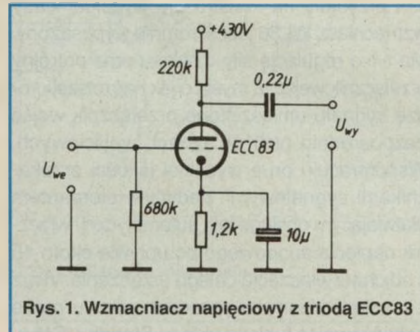


**Omawiamy  
wzmacniacz lampowy  
opracowany  
w niedawno powstałej  
krajowej firmie  
Amplifon**

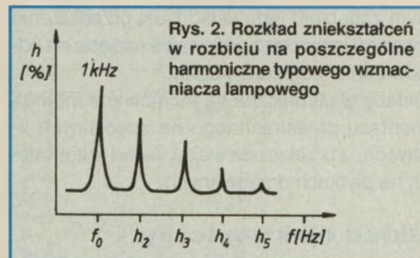
### „Dlaczego lampy?”

Grono zwolenników lampowych urządzeń audio stale się powiększa, mimo że ceny tych cudów techniki są dość wysokie. Zainteresowanie urządzeniami lampowymi w ostatnich latach wzrosło do tego stopnia, że rozpoczęto seryjną produkcję lamp, których wytwarzania zaprzestano kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt lat temu. Tak się stało na przykład ze słynną triodą 300B, która obecnie przeżywa swój wielki powrót. Na świecie istnieje kilka firm produkujących lampy na potrzeby zamożnych audiofilów. Najważniejsze to Sovtek, Svetlana, Sino, Tesla, Golden Dragon. Produkowanych jest kilkadziesiąt typów lamp elektro-  
nowych. Najczęściej spotykane to 12AX7 (ECC83), 12AU7 (ECC82), EL34, EL84, 6L6, 5881, 6550, 211, 845, 300B oraz ich odpowiedniki ukazujące się pod innymi oznaczeniami. Producenci oferują swoje wyroby w kilku wykonaniach i w wersjach. Obecnie produkuje się głównie lampy o przedłużonej trwałości (dochodzącej niekiedy do 10 000 godzin pracy) oraz o wzmocnionej konstrukcji mechanicznej zapobiegającej efektowi mikrofonowania. Długo można dyskutować o przewadze lamp nad półprzewodnikami i odwrotnie. Faktem jest, że większość wad lamp elektro-  
nowych w wysokiej klasy urządzeniach audio można obecnie zlekceważyć (wysoki pobór mocy) lub wyeliminować przez zastosowanie najwyższej jakości elementów współpracujących np. transformatorów wyjściowych. W ten sposób pozostają wyłącznie zalety "szklanych baniek". Prawdopodobnie najkorzystniejszym parametrem lamp elektro-  
nowych, a szczególnie triod, jest ich duża liniowość. Na przykład trioda ECC83 w prostym układzie wzmacniacza napięciowego (rys. 1) wprowadza zniekształcenia około 1,1% przy wzmocnieniu napięciowym 76,6 V/V i maksymalnym napięciu wyjściowym 48 V bez jakiegokolwiek ujemnego sprzężenia zwrotnego. Doskonała liniowość umożliwiła zastosowanie niewielkiego sprzężenia, co w połączeniu z bardzo dużą szybkością działania (ta sama lampka może pracować zarówno przy częstotliwościach akustycznych, jak również w torach w.c. o częstotliwościach dochodzących do kilkuset MHz z np. ECC88) umożliwia praktycznie eliminację zniekształceń intermodulacyjnych TIM.

