

Amatorski wzmacniacz Hi-Fi 10 W

Część II

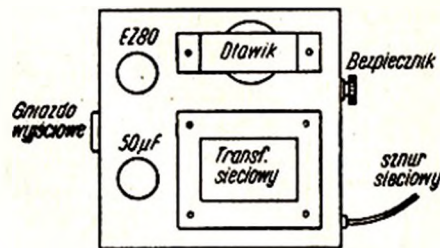
inż. Konrad Widelski

MONTAŻ WZMACNIACZA

Montaż wzmacniacza rozpoczynamy od wykonania zasilacza. Do tego celu przede wszystkim wykonujemy podstawę z blachy aluminiowej lub żelaznej o grubości około 1 mm. Wymiary podstawy są dowolne, takie, aby wszystkie elementy układu mieściły się na niej swobodnie. Przykład rozmieszczenia części pokazany na rys. 4 nie musi być oczywiście dokładnie naśladowany. Na rys. 5 widzimy jedno z prostszych rozwiązań konstrukcyjnych: podstawa posiada jedynie dwie ścianki boczne. W jednej z nich jest zamontowana podstawa lampowa typu „oktał”, służąca jako gniazdko wtykowe do „sznura”

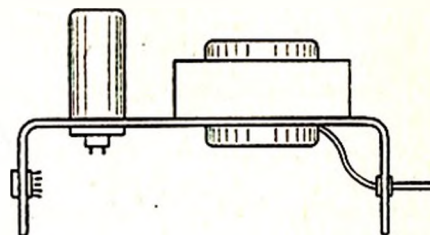
łączącego zasilacz ze wzmacniaczem. Na drugiej ścianie montujemy bezpiecznik sieciowy oraz wykonujemy otwór przepustowy do sznura sieciowego. Poszczególne punkty układu łączymy grubym (\varnothing 1 mm) przewodem w izolacji igelitowej.

Po wykonaniu zasilacza należy jeszcze raz sprawdzić zgodność montażu ze schematem ideowym, po czym można włączyć zasilacz do sieci — na razie bez lampy prostowniczej. Jeśli dysponujemy przyrządem pomiarowym można sprawdzić wielkość napięć zmiennych na odpowiednich nóżkach podstawki lampowej. W braku przyrządu do sprawdzenia obwodu żarzenia można posłużyć się żarówką 6,3 V. Z ko-



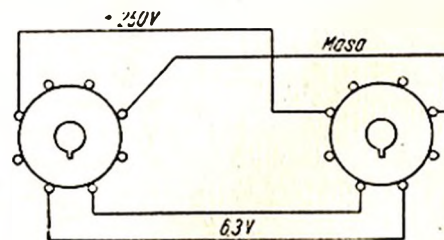
Rys. 4. Przykładowe rozmieszczenie elementów zasilacza

lei możemy wprowadzić lampę prostowniczą do jej podstawki (zasilacz wyłączony z sieci!) oraz za pomocą żarówki 220 V/15 W sprawdzić na odpowiednich kontaktach podstawki oktałowej, czy zasilacz działa poprawnie. Ponieważ dostarcza on około 250 V napięcia stałego, żarówka więc powinna świecić się nieco jaśniej, niż przy jej normalnym użytkowaniu.



Rys. 5. Przykładowe wykonanie najprostszej podstawy zasilacza

Łączówkę doprowadzającą napięcia zasilające do wzmacniacza należy wykonać z czterech odpowiednio długich, miękkich przewodów w grubej izolacji igelitowej. Przewody te zakończamy z obu stron wtykami oktałowymi, uzyskanymi z cokołów starych lamp tego typu. Oczywiście najbardziej wskazane jest wykorzystanie dla poszczególnych przewodów odpowiadających sobie nóżek, aby uniknąć ew. zwarć lub braku napięcia przy odwrotnym załączeniu łączówki. Schemat ideowy łączówki jest przedstawiony na rys. 6.



