konserwacja baterii ogranicza się do dopełnienia elektrolitu wodą destylowaną.

## 7. UWAGI KONCOWE

Powyższy opis ogólny odnosi się do aktualnego stanu urządzeń zasilających prądu stałego o napięciu 48 V <sup>x)</sup>. W urządzeniach tych szerokie zastosowanie znalazła elektronika, która zastąpiła stosowane dawniej aparaty elektromechaniczne (regulatory itp.). Elektroniczne sterowanie prostowników, obecnie rozwiązane za pośrednictwem dławików nasycanych (transduktorów), zamierza się stopniowo zastąpić bezpośrednim sterowaniem układów prostowniczych opartych na tyrystorach. Poszukuje się metod dalszego ulepszania jakości prostowników i innych części składowych urządzeń przy równoczesnym obniżeniu kosztów.

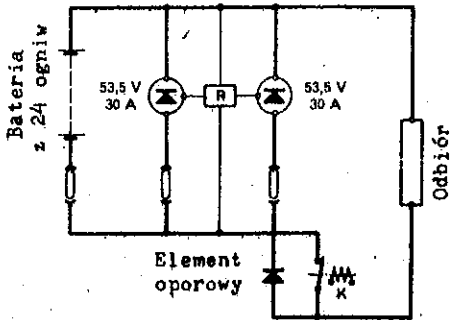
---

<sup>x)</sup> Napięcie to zostało przez zarząd telekomunikacji w Szwajcarii (PTT) przyjęte jako podstawowe w urządzeniach zasilających central telefonicznych oraz urządzeń teletransmisyjnych. Przekształcanie tego napięcia w razie potrzeby na inne, dokonuje się w zasilaczach indywidualnych.

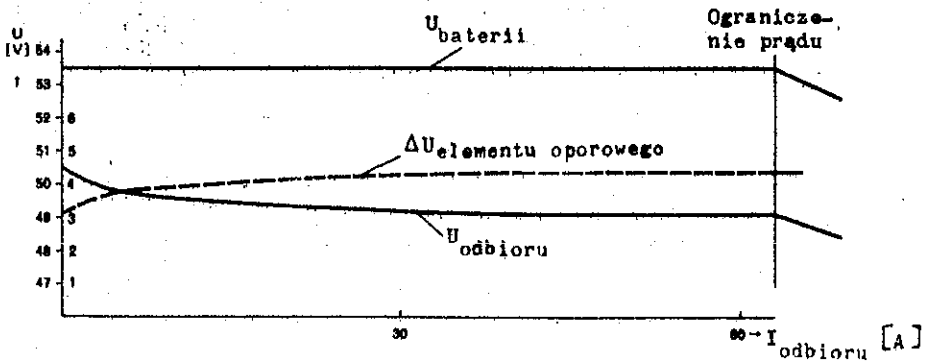
do czego również w dużym stopniu przyczynia się zastosowana normalizacja i typizacja.

#### WYKAZ LITERATURY

1. Locher F.: Übersicht und allgemeine Anforderungen an Energieversorgungsanlagen der elektrischen Nachrichtentechnik. Tech. Mitt. PTT 1962 t. 40 nr 2, s. 34-48.
2. Müller E.: Betriebserfahrungen mit Akkumulatoren. Tech. Mitt. PTT 1962 t. 40 nr 2, s. 60-69.
3. Guggisberg H.: Stromversorgungsanlagen im neuen Telephongebäude Bern-Mattenhof. Tech. Mitt. PTT 1967 t. 45 nr 10, s. 542-552.

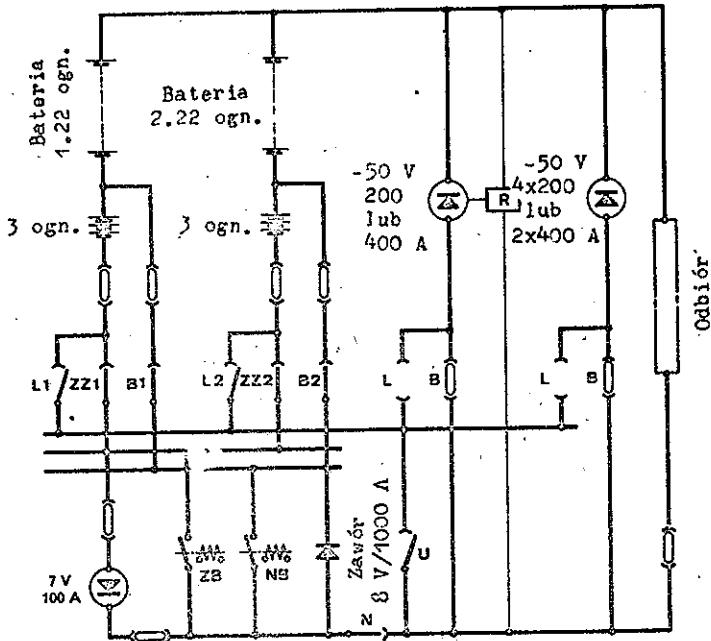


Rys. 1. Schemat zasadniczy urządzenia zasilającego 48 V, typu 60 A z przeciwogniwami (nie liniowym elementem oporowym)



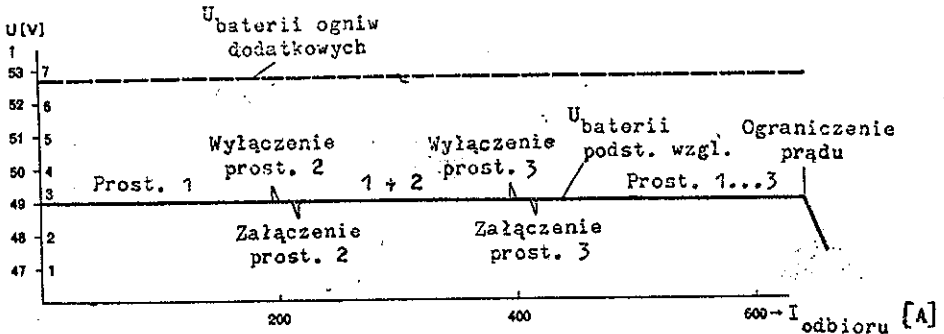
Rys. 2. Przebiegi napięć w urządzeniu zasilającym 48 V typu 60 A z krzemowym elementem oporowym - podczas obecności napięcia w sieci