# Wzmacniacz lampowy Amplifon WL36



Rys. 1. Wzmacniacz napięciowy z triodą ECC83



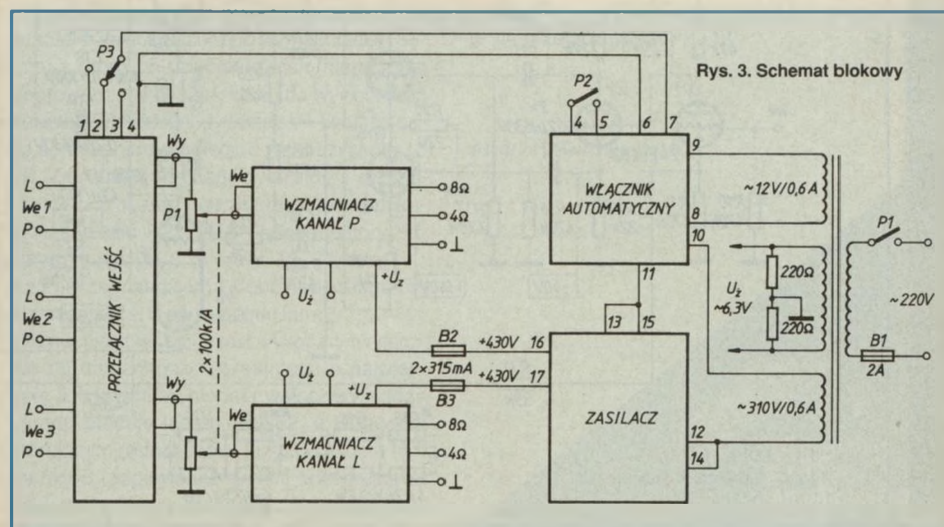
Rys. 2. Rozkład zniekształceń w rozbiści na poszczególne harmoniczne typowego wzmacniacza lampowego

Dalszymi zaletami układów lampowych jest korzystny rozkład zniekształceń nieliniowych na poszczególne harmoniczne (rys. 2). Choć rozkład przedstawiony na wykresie nie jest regułą, to w dobrze zaprojektowanym urządzeniu ma on podobny przebieg, dając tak zwane przyjemne brzmienie. Dzieje się tak, ponieważ człowiek w mniejszym stopniu reaguje na harmoniczne parzyste ( $f_2$  i  $f_4$ ). Efekt ten znacznie się pogłębia w wyniku zjawiska maskowania harmonicznych nieparzystych o mniejszej wartości ( $f_3$  i  $f_5$ ) przez harmoniczne parzyste o większej wartości ( $f_2$  i  $f_4$ ).

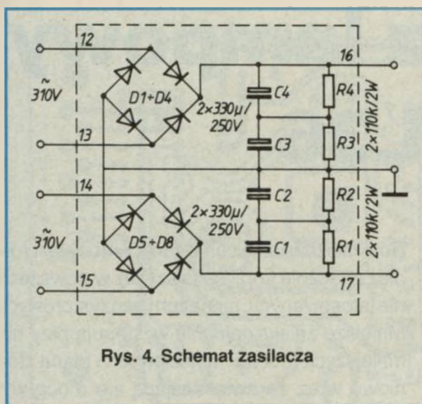
Rozkład zniekształceń w funkcji mocy jest również znacznie korzystniejszy niż w powszechnie stosowanych układach tranzystorowych. Mniejsze zniekształcenia występują przy najmniejszych mocach wyjściowych i rosną stopniowo wraz ze zwiększającą się mocą wyjściową aż do typowego przesterowania. Układy lampowe mają tagodne "wejście" w zakresie przesterowania.

Bardzo małe zniekształcenia przy małych mocach umożliwiają pełne wykorzystanie dobrych zespołów głośnikowych, które mają podobny rozkład zniekształceń w funkcji wychylenia membrany, czyli mocy wyjściowej. Całkowicie odmienną sytuację mamy w układach tranzystorowych. Większość układów jest budowana jako konstrukcje przeciwobne pracujące w klasie AB przy stosunkowo małym prądzie spoczynkowym stopnia końcowego. Właściwie w każdym takim układzie możemy znaleźć stosunkowo duże zniekształcenia przy najmniejszych mocach, pochodzące z niecałkowicie wyeliminowanego efektu przejścia sygnału przez zero (zniekształceń skrośnych). Dla dociekliwych podam, że układy lampowe klasy hi-fi są wolne od tych zniekształceń, ponieważ pracują przeważnie w czystej klasie A lub AB z dużym prądem spoczynkowym.

Lampy elektronowe mają ponadto jeszcze jedną niezwykle ważną zaletę, a mianowicie bardzo dużą impedancję wejściową siatki sterującej, przeważnie 100 kΩ + 1 MΩ przy bardzo małych pojemnościach wejściowych 1,5÷15 pF.



