

Inż. A. WITORT

Krajowe wzmacniacze radiowęzłowe

WIELE szkół, spółdzielni produkcyjnych, zakładów przemysłowych itd. ma już własne radiowęzły. Niemniej jednak potrzeby na tym odcinku nie są jeszcze w pełni zaspokojone i co roku coraz nowe instytucje i zakłady pracy przystępują do akcji radiofonizacyjnej, zwracając się przeważnie do przedsiębiorstw Radiofonizacji Kraju lub odpowiednich biur projektów o pomoc przy ustalaniu założeń na całość urządzeń radiowęzła i opracowanie projektów technicznych. Nie brak też przypadków zakładania radiowęzłów sposobem gospodarczym, to jest we własnym zakresie. Koła radioamatorów mogą tu udzielić cennej pomocy przy projektowaniu i budowie radiowęzłów, udzielając fachowych porad i wskazówek oraz wykonując trudniejsze prace wymagające odpowiednich kwalifikacji. Przykładem i wzorem takiej współpracy są radioamatorzy Związku Radzieckiego, których udział w radiofonizacji kraju jest bardzo znaczny i wszechstronny.

Wiadomo, że podstawowym urządzeniem radiowęzła są wzmacniacze małej częstotliwości, które dostarczają mocy potrzebnej do zasilania przyłączonych głośników. Dlatego też wybór najodpowiedniejszych wzmacniaczy staje się sprawą bardzo istotną przy projektowaniu budowy radiowęzła.

Poniższy przegląd wzmacniaczy i zespołów wzmacniających produkcji kra-

jowej ułatwi orientację co do przydatności poszczególnych typów, zależnie od potrzeb.

Ogólna charakterystyka wzmacniaczy radiowęzłowych

W porównaniu do wzmacniaczy m. cz. budowanych przez radioamatorów — radiowęzłowe wzmacniacze mocy wykazują następujące cechy:

- przystosowanie do pracy przy obciążeniu zmieniającym się od pewnej wartości znamionowej do bardzo małego obciążenia, stanowiącego np. 0,1 obciążenia znamionowego;
- duża sprawność energetyczna, tj. korzystny stosunek mocy oddawanej na wyjściu do mocy pobieranej z sieci elektroenergetycznej, w granicach możliwości do osiągnięcia dla wzmacniacza danej klasy;
- przystosowanie do pracy w ciągu kilkunastu godzin bez przerwy, tj. praktycznie — do pracy ciągłej.

Pierwsza z wymienionych, a zarazem główna cecha radiowęzłowych wzmacniaczy mocy wynika ze szczególnego charakteru obciążenia wzmacniacza, jakim jest sieć przesyłowa z przyłączonymi do niej głośnikami. Opór wejściowy takiej sieci, „widziany“ od strony wzmacniacza, zmienia się dość znacznie zależnie od częstotliwości oraz

zmienia się w czasie zależnie od ilości czynnych w danej chwili głośników i od ustawienia ich regulatorów głośności.

Przy zmianie oporu obciążenia wzmacniacze mocy powinny zachowywać właściwe napięcie na wyjściu. Warunek ten zostanie spełniony, jeżeli wewnętrzny opór wzmacniacza będzie bardzo mały. Przy konstruowaniu wzmacniaczy uzyskuje się to głównie przez zastosowanie silnego ujemnego sprzężenia zwrotnego i transformatora wyjściowego o małym oporze uzwojeń.

Możliwie duża sprawność wzmacniaczy radiowęzłowych jest konieczna ze względu na stosunkowo dużą moc stacji radiowęzłów, przy której ilość zużywanej energii elektrycznej jest czynnikiem dość istotnym. W celu zmniejszenia kosztów eksploatacji wzmacniaczy dąży się również do pełnego wykorzystywania lamp w stopniu końcowym.

Ponieważ większość radiowęzłów pracuje przez kilka do kilkunastu godzin na dobę, wzmacniacze powinny być przystosowane do tych warunków pracy, przy czym trwałość ich powinna wynosić kilka lat.

Większość wzmacniaczy ma konstrukcję przystosowaną do instalowania lub w amplifikatorniach radiowęzłów lub w podstacjach. Tylko niektóre wzmacniacze małej mocy są wbudowa-

ne do skrzynek metalowych i przystosowane do ustawiania na stole.