----- spadek napięcia na elemencie oporowym

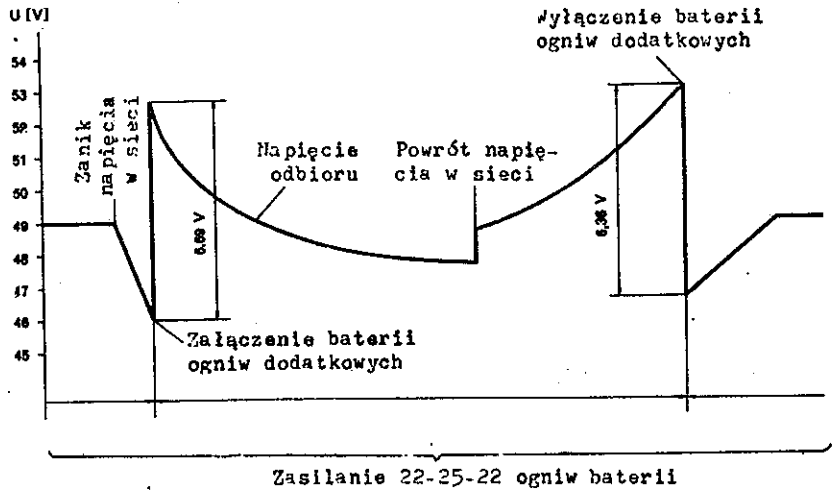


Rys. 3. Schemat zasadniczy urządzenia zasilającego 48 V, typu 1000 A z dzieloną baterią

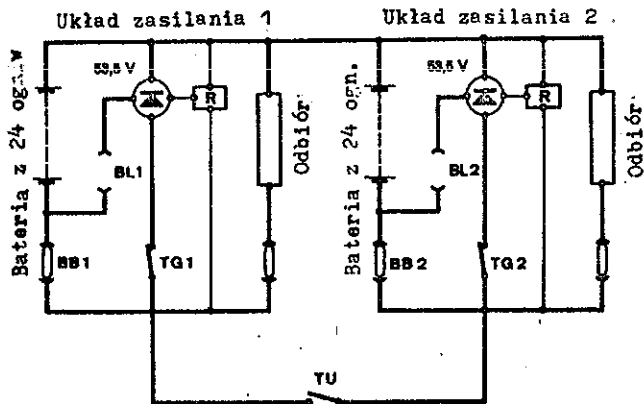
L1, B1, ZZ1 - łącznik, L2, B2, ZZ2 - łącznik, L - bezpiecznik do ładowania baterii odłączonej od odbioru lub jej wyładowania przy próbie pojemności, N, U - łącznik do zbocznikowania układu przełączników bateryjnych



Rys. 4. Przebiegi napięć na zaciskach wyjściowych urządzenia zasilającego typu 600 A z dzieloną baterią i prostownikiem 200 A podczas obecności napięcia w sieci



Rys. 5. Przebiegi napięć na zaciskach wyjściowych urządzenia zasilającego z dzieloną baterią, podczas zaniku i powrotu napięcia w sieci



Rys. 6. Schemat zasadniczy urządzenia zasilającego 48 V w układzie bezpośrednim

## SYSTEM BEZPRZERWOWEGO ZASILANIA PRĄDEM PRZEMIENNYM ZA POMOCĄ PRZETWORNIC TYRYSTOROWYCH

Opracował H. Naimski na podstawie artykułu Kawamoto H.: Static type non-break AC power supply system. Rev. Elect. Commun. Lab. 1969 t. 17 nr 7, s. 626-643.

### 1. WSTĘP

Japońskie Towarzystwo Telegrafu i Telefonu (NTT) skoncentrowało swoje wysiłki w celu opracowania różnych typów urządzeń zasilających telekomunikacji przy zastosowaniu tyrystorów lub tranzystorów mocy. W Laboratorium Telekomunikacji NTT opracowano statyczne urządzenie bezprzerwowego zasilania prądem przemiennym, którego zasadniczym organem jest przetwornica tyrystorowa.

W porównaniu do konwencjonalnych źródeł bezprzerwowego zasilania, stosujących maszyny wirujące, nowe urządzenie zasilające ma następujące zalety: mniejsze wymiary, niższą cenę, większą niezawodność i lepszą charakterystykę. Opracowanie systemu rozpoczęto w drugiej połowie 1965 r., przeprowadzając podstawowe studia doświadczalne i teoretyczne w odniesieniu do sposobu połączenia odbiorców, regulacji napięcia, filtrowania itp. W grudniu 1965 r. wykonano w Laboratorium Telekomunikacyjnym model doświadczalny o mocy 5 kVA.

Model ten posłużył do rozwiązania wielu problemów i do opracowania konstrukcji tego urządzenia.

We wrześniu 1966 r. wykonano urządzenie o mocy 5 kVA przeznaczone do prób eksploatacyjnych.

W listopadzie 1966 r. przeprowadzono próby przy zasilaniu urządzeń telefonii nośnej na Stacji Yamato-Takada i uzyskano wyniki zadowalające. W marcu 1967 r. opracowano wymagania i dokumentację techniczną oraz rozpoczęto na początku roku budżetowego 1967 r. w urzędzie Hiratsuka i w sześciu innych obiektach próby eksploatacyjne serii urządzeń.

## 2. STUDIA PODSTAWOWYCH UKŁADÓW

### 2.1. Wybór systemu zasilania

Na ogół wymagania stawiane urządzeniom zasilającym telekomunikacji, włączając w to urządzenia bezprzewodowego zasilania prądem przemiennym, są następujące:

- a) wysoka niezawodność
- b) niska cena
- c) łatwa konserwacja
- d) dobra charakterystyka zewnętrzna przy zmianach napięcia wyjściowego.