Rys. 6. Schemat ideowy łączówki „zasilacz - wzmacniacz”

Kto pragnąłby wykonać samodzielnie elementy zasilacza, może posłużyć się następującymi danymi:

● Transformator sieciowy dla układu z lampą prostowniczą (rys. 3a):
Przekrój środkowej kolumny rdzenia: 10 cm²

Uzwojenie pierwotne 220 V: 1100 zwojów, \varnothing drutu 0,40÷0,45 mm w emalii

Uzwojenie anodowe 2×250 V: 2×1300 zwojów, \varnothing drutu 0,30÷0,35 mm w emalii

Uzwojenie żarzenia 6,3 V: 35 zwojów, \varnothing drutu 1,2÷1,5 mm w emalii,

● Transformator sieciowy dla układu z prostownikiem suchym (rys. 3b):

Przekrój środkowej kolumny rdzenia: 9 cm²

Uzwojenie pierwotne 220 V: 1220 zwojów, \varnothing drutu 0,40 mm w emalii

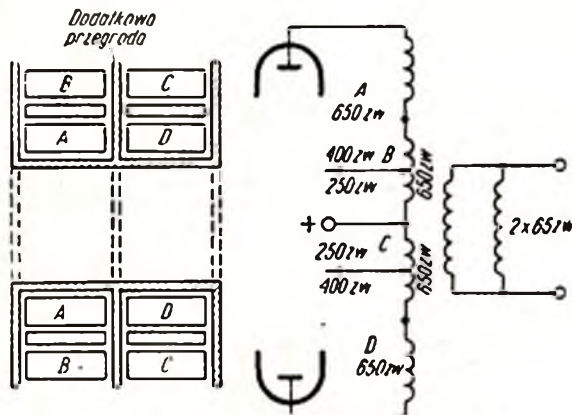
Uzwojenie wtórne 250 V: 1300 zwojów, \varnothing drutu 0,30 mm w emalii

Uzwojenie żarzenia 6,3 V: 38 zwojów, \varnothing drutu 1,2÷1,5 mm w emalii

● Dławik filtru:

Przekrój środkowej kolumny rdzenia: około 4 cm²

Uzwojenie: 1000 ÷ 2000 zwojów, \varnothing drutu 0,25 mm w emalii.



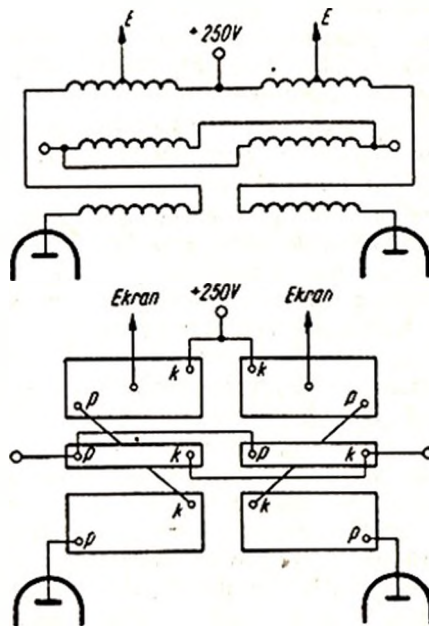
Rys. 7. Korpus transformatora i rozmieszczenie uzwojeń

Wykonanie transformatora sieciowego i dławika bynajmniej nie jest trudne, jeśli się dysponuje odpowiednimi materiałami. Najlepiej jednak i najprościej jest stosować elementy w wykonaniu fabrycznym, dzięki czemu zaoszczędzimy sobie wiele pracy i kłopotów. Jak już wspomniano, omawiany wzmacniacz został zaprojektowany specjalnie właśnie pod kątem znacznego uproszczenia, polegającego na maksymalnym wykorzystaniu gotowych, fabrycznych elementów. Jedynie transformator wyjściowy (głośnikowy) zmuszeni jesteśmy wykonać samodzielnie. Jest to trudne zadanie, nastroczające na ogół wiele kłopotów. Tym niemniej, dla poprawnego wykonania transformatora, warto jest dołożyć maksimum starań, gdyż od jakości tego ele-

mentu zależą w decydującym stopniu parametry wzmacniacza. Z tych też względów jego konstrukcja zostanie podana w sposób jak najbardziej szczegółowy.