Urządzenia wzmacniające przeznaczone do zasilania radiowęzłowych sieci przesyłowych z głośnikami można podzielić na trzy grupy:

- radiowęzłowe wzmacniacze mocy, których zadaniem jest wyłącznie wzmacnianie mocy elektrycznej pasma częstotliwości akustycznych; mają one zawsze tylko jedno wejście, do którego doprowadza się napięcie sterujące z osobnych wzmacniaczy sterujących, odbiorników radiofonicznych lub linii sterujących;
- wzmacniacze m. cz., w których uzupełnieniem wzmacniacza mocy są przedwzmacniacze, przełączniki, regulatory barwy dźwięku itp. stanowiące wraz z wzmacniaczem mocy jedną konstrukcyjną całość; urządzenia takie mają zwykle kilka wejść o różnej czułości, przeznaczonych do przyłączenia mikrofonu, adaptera, odbiornika, a niekiedy i linii sterującej;
- zespoły odbiorczo-wzmacniające; zawierają one oprócz wzmacniacza mocy również wzmacniacz wstępny, umożliwiający nadawanie audycji przy użyciu mikrofonu, odbiornika lub gramofonu elektrycznego.

Prócz tego do sterowania wzmacniaczy mocy są używane zespoły odbiorczo-sterujące.

Wzmacniacze radiowęzłowe produkowane w okresie 1946—1952 r.

Pierwszym wzmacniaczem radiowęzłowym produkowanym po wojnie (1946 r.) był wzmacniacz typu „IKA“ AS 25 mocy około 20 VA. Posiadał on 5 wejść (2 mikrofony, adapter, odbiornik i linia). Wtórne uzwojenie transformatora posiadało odczepy umożliwiające uzyskanie przy znamionowej mocy następujących napięć: 30 V, 60 V, 120 V i 240 V. W stopniu końcowym pracowały 2 lampy 6L6. Całość stanowiła panel przystosowany do zamocowania w stojaku metalowym lub ustawienia na stole. Opis i schemat tego wzmacniacza podany był w n-rze 6 miesięcznika RADIO z 1946 r.

Następnym typem (1947 r.) był wzmacniacz Państwowej Wytwórni Radiotechnicznej (PWR) typu 50 AB mocy około 50 VA. Wejścia takie same jak w AS 25. Wyjście: 30 V i 120 V lub 240 V. W stopniu końcowym również 2 lampy 6L6 w układzie przeciwsobnym.

Dla radiowęzłów — wzmacniacze tego typu były dostarczone w zespołach zawierających 2 wzmacniacze w stojaku wyposażonym w autotransformator do regulowania napięcia zasilającego, panel rozdzielczy z zabezpieczeniami do przyłączenia linii i głośnik kontrolny. Schemat wzmacniacza był zamieszczony w n-rze 5 miesięcznika RADIO z 1947 r.

Z kolei rozpoczęto produkcję typowego radiowęzłowego wzmacniacza mocy PWR 2 x 100; po zmodernizowaniu — był on produkowany przez Zakłady Wytwórcze Materiałów Teletechnicznych (ZWMT) jako typ 2 x 100/49. Zespół wzmacniający (w stojaku o szerokości 53 cm i wysokości 200 cm) zawierał: 2 wzmacniacze mocy po około 90 VA, panel rozdzielczy wraz z zabezpieczeniami dla 4 linii przesyłowych, autotransformator (umożliwiający utrzymywanie właściwej wartości napięcia zasilającego aparaturę przy wahaniami napięcia sieci w granicach 170÷250 V), woltomierz wskazujący napięcie zasilające, przełączalny miernik do pomiarów napięć i prądów we wzmacniaczach i napięcia m. cz. na wyjściu.

Wejście wzmacniacza transformatorowe (symetryczne) o oporze ok. 10 000 Ω przy częstotliwości 50 c/s. Napięcie sterujące — w granicach 20÷30 V. Wyjście 30 V i 120 V lub 240 V (dwa uzwojenia łączone równolegle lub szeregowo). Wzmacniacz ma 2 stopnie, oba w układzie przeciwsobnym. W pierwszym stopniu pracują 2 lampy EL3, a w stopniu końcowym — 4 lampy 6L6 (6Π3 lub KT66), po 2 równolegle.

Wzmacniacze PWR 2 x 100 są bardzo rozpowszechnione i stanowią typowe wyposażenie wielu radiowęzłów.