Z powyższych cech łatwość konserwacji (c) może być uzyskana w dużym stopniu przez zastąpienie maszyn wirujących urządzeniami statycznymi. W pozostałych trzech punktach urządzenie typu statycznego nigdy nie będzie gorsze od urządzeń wirujących.

Jednakże przy zastosowaniu statycznych przetwornic wyżej wymienione cechy będą zależały od przyjętego sy-

stemu zasilania. Rys. 1<sup>x)</sup> przedstawia cztery systemy zasilania, które są dalej rozważane porównawczo pod względem: zmian napięcia w zależności od układu przełączania odbioru, niezawodności, charakterystyki ekonomicznej itp.

Każdy z czterech systemów bezprzerwowego zasilania prądem przemiennym zawiera baterię akumulatorów, jako zasobnik energii, oraz przetwornicę statyczną (tyrystorową).

Rysunek 1a przedstawia prosty system zasilania ciągłego, w którym prąd przemienny jest stale dostarczany przez przetwornicę, niezależnie od tego, czy sieć elektroenergetyczna pracuje normalnie, czy nie.

System ten jest bardzo dobry pod względem charakterystyki na wyjściu w przypadkach zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej, lecz jest niedogodny pod innymi względami, gdyż wymaga rezerwowej przetwornicy i prostownika oraz pracuje ze stałymi dużymi stratami mocy.

Rysunek 1b pokazuje system niezależnego rezerwowania, gdzie przetwornica zazwyczaj pozostaje w stanie nieczynnym. W razie zaniku napięcia w sieci przetwornica zostaje uruchomiona i stycznik przełącza odbiór na przetwornicę. System ten pracuje z najmniejszymi stratami spośród wszystkich czterech, lecz ma tę wadę, że zasilanie ulega przerwie na chwilę za każdym razem, gdy następuje zanik lub powrót napięcia w sieci.

W celu usunięcia tej wady opracowano system równoległego rezerwowania, przedstawiony na rys. 1c. W tym sy-

<sup>x)</sup> Wszystkie rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.



stemie przetwornica normalnie pracuje równolegle i synchronicznie z siecią i w ten sposób odbiór jest zasilany z obydwu źródeł. Wymaga to układu równoważącego obciążenie. W razie zaniku napięcia w sieci następuje odłączenie sieci od odbioru za pomocą stycznika i zasilanie odbywa się z przetwornicy.

Rysunek 1d przedstawia system ciągłego rezerwowego zasilania, w którym energia jest normalnie dostarczana do odbioru tylko z sieci, podczas gdy przetwornica pracuje bez obciążenia i synchronicznie z siecią (łącznik ACSW po stronie przetwornicy jest w stanie rozłączonym). Z chwilą zaniku napięcia sieci łączniki elektroniczne ACSW zostają przełączone, tak że zasilanie przechodzi z sieci na przetwornicę bez żadnej przerwy.

Systemy (c) i (d)<sup>x)</sup> przewyższają system (a) pod względem charakterystyki wyjściowej w przypadku zaniku napięcia w sieci, a także straty w nich są mniejsze niż w systemie pokazanym na rys. 1a.

W systemie (b) przerwa w zasilaniu odbiorów występuje przy zaniku lub powrocie napięcia w sieci, co nie jest dopuszczalne w telekomunikacji, a zatem porównywanie tego systemu z innymi jest niewłaściwe.

System (a), jako znacznie gorszy od (c) lub (d), powinien być wyeliminowany. Wreszcie należy porównać system (c) z (d). System (c) musi być wyposażony w równoważnik obciążenia i jego sprawność jest niższa od systemu (d). Poza tym system (d) może być rozwiązany ekono-

<sup>x)</sup> Zgłoszenie patentowe 40-10251.

micznie przez wykorzystanie elektronicznego łącznika prądu przemiennego również jako elementu do automatycznej regulacji napięcia, co będzie dalej opisane.

W wyniku powyższego studium przyjęto system ciągłego rezerwowania (d).

## 2.2. Główne zarysy wybranego układu i jego działanie

W celu zrealizowania systemu ciągłego rezerwowania jest konieczne zastosowanie przełącznika szybkiego, który musi wykonać całkowicie przełączenie obwodu połączonego bezpośrednio z siecią na przetwornicę w ciągu półokresu oraz musi działać niezawodnie. Obecnie jedynym elementem zdolnym spełnić takie wymagania jest tylko tyrystor.

Rysunek 2 przedstawia zasadniczy układ przełączania prądu przemiennego opartego na zastosowaniu tyrystorów.

Łączniki tyrystorowe ACSW1 i ACSW2 są umieszczone zarówno po stronie sieci, jak i przetwornicy. Impulsy zapłonowe do obydwu tych łączników są wysyłane w taki sposób, że gdy jeden z nich jest w stanie załączenia, to drugi jest wyłączony.

Istnieje jednak obawa zwarcia obydwu źródeł (sieci i przetwornicy), jeżeli obciążenie jest indukcyjne. Zapobiec temu jednak można przez włączenie filtra po stronie odbioru i stabilizację kąta fazowego impulsu zapłonowego.

Innym zagadnieniem jest ustalenie sposobu regulacji napięcia wyjściowego na stałym poziomie. W odniesieniu

do regulacji napięcia pobieranego bezpośrednio z sieci mogą być stosowane następujące metody:

- 1) za pomocą stabilizatora napięcia,
- 2) poprzez zmianę kąta fazowego zapłonu tyrystorów włączonych odwrotnie - równolegle.

W odniesieniu do regulacji napięcia pobieranego z przetwornicy mogą być zastosowane cztery metody uznane jako praktyczne:

- 1) regulacja napięcia wejściowego po stronie prądu stałego,
- 2) zmiana szerokości impulsów sterujących w przetwornicy,
- 3) zastosowanie stabilizatora ferorezonansowego,
- 4) sterowanie fazowe zapłonu tyrystorów włączonych odwrotnie - równolegle.

Dla ustalenia optymalnej metody należy wziąć pod uwagę: stronę ekonomiczną, niezawodność, szybkość regulacji oraz możliwość zastosowania zarówno przy bezpośrednim zasilaniu z sieci, jak i z przetwornicy.