Do wykonania transformatora potrzebny nam będzie rdzeń o przekroju środkowej kolumny 9 ÷ 10 cm². Stosownie do rozmiarów rdzenia należy wykonać odpowiedni korpus, podzielony symetrycznie na dwie połowy (rys. 7). Na korpusie tym wykonamy następujące uzwojenia, pokazane schematycznie na tym rysunku:

— uzwojenie pierwotne, złożone z czterech sekcji, każda po 650 zwojów drutu \varnothing 0,16 mm w emalii (w tym dwie z odczepem dla zasilania siatek ekranujących),



Rys. 8. Sposób uzwojenia transformatora

— uzwojenie wtórne, złożone z dwóch sekcji, każda po 65 zwojów drutu \varnothing 0,6 mm, w emalii.

Sposób nawijania transformatora jest pokazany schematycznie na rys. 8. Ponieważ nie jest on może zbyt zrozumiały dla początkujących w tej dziedzinie, wyjaśniamy, że przy wykonywaniu takich transformatorów obowiązuje jak najdalej idąca symetria. Dlatego też odpowiednie sekcje uzwojeń powinny być wykonane analogicznie.

I tak, jeśli pierwszą sekcję uzwojenia anodowego rozpoczniemy nawijać na dnie korpusu od zewnętrznej strony, a zakończymy przy wewnętrznej stronie (przy przekładce środkowej) — tak, jak to pokazują oznaczenia p — początek i k — koniec, to odpowiadającą mu sekcję w drugiej połowie korpusu

należy również nawijać od zewnętrznej strony, a zakończyć w pobliżu środkowej przekładki. Wynika z tego konieczność nawijania sekcji leżącej w drugiej połowie korpusu w przeciwną stronę. Dla pełnego wyjaśnienia sprawy dodamy, że w końcowym efekcie wszystkie zwoje sekcji uzwojenia pierwotnego — po ich poprawnym nawinięciu i połączeniu — powinny biec w jednym kierunku, jedne za drugimi. Najłatwiej to sprawdzić śledząc kolejno uzwojenie od anody jednej lampy do drugiej. Wykonanie uzwojenia wtórno jest łatwo zrozumiałe z rysunków: obydwie sekcje są połączone równolegle, przy zachowaniu tego samego kierunku zwojów.

Wszystkie końcówki uzwojeń należy wyprowadzić na zewnątrz korpusu i samo łączenie sekcji wykonać w ostatniej fazie pracy. Specjalną uwagę trzeba zwrócić przy nawijaniu dwóch ostatnich („wierzchnich”) sekcji uzwojenia pierwotnego na właściwe wyprowadzenie odczepów do zasilania siatek ekranujących lamp stopnia wyjściowego. Wyprowadzamy je — zgodnie ze schematem na rys. 7 i 8 — po wykonaniu 400 zwojów, tak z prawej, jak i z lewej sekcji uzwojenia.

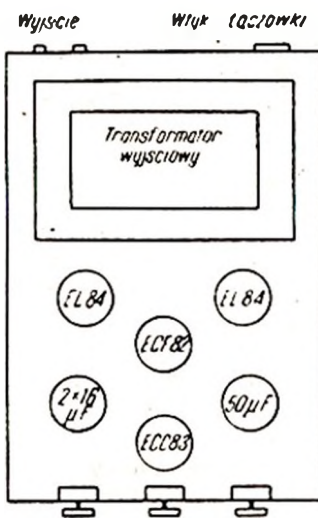
W sumie poprawne wykonanie transformatora wyjściowego nie jest aż tak bardzo trudne, jakby to wynikało z opisu. Największą trudnością jest chyba samo zgłębienie zasady symetrycznego nawijania transformatora. Dlatego też — spo-