Rys. 3. Schemat blokowy



Rys. 4. Schemat zasilacza

Nawet w porównaniu z nowoczesnymi tranzystorami polowymi o podobnej rezystancji wejściowej, lampy mają kilka, a nawet kilkadziesiąt razy mniejsze pojemności wejściowe. Fakt ten sprawia, że lampowe wzmacniacze prawie nie obciążają urządzeń współpracujących. Ponadto duża impedancja wejściowa lamp umożliwia budowę bardzo prostych stopni wejściowych oraz sterujących stopni końcowych. Układy te muszą praktycznie wytworzyć napięcie o odpowiednio dużej amplitudzie, bez dużej wydajności prądowej koniecznej do sterowania stopniami o małej rezystancji wejściowej czy "ładowania" dużych pojemności wejściowych. W związku z powyższym wzmacniacze lampowe są urządzeniami o stosunkowo prostej budowie, zawierającymi niewiele elementów w torze sygnałowym i umożliwiającymi bardzo krótką drogę sygnału.

## Opis konstrukcji

Układ elektroniczny wzmacniacza WL36 to typowy układ Williamsona z lat czterdziestych oraz ultraliniowy stopień wyjściowy z lampami EL34. Tym co może różnić go od urządzenia sprzed 20-30 lat są najwyższej jakości elementy bierne.

Jak przystało na konstrukcję wysokiej klasy wzmacniacz WL36 jest skromnie wyposażony. Ma tylko regulację siły dźwięku oraz potrójny przełącznik wejść. Z myślą o jak najkrótszej drodze sygnału umieszczono przełącznik wejść bezpośrednio przy gniazdach wejściowych. Współpracuje on z wysokiej jakości przekaźnikami sygnałowymi. Jedynym elementem ułatwiającym obsługę jest automatyczny włącznik napięcia anodowego po upływie około 45 s od chwili włączenia całego urządzenia. Wraz z przełącznikiem na przednim panelu może pełnić również funkcję układu Standby. Głównym zadaniem tego układu jest przedłużenie trwałości lamp przez podawanie napięcia na odpowiednio rozgrzane katody.

Układy elektroniczne są montowane metodą montażu przestrzennego na specjalnych listwach, a przełącznik wejść, układ automatyki, na płytkach drukowanych.

## Układ elektroniczny

Schemat blokowy przedstawiono na rys. 3. Sygnał wejściowy bezpośrednio z gniazd wejściowych jest doprowadzany do selektora wejść, następnie przez regulator siły dźwięku