Metody pokazane na rys. 3 zostały wybrane jako najodpowiedniejsze, przy czym w razie zastosowania metody (a) nie jest potrzebny filtr do uzyskania sinusoidalnego przebiegu. Jednakże metodę tę cechuje stosunkowo powolna regulacja oraz konieczność zastosowania bardzo dużego dławika nasycanego. Nie jest możliwe wykonanie stabilizatora ferorezonansowego o mocy powyżej 5 kVA.

W metodzie (b) układ regulacji za pomocą tyrystorów połączonych odwrotnie - równolegle jest włączony na wyjściu. Nie ma tu ograniczenia mocy, lecz jest niezbędny transformator podwyższający po stronie zasilania z sieci, ponieważ napięcia nie można inaczej podwyższyć na wejściu.

Metoda (c), w której przełącznik tyrystorowy został wykorzystany również do regulacji napięcia, jest bardziej ekonomiczna od metody (b) i dlatego została przyjęta<sup>x)</sup>.

Opierając się na studiach dotychczas przeprowadzonych, ustalono zasadniczy układ podany na rys. 4. W stanie normalnym automatyczna regulacja napięcia odbywa się za pomocą ACSW1 po stronie odbioru.

Filtr wyjściowy "Fil out" zapewnia sinusoidalną krzywą napięcia na wyjściu. Przetwornica INV zasilana prądem stałym pracuje stale synchronicznie z siecią, lecz bez obciążenia. Gdy napięcie w sieci zanika lub przekracza granice tolerancji, włącza się ACSW2 i wyłącza ACSW1.

W ten sposób obciążenie zostaje przeniesione ze strony sieci na przetwornicę. Utrzymanie stałości napięcia zapewnia teraz ACSW2.

W czasie gdy odbiór jest zasilany z przetwornicy, stycznik MC jest otwarty. Po powrocie napięcia w sieci (powrocie napięcia do stanu normalnego) stycznik MC zostaje zamknięty po stwierdzeniu, że napięcie w sieci jest normalne i napięcie przetwornicy jest zsynchronizowane z napięciem w sieci. Odbiór zostaje z powrotem zasilany z sieci.

x) Zastrzeżenie patentowe 41-3846.

Jeżeli układ ma być wyłączony z pracy w celu naprawy albo w razie jego uszkodzenia, odbiór może być połączony bezpośrednio z siecią za pomocą łącznika KS.

Filtr wejściowy przetwornicy "Fil in" zapobiega przedostawaniu się do źródła prądu stałego napięć zakłócających, wytwarzanych przez przetwornicę.

Filtry "Fil II" są włączone na wszystkich wejściach i wyjściach w celu stłumienia zakłóceń radioelektrycznych, zarówno promieniowanych jak i przewodzonych, aby nie przedostawały się one do innych urządzeń.

Jak wspomniano poprzednio, niezbędny jest w układzie transformator podwyższający do zapewnienia utrzymania napięcia wyjściowego na poziomie 200 V <sup>x)</sup>, gdy na przykład napięcie wejściowe będzie zmieniało się w granicach 200 V  $\pm$  15%. Do tego celu służy autotransformator "Auto Tr" pokazany na rys. 4.

Jest również możliwe umieszczenie tego transformatora na wejściu do ACSW1 lub na wyjściu z filtru "Fil out".

W przypadku umieszczenia autotransformatora na wejściu do ACSW1 moc transformatora będzie większa i napięcie szczytowe w łączniku będzie wyższe. Jednakże prąd w łączniku zmniejszy się i straty przy zasilaniu z przetwornicy będą mniejsze. Metoda ta jednak nie została przyjęta, ponieważ ma poważną wadę polegającą na podwyższeniu napięcia szczytowego w łączniku.

Gdyby autotransformator umieścić po stronie wyjścio-

---

x) Napięcie 200 V jest w Japonii przyjęte jako normalne napięcie fazowe w sieci niskiego napięcia.

wej filtru, to jego moc (obciążalność) zmniejszyłaby się (ponieważ prąd wysokiej częstotliwości nie płynie), a prąd w szeregowych elementach filtru zwiększy się i napięcie szczytowe przyłożone do równoległe włączonych elementów spadnie. Moc (obciążalność) pozorna szeregowych elementów filtru zwykle jest znacznie większa niż obciążalność autotransformatora lub elementów równoległych. Ze względów ekonomicznych nie jest więc pożądane umieszczenie autotransformatora tak, aby zwiększył się prąd w szeregowych elementach filtru. Z tego powodu autotransformator umieszczono w miejscu podanym na rysunku 4.

W celu ochrony tyrystorów przetwornicy przed prądami zwarcia, mogącymi powstać na skutek na przykład wadliwej komutacji, zastosowano wyłącznik nadmiarowy  $NFB_1$ , który musi działać bardzo szybko. Spełnia on również zadanie wyłącznika źródła prądu stałego. Wyłącznik nadmiarowy  $NFB_2$  ma na celu ochronę tyrystorów przed zwarcie i przeciążeniem po stronie odbioru. Wyłącznik ten zatem powinien mieć zarówno charakterystykę szybkiego działania przy zwarcie, jak i zwłocznego przy przeciążeniu. W razie zwarcia,  $NFB_2$  powinien przerwać prąd na zasadzie swojej charakterystyki szybkiego działania. Natomiast, jeżeli wartość prądu będzie się znajdowała między znamionową a tą wartością, przy której następuje szybkie wyłączenie, to przerwanie prądu powinno nastąpić z opóźnieniem. Bezpiecznik F jest bezpiecznikiem topikowym o działaniu szybkim w celu ochrony łącznika prądu przemiennego po stronie sieci przed przeciążeniem.

### 3. NIEZAWODNOŚĆ

Wymaga się, aby źródła energii stosowane w telekomunikacji miały bardzo wysoki stopień niezawodności. W przypadku telefonii nośnej lub linii radiowych (radiokomunikacji) jest pożądane, aby wskaźnik zawodności nie przekraczał 0,1% na 1000 godz.

Dla porównania podano w tablicy 1 wskaźniki zawodności zespołów wirujących obliczone na podstawie zapisów w dziennikach uszkodzeń przedsiębiorstwa eksploatacji telekomunikacji w Japonii NTT i jak widać, wielokrotnie przekraczające pożądany wskaźnik.