śród wielu możliwych — zastosowaliśmy najprostszy system jego wykonania, całkiem poprawny i dający dobre rezultaty. Uzwojenie transformatora należy układać możliwie równo i ściśle. Przekładkę między warstwami stosować nie trzeba, jedynie pomiędzy poszczególnymi sekcjami konieczna jest izolacja, np. z dobrego preszpanu $0,1 \div 0,2$ mm. Rdzeń transformatora składamy bez szczeliny i dobrze wyklepujemy młotkiem drewnianym.

Mając gotowy transformator możemy przystąpić do montażu wzmacniacza. Ponieważ zasilacz wykonaliśmy w postaci odrębnego podzespołu, przeto rozmieszczenie elementów wzmacniacza nie będzie bynajmniej krytyczne i może być prawie dowolne. Oczywiście pod terminem „dowolno” rozumiemy jakieś, choć trochę sensowne, usytuowanie zasadniczych elementów. (takie usytuowanie, aby łączące je przewody nie były zbyt długie). Przykład rozmieszczenia części wzmacniacza jest pokazany na rys. 9. Oczywiście ściśle jego kopiowanie nie jest konieczne. Wykonanie wzmacniacza nie jest trudne, jeśli będziemy trzymali się podstawowych zasad poprawnego montażu układów tego typu. Ponadto wszystkim mniej zaawansowanym zalecamy podany poniżej montaż wzmacniacza z jednoczesnym sprawdzaniem działania wykonanych stopni.

Na wykonanej podstawie umocowujemy wszystkie „grubsze” elementy układu, jak transformator sieciowy, podstawki lampowe, kondensatory elektrolityczne, gniazdko wtykowe do podłączenia zasilacza, gniazdo głośnika itp. Potencjometrów przedwzmacniacza na razie nie umocowujemy, ponieważ w pierwszym etapie pracy wykonamy i uruchomimy jedynie zasadniczą część układu z lampami ECF 82 i $2 \times$ EL 84.

Przede wszystkim wykonujemy obwód żarzenia, łącząc odpowiednie nóżki gniazda wtykowego z kontaktami włókien żarzenia w podstawkach lampowych dwoma skręconymi razem grubymi przewodami (\varnothing 1 mm) w izolacji igelitowej. Przewody te powinny biec po blasze podstawy. Zasilacz sieciowy sprawdzaliśmy już poprzednio, możemy więc obecnie przyłączyć go do wzmacniacza i od razu sprawdzić wykonane połączenia. Lampy umieszczone w swoich podstawkach powinny się żarzyć jasno-pomarań-



Rys. 9. Przykład rozmieszczenia zasadniczych części wzmacniacza

czowym blaskiem, co jest znakomicie widoczne nawet w normalnych warunkach oświetleniowych.

Z kolei (po wyłączeniu urządzenia z sieci) wykonamy nader ważny element montażu, tzw. „szynę uziemiającą”. Zastosujemy do tego celu drut miedziany o grubości $2 \div 4$ mm, lub nawet jeszcze grubszy. Drutem tym połączymy zasadniczo punkty „masy”, a mianowicie: centralne trzpienie podstawek lampowych i kontakt „masa” na podstawie wtykowej łączówki do zasilacza. Ponieważ drut i trzpienie podstawek są dość grube, więc elementy te należy lutować za pomocą kolby o nieco większych wymiarach tak, aby wykonane połączenie było pewne i trwałe. Do wykonanego uziemienia przyłączamy następnie:

— obudowę kondensatora elektrolitycznego $50 \mu\text{F}$. Kondensator ten należy zamontować z zastosowaniem podkładki izolującej, aby jego obudowa nie miała styku z podstawą wzmacniacza,