Dla małych radiowęzłów w szkołach, PGR, udźwiękowienia świetlic itp. produkowano w ciągu kilku lat (wytwórnia w Bielawie) wzmacniacz AW 2,5 R, a następnie ulepszony i podobny wzmacniacz typu AW 20 mocy wyjściowej około 20 VA. Wzmacniacz ten ma 3 wejścia: dla mikrofonu dynamicznego, adaptera i odbiornika. Wtórne uzwojenie transformatora wyjściowego podzielone jest na 4 sekcje, które przy połączeniu szeregowym dają 120 V, a przy równoległym — 30 V. Obudowę wzmacniacza stanowi skrzynka metalowa przystosowana do ustawienia na stole. Z przodu znajdują się pokręta regulatorów wzmocnienia i barwy dźwięku oraz wyłączniki, a z tyłu — zaciski wyjściowe.

Wymienione wyżej wzmacniacze nie są obecnie już produkowane. Najbar-

ziej rozpowszechnione ich typy AW 20 i PWR 2 x 100 — stanowią podstawowe wyposażenie wielu radiowęzłów, w których będą one użytkowane przez długi jeszcze czas.

Nowe typy wzmacniaczy radiowęzłowych

W latach 1952 i 1953 podjęto produkcję wzmacniaczy nowych typów, o całkowicie innej konstrukcji. Przy opracowywaniu tych wzmacniaczy dążono do uzyskania sprzętu o uniwersalnym zastosowaniu.

Zespół wzmacniaczy mocy ZR 100/52

Zespół tego typu składa się z jednego lub dwóch wzmacniaczy mocy WR 100, odpowiedniej ilości zasilaczy ZW/100 oraz obudowy w kształcie metalowej szafki o wymiarach: 53 x 80 x 43,5 cm. Szafka ma ścianki perforowane (wentylacja), a z przodu drzwiczki. Widok zespołu z 2 wzmacniaczami (dolny bez lamp) przedstawia rysunek 1.

U góry znajduje się pierwszy wzmacniacz i jego zasilacz. Niżej znajduje się drugi wzmacniacz i zasilacz. U dołu szafki z lewej strony umieszczona jest łączówka z zaciskami do przyłączenia zasilania, sterowania i linii przesyłowych. Wzmacniacze i zasilacze stanowią oddzielne człony, które można wyjąć wyciągając je z obudowy za uchwyt znajdujący się na przedniej ściance chassis. Całe okablowanie znajduje się wewnątrz szafki i łączy się ze wzmacniaczami i zasilaczami za pomocą złączy nożowych umocowanych w głębi obudowy. U dołu po środku umieszczona jest, w razie potrzeby, panel „automatyki“, którego działanie opisane jest nieco dalej. U dołu z prawej strony przewidziane jest miejsce dla transformatorów wejściowych.

We wzmacniaczu pracują lampy: EF22P, 6SN7 (2 szt.) i 6L6 (4 szt.). Zasilacz wyposażony jest w kenotrony U52 (2 szt.) i AZ4. Schemat wzmacniacza podany jest na rys. 2.

Dane elektryczne wzmacniacza mocy:

Moc wyjściowa 75 W

Współczynnik zawartości harmonicznych dla dowolnej częstotliwości w paśmie 80—4000 c/s $\leq 5\%$
Nierównomierność charakterystyki częstotliwości w paśmie 60—10 000 c/s ≤ 3 dB.

Poziom szumów własnych < -56 dB.

Napięcie wejściowe (czułość) 0,5 V
Znamionowe napięcie wyjściowe

30 V, 60 V lub 120 V (4 uzwojenia po 30 V)

Wzrost napięcia przy odłączeniu obciążenia ≤ 4 dB.

Pobór mocy z sieci elektroenergetycznej przy mocy oddawanej 75 W 305 VA.

Zespół ZR 100 produkowany jest zasadniczo w dwóch wykonaniach:

— 1 lub 2 wzmacniacze z zasilaczami w obudowie, bez panelu „automatyki“,

— 2 wzmacniacze z zasilaczami wyposażone w panel „automatyki“, przystosowane do zdalnego sterowania, manipulacji i kontroli.

