

# Przedwzmacniacze lampowe

Inicjujemy cykl artykułów przybliżających tajniki lampowych aplikacji audio. Moda na lampy trwa nieustannie, a rozbieżności poglądów panujące wśród konstruktorów są ogromne. Mamy nadzieję, że usystematyzowanie „lampowej” wiedzy wszystkim nam wyjdzie na dobre!  
Zaczynamy od przedwzmacniaczy.

Funkcjonalnie wydzieloną częścią każdego wzmacniacza gitarowego jest jego obwód wejściowy - tzw. przedwzmacniacz - lub krótko „preamp”. To właśnie w nim zachodzą najistotniejsze procesy wzmacniania, kształtowanie charakterystyki częstotliwościowej, wzbogacanie w dodatkowe przebiegi harmoniczne, nadające brzmieniu instrumentu określony, niepowtarzalny charakter. Także tu zachodzi naturalna kompresja sygnału, bardzo korzystna dla poprawnej pracy końcówki mocy.

Regulacja barwy dźwięku, pogłos sprzężynowy, pętla efektów również realizowane są zwykle w przedwzmacniaczu. W swej najprostszej wersji zawiera on 2-, 3-pasmowy regulator barwy i jeden głośności. W układach bardziej rozbudowanych dodatkowej regulacji podlega czułość wejścia (*Gain*), wyrazistość (przełącznik *Bright, Brilliance*), głębokość i intensywność wbudowanych efektów MIDI. Sprzężenie przedwzmacniacza ze stopniem mocy może być bezpośrednie lub poprzez końcowy regulator głośności, nazywany *Master Volume*.

Jak wspomniałem na wstępie, do podstawowych i najbardziej pożądanых funkcji przedwzmacniacza należy przede wszystkim generowanie zniekształceń (*distortion*) i tworzenie pozornego podtrzymania dźwięku, tzw. *sustainu*.

Równie istotne jest kreowanie specyficznego, głównie „średniotonowego” obrazu dźwiękowego, wynikającego z roli i usytuowania brzmienia gitary elektrycznej na tle pozostałych instrumentów. W praktyce oznacza to możliwość oparcia się gitarzysty „zmasowanemu atakowi” kotła basowego i gitary basowej z jednej, a pobrękiwaniom i wszelkiego rodzaju sykcom-bzykom hi-hatów, stringów, itd., z drugiej strony, bez uciekania się do rozwiązania „siłowego”, jakim jest moc samego wzmacniacza. Przy tym wszystkim konieczne jest zrobienie miejsca dla głosu wokalisty.

Jak widać imperatyw optymalnego brzmienia gitary determinowany jest

przez długi łańcuch zmiennych, często bardzo trudnych do zdefiniowania. Swoistym pewnikiem jest jedynie zamierzona nieliniowość - praktycznie wszystkich - stopni przedwzmacniacza oraz inne niż we wzmacniaczach Hi-Fi częstotliwości graniczne układu barwy dźwięku. To właśnie dlatego obiektywna ocena wzmacniacza może być trudna, szczególnie jeśli podejmuje się ją w oderwaniu od kontekstu muzycznego. Paradoksalnie zdarza się, że wzmacniacz rewelacyjny „na sucho”, rozczarowuje na tle zespołu i odwrotnie - dziwnie brzmiący w pojedynkę, doskonale radzi sobie z rytmem i partiami solowymi. Ta właściwość wzmacniaczy jest często przytaczana we wszelkiego rodzaju bench-testach w „poważnych” periodykach gitarowych. Jednak w ostatecznym rozrachunku koło i tak zamyka się na uchu gitarzysty, który w zależności od potrzeb może wybierać pomiędzy prostym „do bólu” wzmacniaczem typu boutique-Hound Dogis Bloodhound, a rozbudowanym cyfrowo Johnson/Millennium firmy Digitech.