— obudowę kondensatora elektrolitycznego $2 \times 16 \mu\text{F}$. Ten kondensator należy zamontować bez podkładki izolacyjnej tak, aby jego obudowa dobrze kontaktowała z podstawą wzmacniacza. Podstawę w miejscu styku oraz obudowę kondensatora należy dobrze oczyścić (do polysku), a następnie mocno dokręcić nakrętkę umocowującą kondensator. Oczywiście, dla przyłączenia do obudowy obu kondensatorów ($50 \mu\text{F}$ i $2 \times 16 \mu\text{F}$) stosujemy podkładki metalowe z końcówką lutowniczą, jakie normalnie są sprzedawane razem z kondensatorami.

Wykonana „szyna uziemiająca” będzie następnie służyła do umoco-

wania wszystkich przewodów i końcówek uwidoczniowych na schemacie ideowym (rys. 1) z masą układu (gruba, pozioma kreska). Do metalowej podstawy wzmacniacza nie należy bezpośrednio nic przyłączać; powinna ona posiadać tylko jedno połączenie z szyną uziemiającą, wykonane przez umocowanie do niej kondensatora $2 \times 16 \mu\text{F}$.

W pierwszej kolejności należy doprowadzić do właściwych punktów układu końcówki transformatora wyjściowego, a więc:

— końcówki uzwojenia wtórnego do gniazdek głośnika (zamontowanych na płycie izolacyjnej w pobliżu gniazda wtykowego),

— środek uzwojenia pierwotnego do odpowiedniego kontaktu gniazda wtykowego,

— końcówki uzwojenia pierwotnego do anod lamp głośnikowych.

Wyprowadzeń do zasilania siatek ekranujących na razie nie wykorzystujemy (końcówki zaizolować!), zaś same siatki ekranujące łączymy prowizorycznie ze środkiem uzwojenia pierwotnego. Następnie łączymy ze sobą katody lamp głośnikowych, po czym jedną z nich łączymy ze sobą katody lamp głośnikowych, po czym jedną z nich łączymy do masy („szyny uziemiającej”) poprzez opornik 130Ω , a drugą poprzez kondensator $100 \mu\text{F}$. Ostatnią czynnością na tym etapie będzie wlutowanie oporników siatek lampowych $0,47 \text{ M}\Omega$. Oporniki należy zamontować wprost na podstawie lampowej, pomiędzy odpowiednią nóżką a jej trzpieniem centralnym.

Z kolei należy sprawdzić układ. Przede wszystkim jeszcze raz badamy wzrokowo zgodność wykonanych połączeń ze schematem ideowym, a następnie załączamy nasz wzmacniacz do sieci. Po rozgrzaniu się lamp (z ręką na wyłączniku — „czy aby coś się nie dymi!”) można zmierzyć napięcia stałe na katodach stopnia końcowego. Powinno ono wynosić około $9 \div 10$ V. Do gniazdek wyjściowych wzmacniacza możemy załączyć teraz głośnik (oporność $4 \div 15 \Omega$), jednakże nie powinien wydobywać się z niego nawet najłżejszy przydźwięk. Poprawne działanie stopnia końcowego można sprawdzić podłączając prowizorycznie pomiędzy siatkę sterującą jednej z lamp a masę — gramofon elektryczny. Reprodukacja nie będzie co prawda bardzo głośna, lecz powinna być czysta i wyraźnie słyszalna. Przełączenie gramofonu na siatkę drugiej lampy głośnikowej powinno spowodować analogiczne efekty.