Panel „automatyki“ umożliwia zdalne włączenie i wyłączenie wzmacnia-

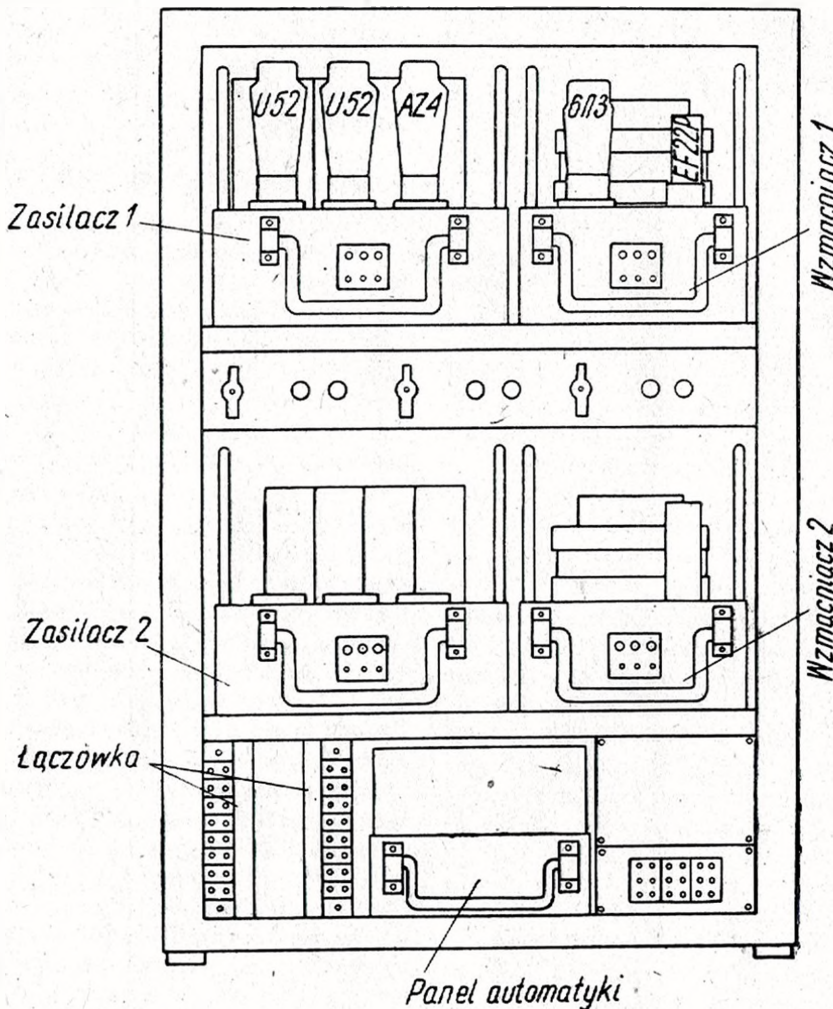
czy zespołu oraz kontrolę ich pracy przy połączeniu zespołu ze stanowiskiem dyspozycyjnym 2 parami przewodów.

Działanie panelu „automatyki“ jest następujące (rys. 3): linia L_1 służy do sterowania wzmacniaczy zespołu i ich włączania i wyłączania. W celu zdalnego włączenia wzmacniacza przyłącza się przełącznikiem P_w do linii L_1 w centrali c źródło prądu stałego o napięciu 45–50 V. Prąd stały przepływając (w odpowiednim kierunku) przez uzwojenie przekątnika spolaryzowanego P_s spowoduje jego zadziałanie i zwarcie styku r . Wskutek tego zamknie się obwód: prostownik w panelu automatyki (24 V), styki r przekątnika P_s , uzwojenie stycznika S . Stycznik S zadziała łącząc zasilacz (Z_1) wzmacniacza z siecią elektroenergetyczną. Źródło prądu stałego w centrali może być też raz odłączone, gdyż przekątnik P_s zostanie w tym położeniu (przytrzymywany dodatkowo dla pewności prądem z miejscowego prostownika, przepływającym przez drugie jego uzwojenie).