T a b l i c a 1

Wskaźniki uszkodzeń wirujących zespołów  
do bezprzerwowego zasilania

Typ urządzenia	Liczba uszkodzeń w 1966 r.	Liczba urządzeń czynnych w 1966 r.	Wskaźniki uszkodzeń (% na 1000 godzin)
3-EG, 2EG	87 razy	3390 zespołów x miesiąc	3,57
MGG, DMA	37 razy	1974 zespołów x miesiąc	2,68

### 4. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA EKSPLOATACYJNA SYSTEMU

W artykule jest podana charakterystyka eksploatacyjna oparta na wynikach końcowych badań urządzenia bezprzerwowego zasilania o mocy 5 kVA.

#### 4.1. Charakterystyka statyczna

Charakterystyka napięciowa przy zmianie obciążenia od 0 do 25 A (pełne obciążenie) jest podana na rys. 5a i b. W tym przypadku napięciem znamionowym na wyjściu jest  $200\text{ V} \pm 4\text{ V}$ . Sprawność w tych warunkach zmienia się jak podano na rys. 6. Krzywa górna podczas obecności napięcia w sieci, dolna przy zasilaniu z przetwornicy<sup>x)</sup>. Pobór mocy ze źródła prądu stałego, głównie do zasilania przetwornicy pracującej bez obciążenia, wynosi około 800 W i stąd wypadkowa sprawność urządzenia przy pełnym obciążeniu wynosi normalnie 74%.

Współczynnik zniekształcenia fali napięcia wyjściowego podany jest na rys. 7a i b.

Nawet w najgorszych warunkach (zasilanie z sieci, pełne obciążenie) współczynnik ten wynosi około 6%. Zmienia się on w zależności od obciążenia, ponieważ zmienia się kąt zapłonu w łączniku prądu przemiennego i kształt fali na wejściu do filtra ulega zmianie.

#### 4.2. Charakterystyki dynamiczne

Kiedy następuje zanik napięcia sieci lub jego powrót, odbywa się samoczynne przełączanie. Przejściowe odchyle-

<sup>x)</sup> Na wykresie tym przedstawiono dodatkowo, po uwzględnieniu stałych strat jałowych w przetwornicy (800 W), krzywą (3) sprawności wypadkowej urządzenia przy różnych obciążeniach. Wynika z tego, że sprawność wypadkowa urządzenia podczas obecności napięcia sieci jest nieznacznie tylko większa od sprawności urządzenia podczas zasilania z przetwornicy (uwaga H.N.).



nia napięcia wyjściowego i czas ustalania się napięcia na poziomie  $200\text{ V} \pm 2\%$  w tym przypadku są podane w tabelicy 2.

T a b l i c a 2

Charakterystyka automatycznego przełączania podczas prób końcowych

Obciążenie	Zanik napięcia w sieci		Powrót napięcia w sieci	
	Wahania napięcia %	Czas powrotu Hz	Wahania napięcia %	Czas powrotu Hz
0	-5 + 10	6	-7 + 3	3
50% (2,5 kW)	-21 + 17	9	-10 + 4	3
100% (5 kW)	-23 + 17	8	-10 + 5	3

Wartości podane w poszczególnych rubrykach tabl. 2 zostały wybrane jako najgorsze spośród wyników pięciu kolejnych prób. Odchylenia znamionowego napięcia wyjściowego zawierają się w granicach  $200\text{ V} \pm 30\%$ , a czas ustalania się napięcia obejmuje 15 okresów (250 ms).

W chwili zaniku napięcia w sieci łącznik niekiedy nie zdoła zadziałać w ciągu jednego półokresu z powodu opóźnienia czujnika kontrolującego napięcie w sieci. W tym przypadku, zwłaszcza jeśli obciążenie jest duże, przejściowy spadek napięcia jest zauważalny.

Gdy napięcie w sieci powraca, sygnał przełączenia zostaje wysłany dopiero z chwilą zsynchronizowania napięcia przetwornicy z napięciem w sieci. W tym czasie

Charakterystyka stanów nieustalonych przy raptownych zmianach obciążenia podczas prób końcowych

Zmiana obciążenia (A) %	Podczas zasilania z sieci			Podczas zasilania z przetwornicy		
	Wahania napięcia (%)		Czas powrotu (Hz)	Wahania napięcia (%)		Czas powrotu (Hz)
0 8	-3	+3	3	-7	+1	3
0 20	-9	+4	3	-16	+1	3
0 50	-26	+8	5	-31	+2	5
8 0	+6	-3	5	+7	-2	4
30 0	+33	-9	10	+32	-2	5
100 92	+2	-2	0	+1	-1	0
100 80	+8	-5	2	+8	-2	1
100 50	+23	-10	4	+25	-8	4
92 100	-2	+1	0	-3	0	1
80 100	-6	+5	3	-8	+1	1
50 100	-19	+8	4	-21	+1	2

odchylenia napięcia wyjściowego są mniejsze niż przy zaniku napięcia w sieci, gdyż odbiór jest zasilany z przetwornicy jeszcze w ciągu półokresu.

Charakterystyki dynamiczne przy raptownych zmianach obciążenia są przedstawione w tabl. 3. Są to wartości wybrane jako najgorsze spośród wyników z trzech prób.

Dane odnoszące się do zakłóceń radioelektrycznych zawiera tabl. 4.

T a b l i c a 4

Zasilanie - z sieci 200 V  $\pm$  30 V 1-faz. 60 Hz +1-3 Hz

Zasilanie prądem stałym - 150  $\pm$  20 V

Napięcie wejściowe - 200 V  $\pm$  2% 1-faz. 60 Hz

Moc wyjściowa - 5 kVA  $\cos \varphi$  0,85 ind -1

Przebiegi odchylenie napięcia -

na wyjściu  $\pm$  30%, powrót do  $\pm$  2% w ciągu 15 Hz

Zakłócenia wnoszone na źródło

prądu stałego < 30 mV do 150 V lub < 5 mV do 48 V w przypadku

przetwornicy zasilanej napięciem 48 V.