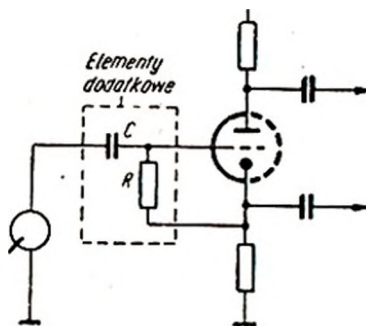
Jeśli stopień końcowy działa poprawnie, wówczas najtrudniejszą częścią pracy mamy już poza sobą. Kolejnym stopniem, który uruchomimy, będzie układ odwracania fazy. Jest on bardzo prosty, toteż jego poprawne zmontowanie nie nastręczy żadnych trudności. Należy jedynie zwrócić uwagę na opornik katodowy oraz anodowy tego stopnia (po 100 k Ω); powinny one być możliwie jednakowe. Można tego z łatwością dokonać za pomocą jakiegokolwiek omomierza. Podkreślamy, że nie chodzi tutaj bynajmniej o to, aby oporniki te miały dokładnie po 100 k Ω , lecz o to, aby miały jednakową oporność w granicach 90 ÷ 110 k Ω . Gotowy stopień odwracania fazy można w prosty sposób sprawdzić również za pomocą gramofonu elektrycznego. W tym celu należy do siatki części triodowej lampy ECF 82 podłączyć prowizorycznie opornik o oporności 3 ÷ 10 M Ω , oraz (poprzez kondensator 10 ÷ 20 nF) adapter gramofonu elektrycznego. Dla pełnego zrozumienia, podłączenie to jest przedstawione na rys. 10.

Audycja powinna być teraz słyszalna z mniej więcej taką samą głośnością co poprzednio, tj. przy podłączeniu gramofonu wprost do siatki sterującej lampy głośnikowej.

Ponieważ dla mniej zaawansowanych radioamatorów stwierdzenie to może wydawać się nieco dziwne, wyjaśniamy od razu, że stopień odwracania fazy w istocie nie wzmacnia. Wprost przeciwnie, daje on nawet pewne (rzędu 5 ÷ 10%) osłabienie sygnału, lecz za to wydziela ten sygnał na dwóch niezależnych opornikach: anodowym i katodowym. W sumie więc rzeczywiste wzmocnienie tej lampy jest około dwukrotne, lecz wzmocnienie jako takie nie jest jej zasadniczym zadaniem. Stopień ten przede wszystkim ma dostarczać sygnały w przeciwnych fazach do sterowania przeciwsobnego układu wyjściowego — i to zadanie spełnia znakomicie. Jedynym warunkiem poprawnej pracy układu są dwa oporniki o jednakowej oporności, które to właśnie należy — zgodnie z poprzednimi uwagami — starannie dobrać. Dodatkową, a nader ważną zaletą tego prostego układu odwracania fazy jest praca z minimalnymi zniekształceniami, a to dzięki silnemu ujemnemu sprzężeniu zwrotnemu, jakie występuje na nieoblokowanym pojemnością oporniku katodowym.

Zmontowanie następnego stopnia wzmocnienia z pentodową częścią lampy ECF 82 jest również proste. Należy jedynie pamiętać, że zgodnie ze schematem ideowym — siatka ekranująca tej lampy (zasilana poprzez opornik 0,47 M Ω (0,25 W) jest odblokowana pojemnością 0,5 μ F nie do masy, jak to się zwykle praktykuje — lecz do katody. Obwodu sprzężenia zwrotnego biegnącego z wtórnego uzwojenia transformatora wyjściowego do tejże katody na razie nie wykonujemy.

Po zmontowaniu stopnia z pentodą należy wzmacniacz ponownie wypróbować. Załączamy go więc do sieci i przede wszystkim badamy poziom ew. istniejącego przydźwięku. Nie powinien on być absolutnie słyszalny, może natomiast występować bardzo lekki, jednostajny szum. W tej fazie pracy należy również sprawdzić działanie wzmacniacza, podłączając do jego wejścia gramofon elektryczny. Tym razem reprodukcja powinna być bardzo