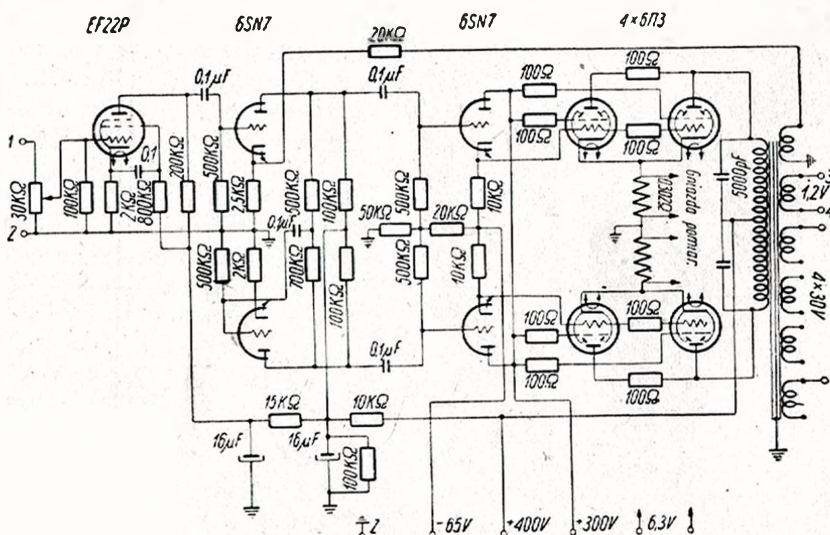
Dla wyłączenia wzmacniacza należy źródło napięcia stałego przyłączyć odwrotnie (zmieniając biegunowość przełącznikiem przechylnym P_w), co spowoduje zadziałanie przekątnika P_s (w stronę odwrotną niż przy włączaniu) i rozwarcie styków r .

Linia L_1 służy również do sterowania wzmacniaczy. Ze wzmacniacza sterującego W_s prądy zmienne małej częstotliwości doprowadzone są do transformatora T_{we} , którego wtórne uzwojenie połączone jest z potencjometrem na wejściu wzmacniacza (zaciski 1, 2 r. rys. 2).

Do zdalnej kontroli służy linia L_2 . Linia ta jest połączona z przekątnikiem PK_1 i poprzez jego styki łączy się z uzwojeniem 1,2 V (zaciski 3, 4 na rys. 2) na transformatorze wyjściowym pierwszego wzmacniacza W_1 . Przyłączając do linii wzmacniacz kontrolny z głośnikiem (WK) można sprawdzić, czy audycja nie jest zniekształcona. Zamiast wzmacniacza może być przyłączony miernik, który pozwoli określić, czy napięcie na wyjściu wzmacniacza ma odpowiednią wartość. Wysyłając z centrali zamiast audycji sinusoidalny prąd zmienny i przyłączając do linii kontrolnej miernik współczynnika zawartości harmonicznego, można również zbadać zniekształcenia wnoszone przez wzmacniacz. W ten sposób mogą być przeprowadzone zdalnie i inne pomiary wzmacniacza.