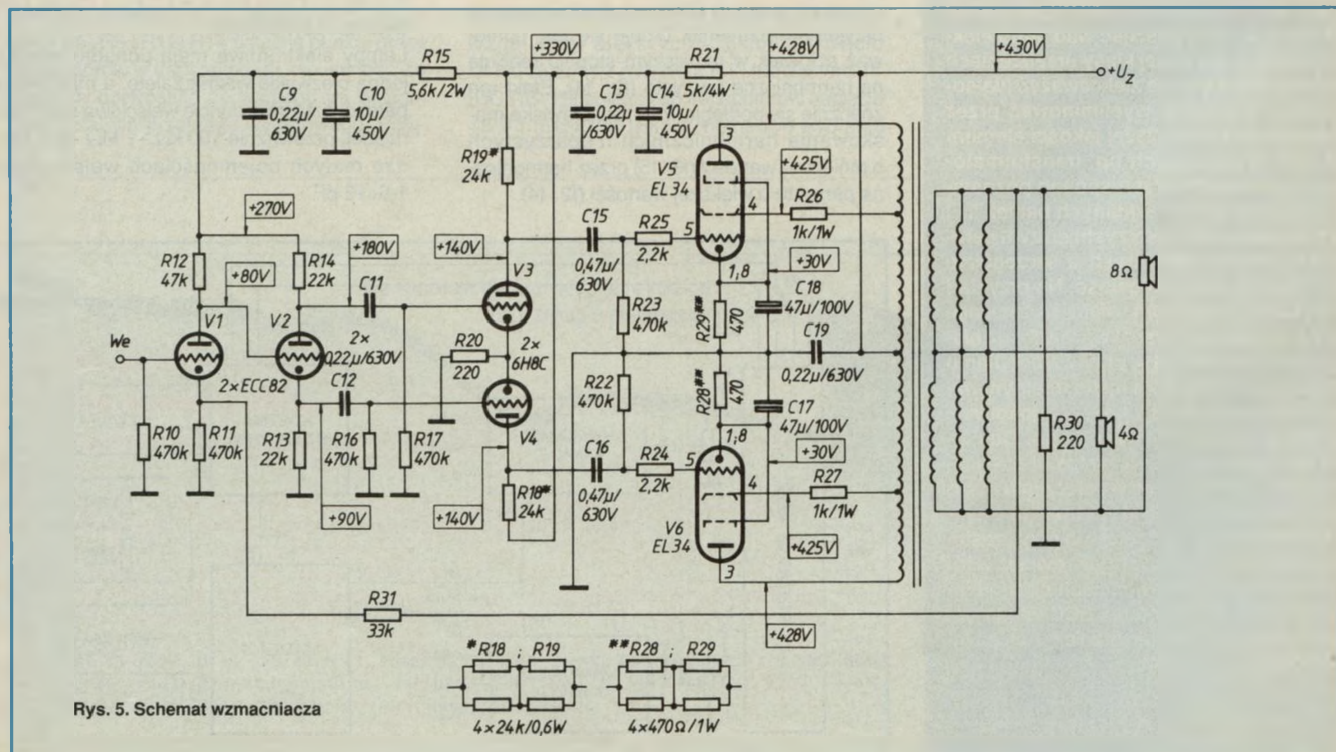
do wzmacniaczy lewego i prawego kanału. Układ jest zasilany z transformatora sieciowego i pełnokresowych prostowników mostkowych. Transformator dostarcza również napięcie żarzenia lamp. Blok automatyki z funkcją Standby jest zasilany przez zasilacz stabilizowany +12 V zawarty w tym bloku. Z niego korzysta również selektor wejściowy. Główny zasilacz sterowany przez blok automatyki dostarcza napięć anodowych zasilających wzmacniacze końcowe.

## Zasilacz

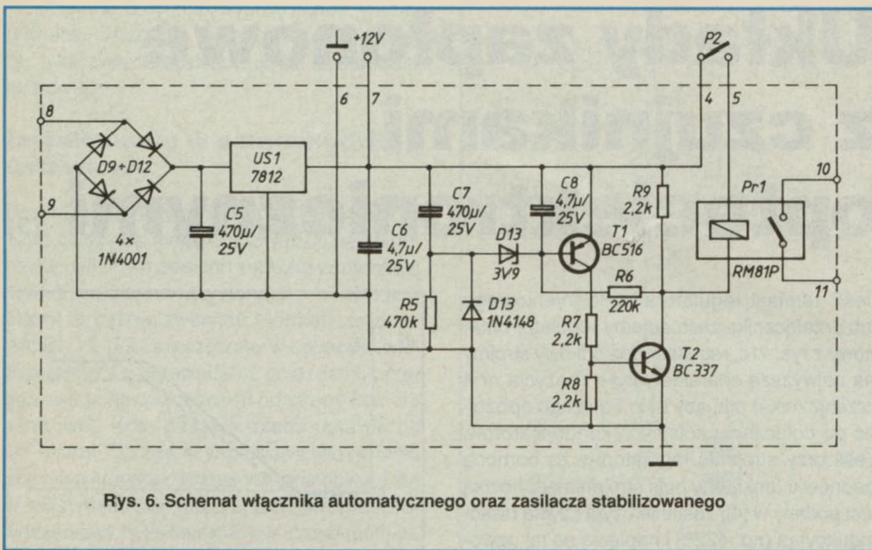
Schemat zasilacza przedstawiono na rys. 4. Napięcie zmienne ~310 V z jednego z wtórnych uzwojeń transformatora poprzez blok wyłącznika automatycznego jest doprowadzane do oddzielnych prostowników i filtrów lewego i prawego kanału, wykonanych na elementach D1+D8, C1+C4, R1+R4. Napięcie stałe +430 V z kondensatorów C1+C4 jest doprowadzane poprzez bezpieczniki B2, B3 do zasilania układów wzmacniaczy.