Rys. 10. Sposób przyłączenia gramofonu elektrycznego do wejścia stopnia odwracającego fazę, za pomocą dodatkowych, prowizorycznie zamontowanych elementów RC

głośna, wzmacniacz powinien wydzielać pełną moc (uwaga na głośnik, aby nie uległ uszkodzeniu!). Kto dysponuje odpowiednim przyrządem pomiarowym powinien bezwzględnie sprawdzić warunki pracy stopnia odwracającego fazę. Napięcie na katodzie triody powinno być około 2,0 ÷ 2,5 V wyższe niż na anodzie pentody (siatce triody). Oczywiście pomiar ten może być dokonany tylko za pomocą woltomierza lampowego lub ew. przyrządu o oporności wewnętrznej co najmniej 20 k Ω /V (i zakresie pomiarowym 250 V — co odpowiada oporności miernika 2,5 M Ω). Jeśli napięcie anodowe nie jest odpowiednie, można je dobrać przez zmianę wartości opornika katodowego pentody. Zwiększenie oporności tego opornika powoduje podwyższenie

napięcia anodowego, zmniejszenie — obniżenie.

Dysponując przyrządem pomiarowym można jeszcze sprawdzić symetrię stopnia wyjściowego. W tym celu należy zmierzyć napięcie stale pomiędzy anodami tego stopnia (bez sygnału na wejściu wzmacniacza). Układ można uważać za symetryczny, jeśli napięcie to nie przekracza wartości 1 wolta. Symetrię układu można uzyskać przez dobranie lamp głośnikowych.

Ostatnią czynnością będzie założenie obwodu ujemnego sprzężenia zwrotnego. Po jego prowizorycznym wykonaniu (drugie gniazdko głośnika należy podłączyć do „szyny uziemiającej”) należy wzmacniacz załączyć do sieci, pilnie nasłuchując. W przypadku niewłaściwego podłączenia sprzężenia zwrotnego wzmacniacz się wzbudzi, sygnalizując to szybko narastającym (w miarę nagrzewania się lamp) gwizdem lub wyciem. Aparaturę należy wówczas natychmiast wyłączyć, bowiem w tych warunkach może ulec uszkodzeniu głośnik, przeciążony pełną mocą wzmacniacza.

Do usunięcia samowzbudzenia należy zamienić miejscami końcówki wtórnego uzwojenia transformatora wyjściowego. Przy powtórny załączeniu aparatury do sieci wzmacniacz powinien zachowywać się normalnie, jednocześnie zaś jego wzmocnienie wyraźnie maleć. Ponieważ dla jego pełnego wystęrowania wymagany jest obecnie sygnał rzędu jednego wolta, audycja z gramofonu elektrycznego będzie teraz odtwarzana ze stosunkowo niewielką głośnością. Ostatnim zabiegiem przy uruchomieniu wzmacniacza będzie przyłączenie siatek ekranujących lamp stopnia końcowego do odpowiednich odczepów na uzwojeniu pierwotnym transformatora wyjściowego, czyli przełączenie stopnia przeciwsobnego do układu „ultralinear”. Stwierdzimy przy tym dalszy, tym razem już niewielki, spadek wzmocnienia układu.

Jak widzimy, poprawne wykonanie i uruchomienie wzmacniacza bynajmniej nie jest trudne, jeśli tylko wykonujemy je planowo i w pewnej logicznej kolejności. Niewybaczalnym błędem jest natomiast zmontowanie — przy braku odpowiedniej rutyny — całego układu wzmacniacza bez sprawdzania jego poszczególnych stopni. Znalezienie ew. błędu w tak wykonanej, a źle działającej konstrukcji, jest bardzo trudno i w większości przypadków

aprowadza się nieomal do... rozmontowania układu w trakcie jego badania i lokalizowania błędu.