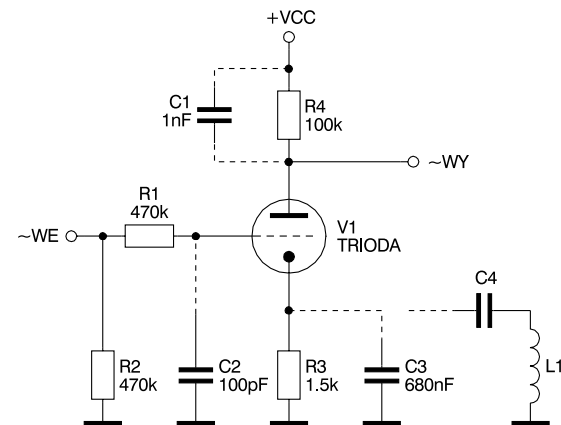
Nie sposób zrozumieć sensu zamierzonego generowania zniekształceń we wzmacniaczu gitarowym bez przynajmniej pobieżnego przeanalizowania pracy pojedynczego, triodowego stopnia wzmacniającego, którego uproszczony schemat przedstawiono na rys. 1.

Z punktu widzenia teorii obwodów lampowych jest on po prostu oporowym wzmacniaczem napięciowym klasy A, którego zadanie polega na maksymalnym wzmocnieniu amplitudy doprowadzonego sygnału, a następnie specyficznym, niesymetrycznym jej ograniczeniu. Zachodzi ono trzema torami, poprzez:

- wykorzystanie dolnego i górnego zakrzywienia charakterystyki siatkowej,
- obcinanie siatkowe,
- odcięcie prądu anodowego.

Punktem wyjścia do dalszych rozważań niech będzie fakt, że czysty sygnał sinusoidalny nie zawiera żadnych harmonicznych, sygnał prostokątny zaś zawiera co najmniej 30% harmonicznych nieparzystych. Potwierdza to badanie miernikiem zniekształceń nieliniowych, jak i teoretyczne rozważania wsparte aparatem matematycznym przekształceń Fouriera.

W zwykłych warunkach siatka sterująca triody zachowuje się jak dioda spolaryzowana zaporowo, a więc posiada opór rzędu dziesiątek czy setek megomów. Jeśli amplituda doprowadzonego sygnału sinusoidalnego jest mała i mieści się w granicach napięcia polaryzującego tę siatkę (ok. 1-2V), to mamy zasadniczo do czynienia z typowym wzmacniaczem pracującym w klasie A, dzięki czemu zniekształcenia są bardzo małe. Na anodzie otrzymamy czysty, wzmocniony kilkadziesiąt razy sygnał sinusoidalny, przy



Rys. 2.

założeniu, że wykorzystany jest jedynie maksymalnie prostoliniowy odcinek charakterystyki siatkowej triody.

Należy pamiętać, że charakterystykę siatkową daje się „wprostować“ i przesuwać w lewo poprzez zwiększenie napięcia anodowego, oczywiście przy zachowaniu prądu katody. W opisanej wyżej sytuacji pojedynczy stopień triodowy i tak generuje harmoniczne (głównie parzyste), których zawartość waha się od ok. 1% do 8%, zależnie od typu lampy. Przy zwiększaniu amplitudy sygnału sterującego zaczyna się ujawniać wpływ dolnego zakrzywienia charakterystyki, polegający na powstawaniu typowych zniekształceń nieliniowych, z dominującymi parzystymi harmonicznymi (2, 4, 6...). Obserwacja obrazu, widocznego na ekranie oscyloskopu podłączonego do anody, pokazuje jak pierwotnie nieznkształcone wierzchołki „górných“ połówek sinusoidy ulegają łagodnemu zaokrągleniu, tym większemu, im bardziej sygnał zachodzi na dolne zakrzywienie charakterystyki.