Zakłócenia radioelektryczne - Natężenie pola na metr < 55 dB dla zakresu fal  
średnich i < 45 dB dla zakresu fal krótkich (Wartość średnia 1  $\mu$ V/m =  
= 0 dB)

Poziom zakłóceń akustycznych 70 fonów na długości 1 m

Sprawność 83% przy zasilaniu z sieci i

70% przy zasilaniu z przetwornicy

Przebiegiwalność 130% w ciągu 1 minuty bez uszkodzeń.

## 5. ZAKOŃCZENIE

Niniejszy artykuł opisuje urządzenie do bezprzerwowego zasilania prądem przemiennym stosowane w stacjach telefonii nośnej i linii radiowych oraz podaje wyniki badań i prób eksploatacyjnych wykazujących przydatność urządzenia w praktyce.

Od czasu wynalezienia tyrystora w 1957 roku jego zastosowanie w dziedzinie zasilania znacznie się rozprószyło. Od 1963 r. NTT również skoncentrowało się nad opracowaniem przetwornic tyrystorowych nie regulowanych i regulowanych, przetwornic dzwonienia, prostowników tyrystorowych, przełączników bezprzerwowego prądu przemiennego itp., traktując wprowadzenie tyrystorów do urządzeń zasilających, jako główny przedmiot badań.

Dzięki pomysłnemu rozwiązaniu urządzeń bezprzerwowego zasilania prądem przemiennym osiągnięto znaczny postęp w elektronicznych urządzeniach zasilających.

Zastąpienie maszyn wirujących urządzeniami tyrystorowymi ma na celu uzyskanie urządzeń zasilających o mniejszych rozmiarach, łatwiejszych w konserwacji, bardziej niezawodnych i ekonomicznych w eksploatacji.

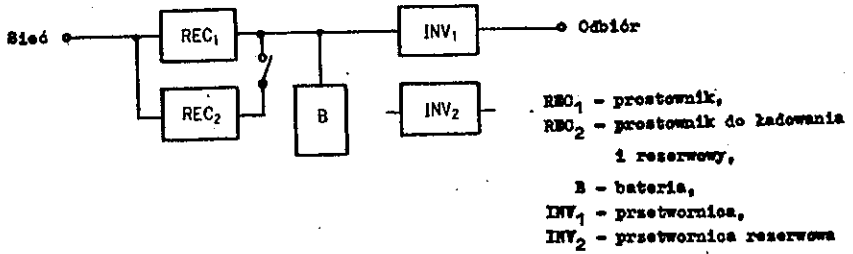
Aczkolwiek artykuł niniejszy nie zawiera analizy ekonomicznej, jednakże urządzenia bezprzerwowego zasilania o mocy 5 lub 10 kVA są tańsze w nakładach i rocznych kosztach eksploatacji co najmniej o 20% od analogicznych zespołów maszynowych.

## WYKAZ LITERATURY

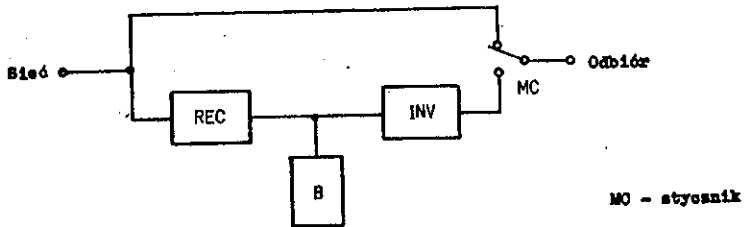
1. Technical data concerning specification for static type non-break AC supply equipment. Elect. Commun. Lab. Internal Rep. (Gizyutsu Sirio) nr 1131, 1967.
2. Kawamoto H. i in.: Static type non-break AC supply equipment. Elect. Commun. Lab. Internal Rep. (Seika Hokoku) nr 3475, 1967.
3. Kawamoto H. i Yotsumoto K.: Study of filter for inverter use. Elect. Commun. Lab. Internal Rep. (Keika Sirio) nr 2104, 1966.
4. Kawamoto H. i Yotsumoto K.: Study of filter for inverter use (nr 2) Elect. Commun. Lab. Internal Rep. (Keika Sirio) nr 2104, 1966.
5. Tanaka M. i in.: Study of trigger signal for thyristor AC switch and filter foss. Elect. Commun. Lab. Internal Rep. (Seika Kokoku) nr 3039, 1966.
6. Kawamoto H. i in.: Problems on trial manufacture of static type non-break AC supply equipment. Elect. Commun. Lab. Internal Rep. (Keika Sirio) nr 2306, 1967.
7. Kawamoto H. i in.: Report on field test of non-break AC supply equipment. Elect. Commun. Lab. Internal Rep. (Keika Sirio) nr 2291, 1967.
8. Sekino Y. i in.: Designing the main circuit for static type Non-Break AC supply equipment. Elect. Commun. Lab. Tech. J. 1968 t. 17 nr 1, s. 159.

9. Tanaka M. i Sekino Y.: Designing a controlling circuit for static type non-break AC supply equipment. *Elect. Commun. Lab. Tech. J.* 1968 t. 17 nr 1, s. 185.
10. Sonoda S. i Sugiyama D.: Reliability necessary for SCR and transistor elements for communication power use and reliability of electric power equipment using them. *Elect. Commun. Lab. Internal Rep. (Keika Sirio)* nr 1412, 1964.
11. Masuda K.: Reliability of communication thyristor and method of testing it. *Elect. Commun. Lab. Tech. J.* 1965 t. 14 nr 8, s. 165.
12. Takahara K.: Trend in electronic circuit parts in communication equipment. *Elect. Commun. Lab. Internal Rep. (Tyosa Sirio)* nr 40, 1964.
13. Hayasaka T.: Telegraph and telephone enterprises and new techniques. *Elect. Commun. Lab. Monthly J.* 1967 t. 20 nr 1, s. 33.
14. Saegusa M. i in.: The permissible rise rate of forward current during trigger time of thyristor. *Elect. Commun. Lab. Tech. J.* 1967 t. 16 nr 1, s. 45.
15. Thyristor type end-cell full floating system. *Elect. Commun. Lab. Internal Rep. (Gizyutsu Sirio)* nr 138, 1967.