## Wzmacniacze

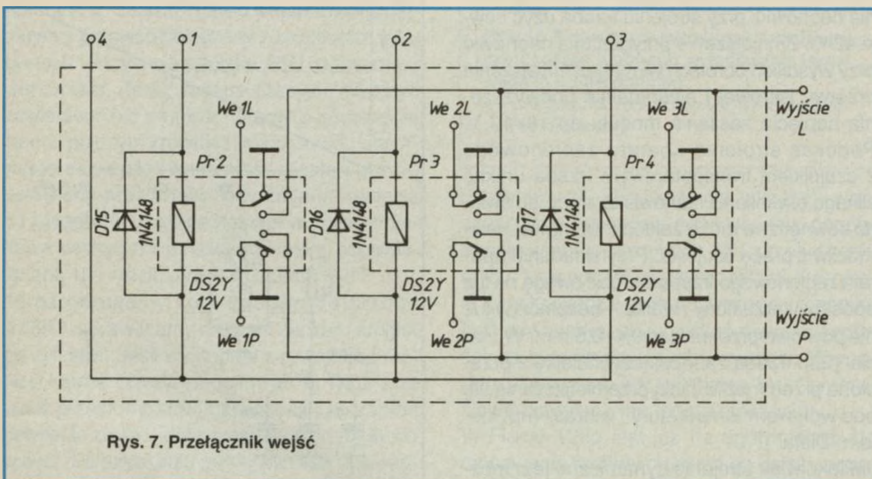
Schemat układu wzmacniacza (jeden kanał) jest przedstawiony na rys. 5. Sygnał wejściowy z selektora wejść poprzez potencjometr P1 (regulacja siły dźwięku) jest doprowadzany do siatki triody V1, pełniącej funkcję wzmacniacza wstępnego o wzmocnieniu około 10 V/V i współpracującej z rezystorami R10+R12. Wzmocniony sygnał trafia do odwracacza fa-



Rys. 5. Schemat wzmacniacza



Rys. 6. Schemat włącznika automatycznego oraz zasilacza stabilizowanego



Rys. 7. Przełącznik wejść

zy wykonanego na elementach triody V2, R13+R14. W układzie tym sygnał zostaje rozłożony na dwie składowe, przesunięte w fazie o 180° i amplitudach równych połowie amplitudy sygnału wejściowego ze siatki triody V2. Składowe sygnału poprzez kondensatory sprzęgające C11, C12 trafiają do stopnia sterującego z triodami V3 i V4 (lampy 6H8C). Rezystor katodowy R20 tworzy lokalne sprzężenie zwrotne niwelujące ewentualne różnice w amplitudzie sygnałów powstałych w odwracaczu fazy. Około dwunastokrotnie wzmacnienie składowe sygnału, poprzez kondensatory C15, C16, sterują przeciwnym stopniem wyjściowym, zbudowanym na pentodach mocy V5 i V6, oraz elementach R24+R29, C17+C18, Tr1. Prądy lamp końcowych ustalane są rezystorami katodowymi R28+R19 i wynoszą około 70 mA. Kondensatory C17, C18 likwidują lokalne sprzężenie zwrotne powstałe na wspomnianych rezystorach. Sygnał z odczepów O1 O2 transformatora wyjściowego jest doprowadzany poprzez rezystory R26+R27 do siatek drugiej pentody

V5 i V6 tworząc tak zwany układ *ultralinear*, redukujący zniekształcenia wnoszone przez stopień końcowy oraz transformator wskutek powstawania silnego lokalnego sprzężenia zwrotnego. Rezystor R30 po stronie wtórnej transformatora zabezpiecza wzmacniacz podczas włączenia nieobciążonego wzmacniacza. Sygnał z wtórnych uzwojeń transformatora jest doprowadzany bezpośrednio do wyjścia oraz poprzez R31 do katody lampy V1 tworząc pętlę sprzężenia zwrotnego o wartości około 10 dB. Zasilanie poszczególnych stopni wzmacniacza odbywa się poprzez rezystory redukujące napięcia R21, R15 i kondensatory odprężające C9, C10 oraz C13, C14. Istotne znaczenie ma dobór podzespołów wzmacniacza, a szczególnie lamp. Wzmacniacz wstępny jest wykonany wyłącznikiem na triodach jako elementach o największej liniowości. W stopniu wejściowym tego układu pracuje lampa ECC82, a w stopniu sterującym (odwracaczu fazy) podwójna trioda 6H8C (odpowiednik 6SN7) uchodząca za doskonałą lampę sterującą. W przeciwsob-