Zobaczymy, co dzieje się przy dalszym zwiększaniu amplitudy sygnału. Kiedy jego wartość bezwzględna przekroczy napięcie polaryzacji, dzięki pojawieniu się prądu siatki, przestrzeń siatka-katoda z diody spolaryzowanej zaporowo przekształca się w diodę spolaryzowaną w kierunku przewodzenia. Wiąże się to z gwałtownym spadkiem rezystancji tej przestrzeni do wartości 1-2Ω. Wtedy na rezystorze R1, mającym znaczną wartość, powstaje spadek napięcia doprowadzonego sygnału, widziany na oscyloskopie jako wyraźne odcięcie jego górnej połowki. Zgodnie z analizą Fouriera, pojawieniu się w sygnale stromych i płaskich odcinków towarzyszy wzrost zawartości nieparzystych harmonicznych, głównie trzeciej, jednak przy coraz wyższym poziomie drugiej harmonicznej, wynikającym z asymetrii powstającego w ten sposób przebiegu. Dalsze zwiększanie amplitudy sygnału powoduje cykliczne odcinanie prądu anodowego przez dolną, a maksymalizację jego wartości przez górną połówkę sygnału sterującego. Z tym ostatnim zjawiskiem związane jest górne

zakrzywienie charakterystyki, doprowadzając do nasycenia prądu anody.

Tworzy się zatem swoisty układ zerojedynkowy. Sygnał obserwowany na oscyloskopie jest zbliżony kształtem do niesymetrycznego sygnału trapezowego (bardzo wąska podstawa, szeroki wierzchołek). Pomiar harmonicznych ujawnia ponad 30% zawartości drugiej i ok. 10% trzeciej harmonicznej. Zastosowanie kondensatora C1 blokującego rezystor katodowy R3 wpływa na wzmocnienie i - zależnie od wielkości pojemności - na szerokość pasma przenoszonego przez stopień. Zmienia także charakter obcinania siatkowego - z łagodnego, zaokrąglającego - na bardziej radykalny, przypominający pracę półprzewodnikowego obcinacza diodowego.

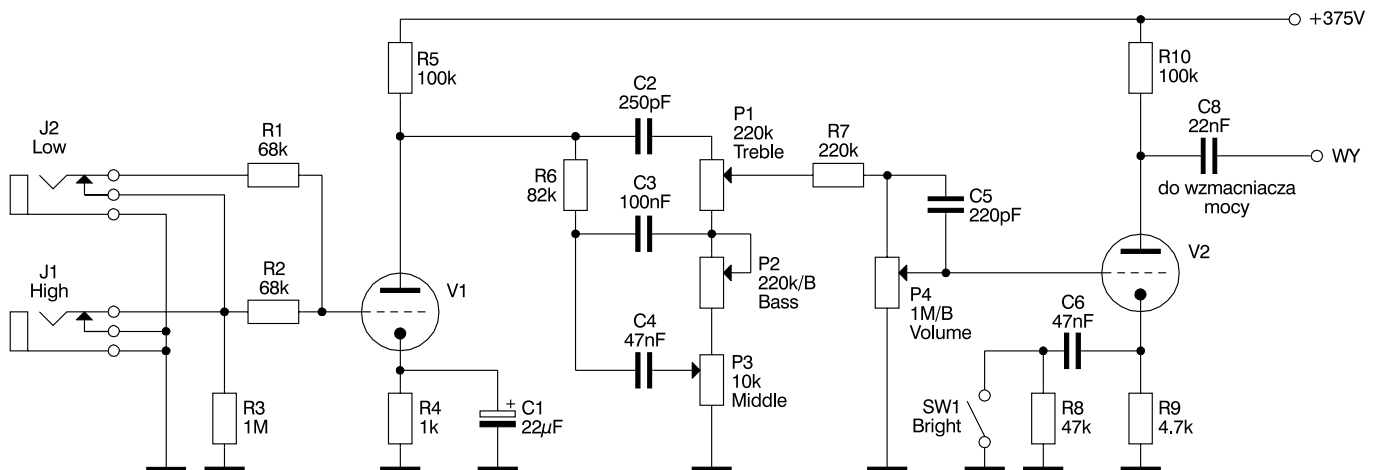
W przypadku realnego wzmacniacza mamy do czynienia z łańcuchem 2-4 takich stopni, połączonych szeregowo, które naprzemiennie obcinają i wzmacniają sygnał, doprowadzając w rezultacie do uzyskania prawie idealnie symetrycznego prostokąta. Różnica pomiędzy przesterem lampowym a szeroko rozumianym przesterem półprzewodnikowym polega więc głównie na „wchodzeniu“ dominujących parzystych harmonicznych generowanych przez każdy kolejny stopień lampowy do sumarycznego przebiegu wyjściowego oraz stopniowym a nie progowym ograniczaniu sygnału w poszczególnych stopniach. Natomiast najczęściej stosowane półprzewodnikowe obcinacze diodowe nie robią nic innego, jak tylko jednorazowo obcinają ultrasymetrycznie wierzchołki wirtualnej sinusoidy na stałym (np. ok. 0,7V) poziomie. W rezultacie nie zachodzi wzmacnianie (*reinforce*) tonu podstawowego drugą harmoniczną (która jest po prostu oktawą tego tonu).