Komu nie zależy na wzmacniaczu o bardzo wysokiej jakości i regulacjach barwy dźwięku, po prostu może na miejsce opornika w obwodzie siatki sterującej pentody ECF 82 załączyć potencjometr logarytmiczny $0,5 \div 1,0 \text{ M}\Omega$ (z wyłącznikiem sieciowym) i nie budować w ogóle przedwzmacniacza. W tym przypadku jednak należy zwiększyć czułość układu przez zmniejszenie ujemnego sprzężenia zwrotnego. W tym celu opornik $10 \text{ k}\Omega$ w gałęzi tego sprzężenia należy zastąpić innym, odpowiednio dobranym, o wartości $20 \div 50 \text{ k}\Omega$. Można w ten prosty sposób dobrać czułość układu odpowiednio do poziomu sygnału wytwarzanego przez dany model gramofonu elektrycznego. Ponadto należy uziemić w dowolnym punkcie jeden z przewodów obwodów żarzenia lamp.

Oczywiście prawdziwi miłośnicy „Hi-Fi” w żadnym przypadku nie zrezygnują z wysokiej jakości układu i dobudują również przedwzmacniacz, którego koszt jest już niewielki w porównaniu z kosztami poniesionymi przy budowie zasadniczych części aparatury. Montaż przedwzmacniacza jest prosty, jedynie całość należy solidnie ekra-

nować w celu uniknięcia przydźwięku sieciowego. Ze względu na przydźwięk zastosowano jako regulator siły głosu potencjometr logarytmiczny bez wyłącznika sieciowego. Ponieważ wyłącznik taki jest jednak potrzebny (aczkolwiek w ostateczności można przecież wyjmować wtyczkę z gniazdka sieciowego) zastosujemy zwykły wyłącznik tzw. „przelotowy” w sznurze sieciowym. Po uruchomieniu przedwzmacniacza z pewnością okaże się, że wzmacniacz posiada silny przydźwięk sieciowy. Przydźwięk ten pochodzi z obwodu żarzenia lamp. W celu usunięcia go należy obydwa przewody żarzeniowe połączyć dwoma jednakowymi opornikami 50Ω połączonymi w szereg, zaś środek tych oporników doprowadzić do masy układu. Nieco lepsze wyniki uzyskuje się łącząc oporniki do katod stopnia końcowego, skąd cały obwód żarzenia otrzymuje napięcie dodatnie rzędu 10 V . Jeśli ten zabieg jest mało skuteczny, warto jest na miejsce omawianych oporników zamontować małych rozmiarów potencjometr $100 \div 200 \Omega$ i dobrać ustawienie jego uzziemionego suwaka na wyraźnie zauważalne uchem minimum przydźwięku w głośniku.

Ostateczne próby wzmacniacza przeprowadzamy — w braku przyrządów — „na słuch”, sprawdzając

czy aparatura nie wzbudza się w jakimkolwiek ustawieniu regulatorów siły głosu i głośności. Z kolei przegrywamy jakąś płytę, badamy działanie wszystkich regulatorów oraz oceniamy jakość audycji. Przy starannym wykonaniu montażu wzmacniacz powinien pracować od razu poprawnie.

Odrębne zagadnienie stanowi głośnik dla wzmacniacza. Transformator wyjściowy aparatury został przystosowany do obciążenia go opornością około $4,5 \div 5 \Omega$. Jest to typowa oporność dla większości głośników. Oczywiście bardzo dokładne dopasowanie oporności bynajmniej nie jest konieczne; wzmacniacz będzie pracował całkiem zadowalająco również w przypadku obciążenia go głośnikiem (zestawem głośników) o oporności zawierającej się w granicach $3,5 \div 7,0 \Omega$. Ze względu na wysoką jakość wzmacniacza bardzo wskazane jest stosowanie do współpracy z nim dobrego jakościowo gramofonu elektrycznego (i dobrych nagrań płytowych) oraz zestawu głośnikowego odtwarzającego pełne pasmo częstotliwości przenoszone przez wzmacniacz, tj. $30 \div 15\,000 \text{ Hz}$. Jednakże taki zespół głośników stanowi specjalne, dość trudne zagadnienie, wymagające raczej oddzielnego omówienia!).