nym stopniu wejściowym pracuje para pentody mocy EL34 w układzie ultralinear. Transformatorami wyjściowymi są masywne, dziesięciosektorowe toroidy z odczepami na 4- i 8-omowe zespoły głośnikowe. Transformatory mają bardzo dobre parametry i są dokładnie wykonane (różnica impedancji połówek uzwojenia pierwotnego wynosi poniżej 0,5%). W układzie zasilania zastosowano również transformator toroidalny o mocy 250 VA. Prostownienie oraz filtracja napięcia odbywa się w oddzielnych układach dla każdego kanału w celu zapewnienia odpowiednio małego przesłuchu międzykanałowego.

## Wyłącznik automatyczny

Schemat wyłącznika automatycznego przedstawiono na rys. 6. Jak można zauważyć jest to prosty układ czasowy wykonany na tranzystorach T1 T2, R5+R9, D13+D14, C7+C8. Napięcie anodowe włącza przełącznik Pr1 po ok. 60 s od chwili włączenia całego urządzenia. Czas ten jest określony elementami R5 i C7. Przełącznik P2 służy do wyłączenia przełącznika Pr1, a zatem i napięcia anodowego, mimo że jest włączone przez układ czasowy. W związku z tym pełni on funkcję układu Standby. Do zasilania włącznika służy oddzielny zasilacz stabilizowany, umieszczony razem z nim na płycie drukowanej, wykorzystujący jedno z wyjść transformatora zasilającego. Zasilacz ten wykonany został na elementach D9+D12, C5+C6 oraz US1 i dostarcza napięcia stabilizowanego +12 V. Z zasilacza tego korzysta również przełącznik wejść.

## Przełącznik wejść

Schemat przełącznika wejść przedstawiono na rys. 7. Przełącznik ten wykonano wykorzystując przełączniki P2+P4 oraz diody zabezpieczające D15+D17. Układ ten zasilany jest napięciem stabilizowanym +12 V doprowadzonym ze stabilizatora bloku włącznika automatycznego. Wyboru źródła sygnału dokonuje się przełącznikiem P3. ■

Andrzej Piwowarczyk

# Wzmacniacz lampowy Amplifon WL36 dla koneserów muzyki

**D**wupoziomowa obudowa wzmacniacza nie przypominająca tradycyjnej, jest wykonana z dwóch rodzajów blach: aluminiowej, grubości 2 mm, i pokrywającej ją, polerowanej chromowo-niklowej grubości 0,8 mm. Boki obudowy są z lakierowanego drewna dębowego. Na płaszczyźnie poziomej osadzono gniazda lamp, a za nimi zaś znajduje się pokrywa transformatorów. Na płycie czołowej są dwa duże, wygodne pokrętki do regulacji poziomu głośności i zmiany źródła sygnału oraz włączniki: sieciowy i układu *standby*. Lustrzane powierzchnie i ozdobna mosiężna tabliczka nadają wzmacniaczowi elegancką linię. Żarzące się lampy w nieoświetlonym pokoju wytworzą bardzo przyjemny nastrój do słuchania muzyki.

Z tyłu znajdują się trzy pary złotych gniazd typu *cinch* do dotarczenia trzech źródeł muzyki, oraz złote gniazda typu *cinch* dla pary głośników 8 lub 4  $\Omega$ . Gniazda głośnikowe umożliwiają mocowanie samych końcówek przewodów głośnikowych lub zakończonych wtykami bananowymi. Przewidziano także gniazdo *cinch* do uziemienia wzmacniacza, gdy domowa instalacja elektryczna nie ma wydzielonego przewodu zerowego.

Można mieć zastrzeżenia do wykonania otworów gniazd lamp, ich brzegi bowiem są nierówne. Niedoskonałości te są jednak maskowane po osadzeniu lamp w gniazdach. Konstrukcja obudowy ma dużą sztywność i wytrzymałość mechaniczną.