Jednak w zamian uzyskuje się bardzo mocny, agresywny dźwięk, bardzo dobry do gry *single note* lub *power chord* (pryma + kwinta, pryma + kwarta). Inne interwały oraz akordy wielodźwiękowe nie brzmią zbyt konsonansowo i mają tendencję do zdudnienia. Jest to rezultat dominowania w sygnale trzeciej i wyższych harmonicznych nieparzystych. W ten - niestety - sposób zachowuje się

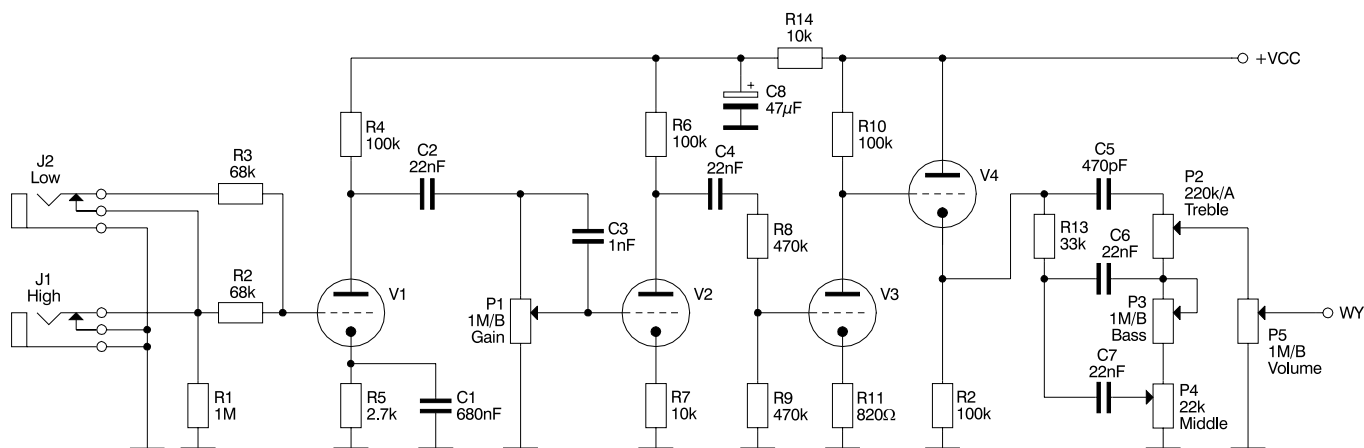
większość tranzystorowych końcówek mocy popularnych wzmacniaczy gitarowych, które - przesterowane - radykalnie obcinają sygnał na poziomie zasilacza (jest to sytuacja potencjalnie bardzo groźna dla głośnika).