Rys. 1. Zespół typ ZR 100/52. Widok przy otwartych drzwiach



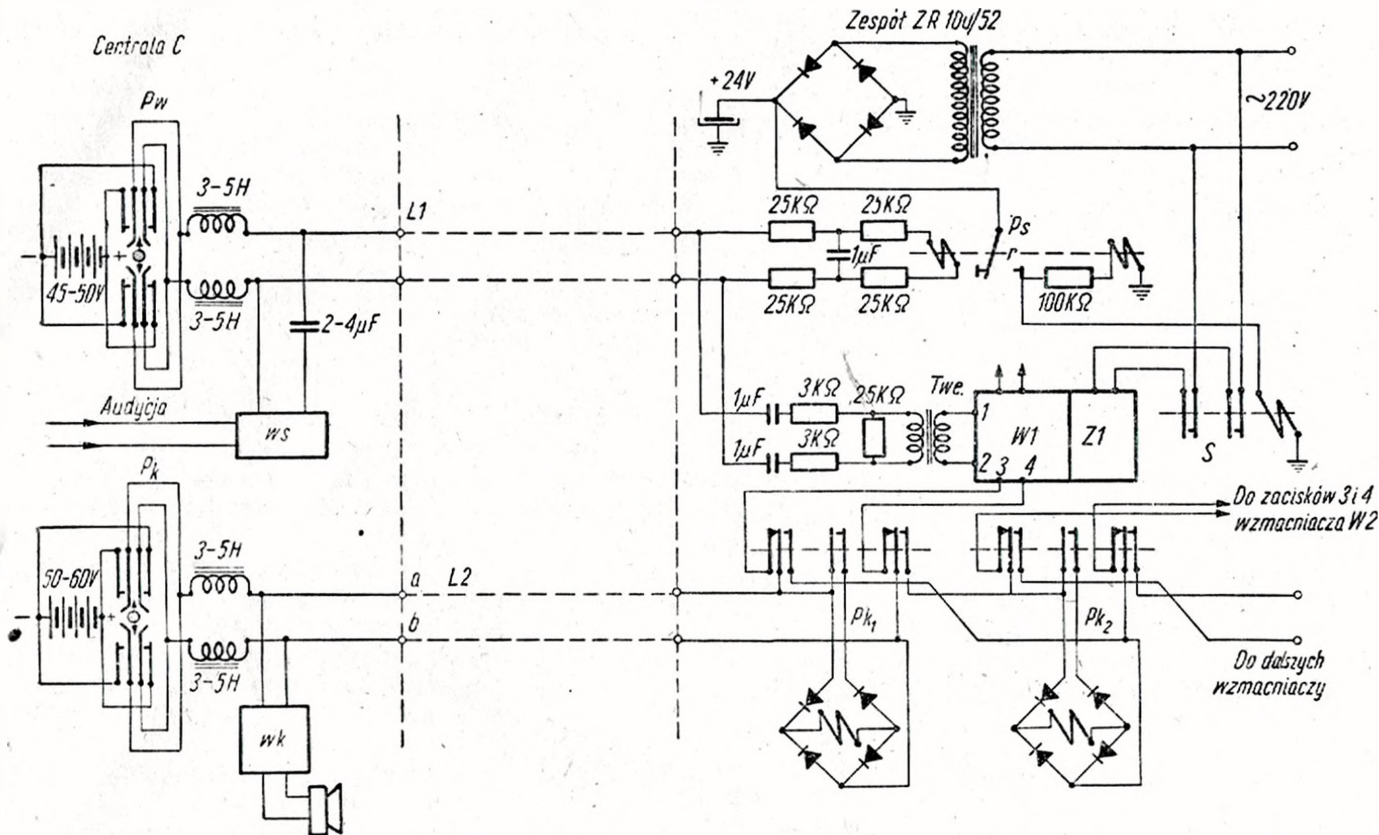
Rys. 2. Schemat wzmacniacza WR 100/52

Jeżeli do linii L_2 przyłączone zostaną w centrali źródło prądu stałego o napięciu 50—60 V (biegun dodatni do przewodu a), to zadziała przekaźnik

programów) i przyłącza do odpowiedniej linii sterującej. Linia kontrolna może być wspólna dla wzmacniaczy przekazujących różne programy.

Wzmacniacze Radiowych, podany jest na rysunku 4.

Dane techniczne wzmacniacza:
Moc wyjściowa 40 VA



Rys. 3. Schemat układu do zdalnej manipulacji zespołu ZR 100/52

PK_1 odłączając wyjście wzmacniacza W_1 i przyłączając poprzez styki przekaźnika PK_2 uzwojenie 1,2 V na wyjściu drugiego wzmacniacza W_2 . Teraz może być zbadane działanie drugiego wzmacniacza. Jeżeli za pomocą przekaźnika przechyłowego P_k zmienić szybko bieguny źródła napięcia przyłączonego do linii L_2 , to przekaźnik PK_1 zachowa poprzednie położenie, a zadziała przekaźnik PK_2 , przyłączając do linii L_2 wyjście trzeciego wzmacniacza (jeżeli do linii tej przyłączonych jest więcej wzmacniaczy, np. kilka lub nawet kilkanaście).

Zastosowanie urządzeń do zdalnego włączania, wyłączania i kontroli wzmacniaczy otwiera wiele nowych możliwości w rozplanowywaniu radiowęzłów.

Współczynnik zawartości harmonicznych w paśmie 80—4000 c/s $\leq 5\%$

Zniekształcenia liniowe w paśmie 80—8000 (w odniesieniu do 1000 c/s) ± 2 dB.

Poziom szumów własnych < -56 dB.

Znamionowe napięcie wyjściowe 30 V, 60 V lub 120 V.