Na obudowie brak jest jakichkolwiek oznaczeń, co wymaga dokładnego przestudiowania instrukcji, aby prawidłowo rozmieścić zapakowane oddzielnie lampy oraz dotrzeć źródła muzyki i głośniki. Szczególnie istotne jest poprawne dotarczenie głośników o impedancji 4  $\Omega$ . Dotarczenie ich do wyjść 8  $\Omega$ , w ekstremalnych warunkach grozi uszkodzeniem wzmacniacza mimo zabezpieczeń przed przeciążeniem. Dotarczenie głośników 8  $\Omega$  do wyjść 4  $\Omega$  nie powoduje uszkodzenia, ale zmniejsza moc wyjściową.

## Wrażenia użytkownika

Włączenie zasilania nie powoduje natychmiastowego zadziałania urządzenia. Lampy bowiem muszą się nagrzać, aby rozpocząć pracę. Po ok. 45 s jest do nich doprowadzone napięcie anodowe uruchamiające wzmacniacz. Istotne jest jednak sprawdzenie położenia

przełącznika *Standby*. Jego błędne ustawienie spowoduje, że wzmacniacz nie rozpocznie pracy. Przełącznik *Standby* powoduje odłączenie napięcia anodowego i wyciszenie wzmacniacza. Włączone jest jednak żarzenie lamp i jeżeli planuje się przerwę w słuchaniu 10 +20 – minutową wykorzystanie tej funkcji przedłuża trwałość lamp. Pobór mocy w stanie *standby* wynosi 50 W. Urządzenie silnie się nagrzewa. Nie wolno dotykać lamp i blachy wokół lamp, która jest bardzo gorąca.

Wzmacniacz, jak przystało na urządzenia audiofilskie, nie ma zdalnego sterowania i nie jest ono potrzebne, bo jedynym elementem regulacyjnym jest pokrętło, precyzyjnie ustawiające poziom głośności.

Wzmacniacz ma charakterystyczne brzmienie. Wysokie tony są czyste, lecz nie są ostre i zimne, lecz ocieplone. Tony niskie "nie narzucają się", choć są wyraźne. Wokale są czytelne, wyraźne bez specjalnego uwypuklenia wysokich tonów. Wzmacniacz nie wprowadza zniekształceń przy odśłuchu także przy maksymalnej mocy wyjściowej. Ogólne wrażenie odśłuchowe to dźwięk miękki, ocieplony. Wzmacniacz nie jest drogi, kosztuje 2350 zł. ■

Jerzy Justat

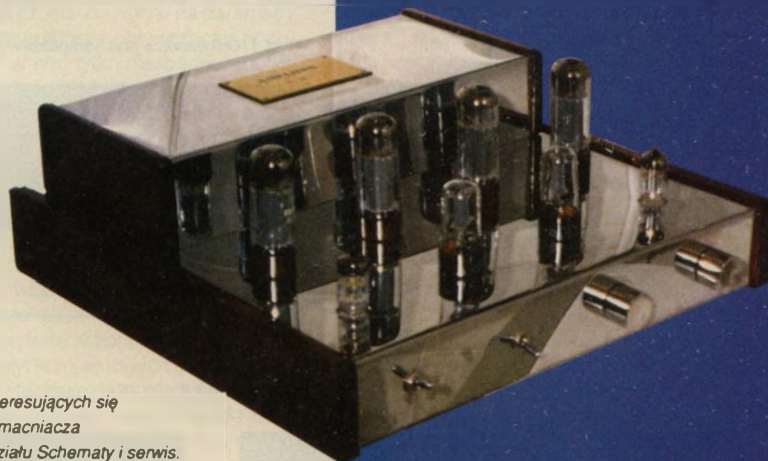
*Czytelników interesujących się konstrukcją wzmacniacza odsyłamy do działu Schematy i serwis.*

## Parametry wzmacniacza

Moc wyjściowa rms :	36 W (15 W klasa A)
Impedancja wyjściowa :	4 lub 8 $\Omega$
Impedancja wejściowa:	100 k $\Omega$
Czułość wejściowa:	370 mV dla 36 W
Zniekształcenia :	<0,08%
Stosunek sygnału do szumu:	96 dB
Pasma przenoszenia ( $\pm 3$ dB) :	10-80 000 Hz
Pobór mocy :	180 W



**Prezentowany wzmacniacz lampowy jest polskiej konstrukcji, prawdopodobnie najtańszy w kraju i na świecie. Jest produkowany w małych seriach.**



**Wzmacniacz lampowy  
Amplifon WL36  
str. 21**