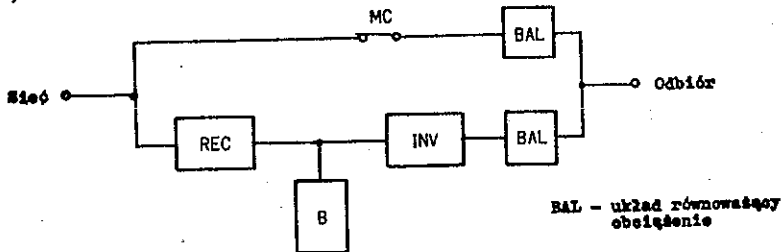
a)



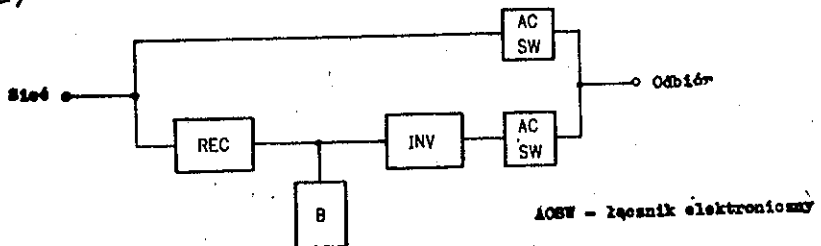
b)



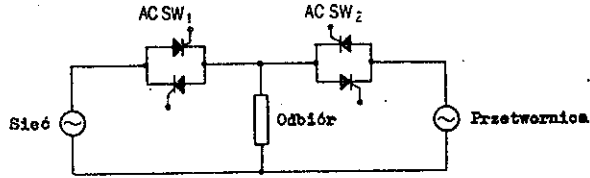
c)



d)

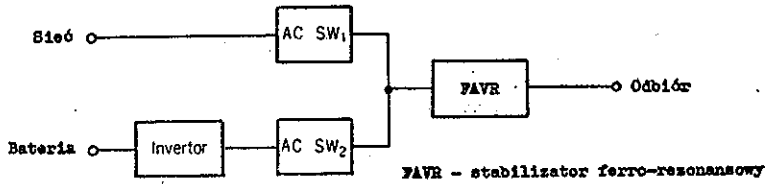


Rys. 1. Statyczne systemy bezprzerwowego zasilania prądem przemiennym: a) prosty system zasilania ciągłego, b) system niezależnego rezerwowania, c) system równoległego rezerwowania, d) system ciągłego rezerwowania

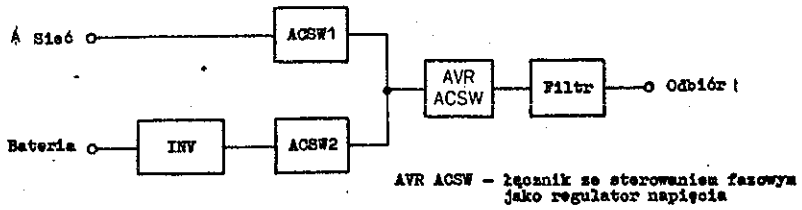


Rys. 2. Układ łączników tyrystorowych

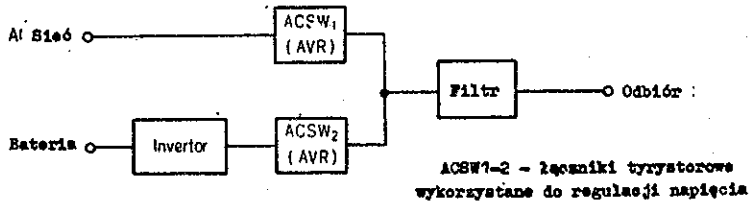
d)



b)

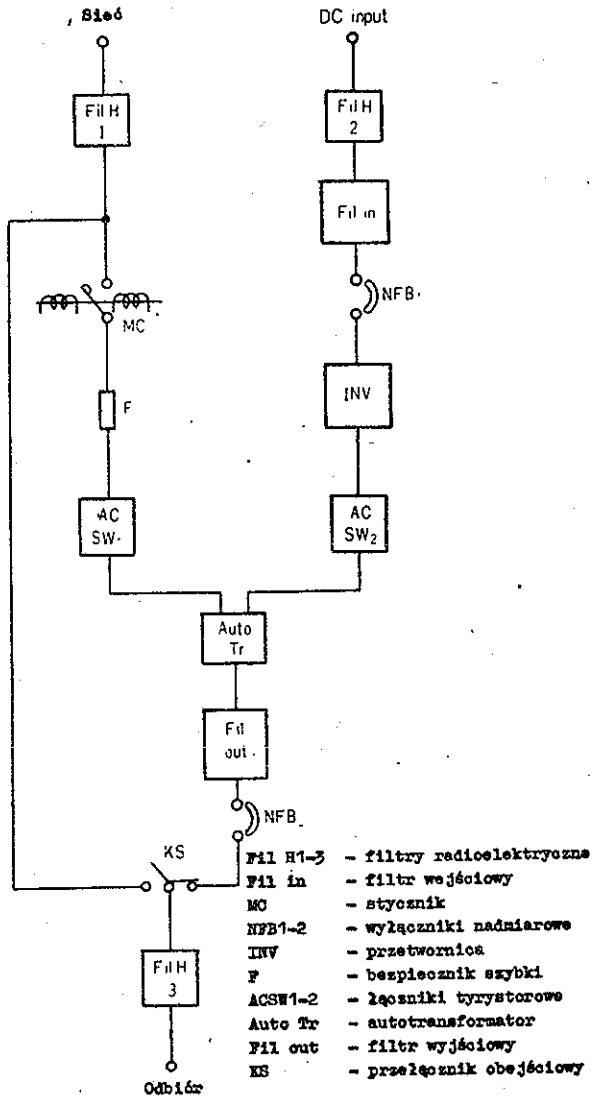


c)