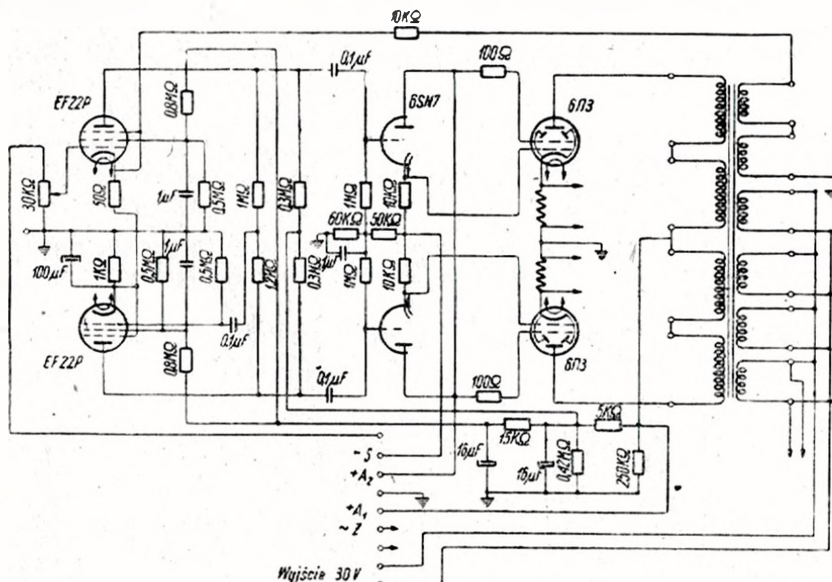
Wzmacniacz mocy AW 40

Schemat wzmacniacza AW 40, produkowanego przez Bielauską Fabrykę

Jak widać — zmieniając bieguny źródła napięcia w centrali można kontrolować kolejno dowolny wzmacniacz spośród kilku przyłączonych do linii kontrolnej L_2 .

Do linii L_1 można przyłączyć również kilka wzmacniaczy równolegle, jeżeli wzmacniacze mają pracować równocześnie i przekazywać ten sam program.

W przypadku radiowęzła wieloprogramowego musi być tyle linii sterujących, ile różnych programów przekazuje się równolegle, przy czym wzmacniacze dzieli się na grupy (wg



Rys. 4. Schemat wzmacniacza AW 40

Wzrost napięcia przy odłączeniu obciążenia ≤ 4 dB.

Pobór mocy z sieci elektroenergetycznej do 240 VA.

We wzmacniaczu i zasilaczu zastosowane są lampy: 2 x 6P3, 2 x EF22P, 1 x 6SN7, 1 x 5C3, 1 x AZ4.

Konstrukcja wzmacniacza AW 40 jest dokładnie taka sama jak wzmacniaczy w zespole ZR 100/52; umieszcza się go w identycznej obudowie.

Zespół 2 wzmacniaczy AW 40 może być również wyposażony w poprzednio opisany panel „automatyki”.

Zespół odbiorczo-wzmacniający AWO 18

Zespół ten produkowany przez fabrykę w Bielawie ma moc wyjściową około 18 VA. Składa się z odbornika, wzmacniacza mikrofonowego, wzmacniacza mocy i gramofonu elektrycznego z adapterem. Całość mieści się w skrzynce metalowej o wymiarach: 53 x 40 x 30 cm. Otwierany wierzch skrzynki umożliwia wygodną obsługę gramofonu. Znajdujące się z przodu gałki strojenia i regulacji mogą być zabezpieczone zamykaną przykrywką przed ruszaniem ich przez niepowołane osoby. Obudowa zespołu przystosowana do ustawienia na stole.

Zespół sterujący ZSW 1

Zespół ten służy wyłącznie do sterowania wzmacniaczy mocy. Zawiera: odbornik, wzmacniacz mikrofonowy, wzmacniacz kontrolny, gramofon elektryczny z adapterem i mały głośnik kontrolny.

Na wyjściu zespołu otrzymuje się napięcie około 2 V (moc 0,1 VA), jakie służy do sterowania wzmacniaczy mocy (AW 40, WR 100 lub innych o czułości 0,5 — 2 V).

Za pomocą zespołu sterującego może być retransmitowany program radiostacji lub nadawana audycja miejscowa (mikrofon dynamiczny, adapter). Wzmacniacz kontrolny z głośnikiem umożliwia nastrojenie odbornika i kontrolę audycji w czasie pracy radiowęzła.

Obudowa zespołu sterującego jest taka sama jak zespołu AWO 18. Zespół może być ustawiony na stole lub na szafce zespołu ZR 100 (lub AW 40). W tym ostatnim przypadku zespół sterujący stanowi z szafką wzmacniaczy jedną zharmonizowaną całość dzięki wzajemnemu przystosowaniu obudowy.