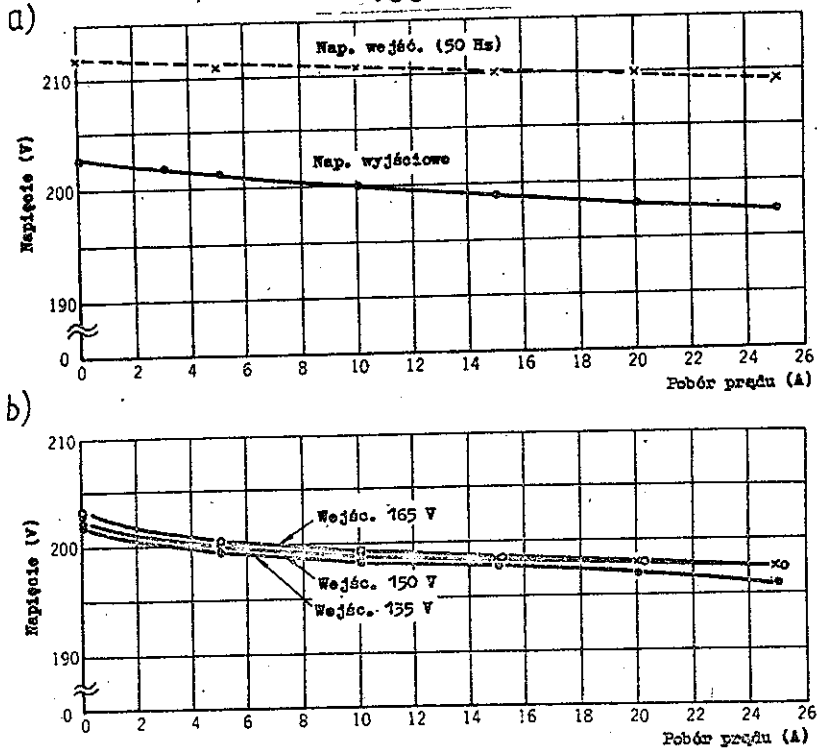


Rys. 3. Różne metody regulacji napięcia

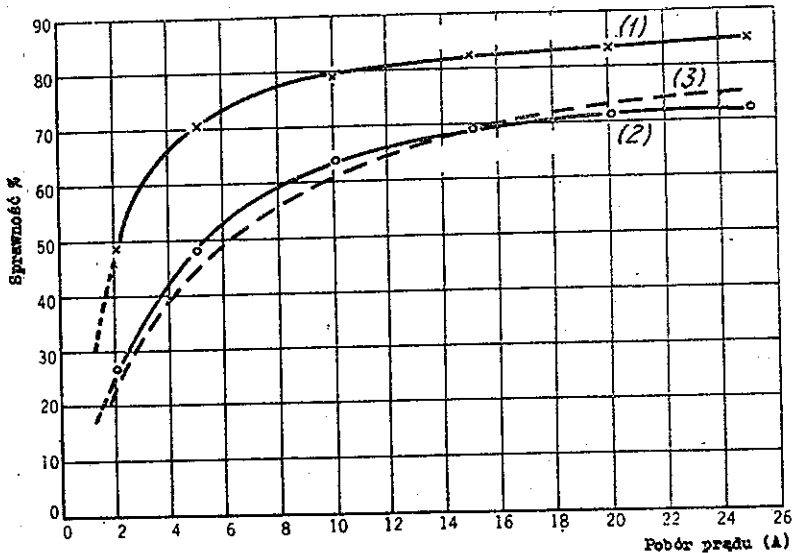




Rys. 4. Schemat blokowy układu

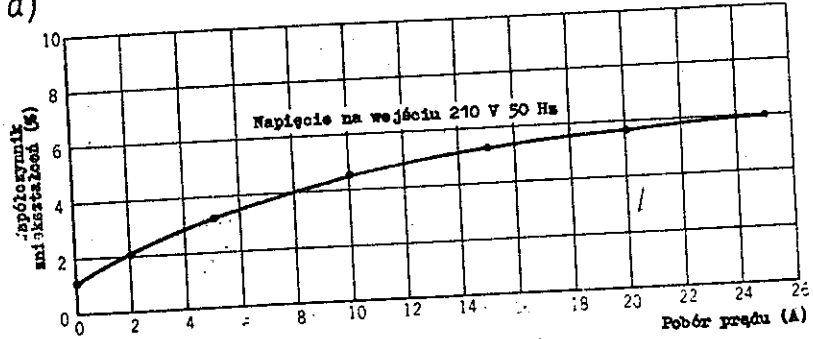


Rys. 5. Charakterystyki napięciowe przy badaniach końcowych:  
a) podczas zasilania z sieci, b) podczas zasilania z przetwornicy

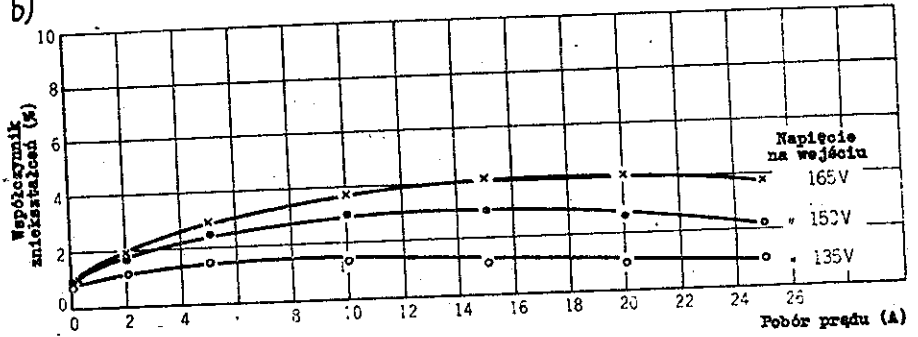


Rys. 6. Sprawność przy badaniach końcowych:  
(1) przy zasilaniu z sieci, (2) przy zasilaniu z przetwornicy,  
(3) wypadkowa

a)



b)



Rys. 7. Zniekształcenia fali napięcia wyjściowego przy badaniach końcowych: a) podczas zasilania z sieci, b) podczas zasilania z przetwornicy