Wybór wzmacniacza radiowęzłowego

Podstawą dla wyboru typu wzmacniacza powinny być co najmniej założenia budowy radiowęzła, które umożliwiają ustalenie potrzebnej mocy i warunków pracy. W bardziej złożonych przypadkach — przy wyborze wzmacniaczy trzeba się oprzeć o wstępny projekt techniczny radiowęzła.

W każdym jednak razie konieczna jest odpowiedź na następujące pytania:

- Jaka moc będzie potrzebna do zasilania głośników?
- Czy przewiduje się rozbudowę radiowęzła? (zwiększenie ilości głośników)
- Jakiego rodzaju audycje będą nadawane? (retransmisja radiostacji, audycje lokalne itp)
- Czy ze względu na wielkość radiowęzła, warunki miejscowe i koszty wszystkie wzmacniacze mocy będą grupowane na stacji radiowęzła, czy też stosowane będą zdalnie sterowane podstacje wzmacniające?
- Czy nadawana będzie zawsze tylko 1 audycja, czy więcej? (np. muzyka z płyt w świetlicy i równocześnie program radiowy do mieszkań pracowników).

Nie rozpatrując bardziej złożonych przypadków, jakie mogą być rozwiązane tylko na drodze opracowania odpowiedniego projektu, podamy niżej ogólne wskazówki ułatwiające wybór wzmacniaczy dla mniejszych radiowęzłów.

Do nagłośnienia świetlic o powierzchni do 200 m² doskonale nadaje się zespół odbiorczo-wzmacniający AWO 18. Można do niego przyłączyć kilka głośników GD 20/6, co zapewni dostateczne natężenie dźwięku, wystarczające nawet do imprez tanecznych, przy czym można posługiwać się odbornikiem radiowym i gramofonem, a do zapowiedzi i odczytów — mikrofonem.

Zespół AWO 18 nadaje się również dla małych radiowęzłów w PGR i spół-

dzielniach produkcyjnych, w których ilość głośników mieszkaniowych nie przekroczy 50 (głośniki GD 16, 5/2 z transformatorami TG 0,5) oraz dla mniejszych szkół (10—15 izb szkolnych).

Dla większych szkół, zamierzających korzystać z głośników dużej mocy na boiskach, odpowiednie będą 1—2 wzmacniacze AW 40 z zespołem sterującym ZSW 1. Jeżeli moc ze wzmacniaczy AW 40 nie wystarcza, to należy zastosować zespół ZR 100 z dwoma wzmacniaczami WR 100 (razem 150 VA). Należy podkreślić, że zespół ZR 100 z 2 wzmacniaczami nie jest o wiele droższy od zespołu 2 wzmacniaczy AW 40 i dlatego, jeżeli potrzebna moc przekracza 60÷70 VA, lepiej będzie wyposażyć radiowęzeł w zespół ZR 100.

Dysponowanie 2 wzmacniaczami i pewną nadwyżką mocy (30÷100%) jest w warunkach eksploatacji bardzo wygodne, gdyż w razie uszkodzenia jednego ze wzmacniaczy radiowęzeł może pracować na pozostałym. Prócz tego lampy zużywają się po pewnym czasie i faktycznie uzyskiwana ze wzmacniacza moc (przy małych zniekształceniach nieliniowych) maleje w porównaniu do nominalnej. Zastosowanie wzmacniaczy mocy większej (niż to wynika z faktycznego obciążenia) jest podstawowym warunkiem uzyskania dobrej jakości działania nawet po dłuższym okresie eksploataowania urządzeń.

W dużych obiektach, gdzie moc 150 VA nie wystarcza, można stosować 2 lub nawet 3 zespoły ZR 100 (4÷6 wzmacniaczy WR 100) sterowane z jednego zespołu ZSW 1. Tak dużą stację radiowęzła powinno się wyposażyć zwykle w drugi rezerwowy zespół sterujący.

W jeszcze większych radiowęzłach stosuje się wzmacniacze mocy WR 600 mocy 600 VA.

Na jeden głośnik mieszkaniowy przyjmuje się zwykle 0,3÷0,5 VA. Moc potrzebną dla większych głośników w salach i na boiskach ustala się indywidualnie, zależnie od wymiarów pomieszczenia (terenu) i wymaganego natężenia dźwięku.