Niezmierzalnie istotna jest właściwa korekcja częstotliwościowa na wejściu układu. Jej rola rośnie proporcjonalnie do liczby stopni obcinających, a tym samym do całkowitego wzmocnienia. Korekcja ma także ogromny wpływ na zmniejszenie niepożądanych zniekształceń intermodulacyjnych, które da się najprościej zdefiniować jako „konflikt dwóch różnych częstotliwości“. W rezultacie otrzymujemy „zdudnienie“, jeśli częstotliwości różnią się w stopniu nieznacznym oraz pojawienie się dziwnych dysonansów, przy większych różnicach częstotliwości. W skrajnych przypadkach intermodulacja doprowadza do zatykania się lamp przedwzmacniacza, a także lamp stopnia mocy. Innymi słowy, to co dobre dla przedwzmacniacza 1-2 stopniowego, daje fatalne brzmienie w przypadku większej ich liczby. Ponadto błędy korekcji stopnia wejściowego zostaną po prostu powielone przez kolejne stopnie. Naturalny, nie przetworzony sygnał z przetwornika gitarowego zawiera, oprócz częstotliwości podstawowej, całą gamę alikwotów (*overtones*, *współdźwięki*) i harmonicznych o bardzo zróżnicowanej amplitudzie, zależnej od rodzaju przetwornika, materiału, z jakiego wykonane są struny itd., a także od oczywistego faktu, że struna drga nie w jednej, a wszystkich płaszczyznach.

Nie wszystkie składowe sygnału są dobrym materiałem wyjściowym do dalszej „obróbki“. Podejmuje się więc kroki zmierzające do zawężenia pasma przenoszonego przez stopnie wejściowe w zakresie najwyższych i najniższych częstotliwości, oczywiście w odpowiednich proporcjach. Nadmiar tych pierwszych powoduje wzrost szumów, podatność na zjawisko mikrofonowania lamp, a w brzmieniu daje rezultat określany żartobliwie - *mosquitoes in heat* - brzęczenie komarów w tropiku. Nadmiar drugich powoduje pogorszenie artykulacji (*muck*, *pumping*),



Rys. 2.



Rys. 3.

„mulenie“, „zatykanie“ się wzmacniacza, prowadząc w skrajnych przypadkach do chwilowego zaniku dźwięku. W źle skompensowanym częstotliwościowo przedwzmacniaczu zjawisko to można zaobserwować przy przejściu z gry na stosunkowo wąskopasmowym przetworniku *Single Coil* na grę z wykorzystaniem przetwornika *Humbucker*. Wynika to z faktu, że triody przedwzmacniacza pracują - w przeciwieństwie do wzmacniaczy Hi-Fi, z prądami siatek. W tej sytuacji dochodzi do sumowania się prądu katody i siatki sterującej, to z kolei wywołuje wzrost dodatniego potencjału katody względem masy, a tym samym wzrost ujemnego napięcia siatki względem katody. To napięcie przesuwa punkt pracy znacznie na lewo, czyniąc lampę niezdatną do równomiernego przenoszenia składowej zmiennej. Stąd wynika konieczność stosowania sprzęgających elementów RC o takich wartościach rezystancji i pojemności, aby stała czasowa nie przekraczała 0,01-0,02 s, przy jednoczesnym sumarycznym oporze dzielnika co najmniej 470kΩ.

Ogromną rolę odgrywają elementy LRC (rys. 1), umieszczone w obwodach katod, anod i siatek sterujących poszczególnych stopni. Pogoń za „ostatecznym“ dźwiękiem już dawno doprowadziła do ukształtowania się kilku charakterystycznych struktur brzmieniowych, bardzo typowych dla takich firm, jak *Dumble*, *Fender*, *Marshall*, *Hiwatt*, *Vox* czy *Mesa Engineering*, stanowiących swoiste punkty odniesienia. Zdarza się, że istotne dla całokształtu brzmienia elementy i ich obwody są chronione przez patenty albo zamknięte w nierozbieralną silikonową lub epoksydową kostkę.

Niewątpliwie, w układach przedwzmacniaczy typu *High Gain*, w celu uzyskania właściwej dynamiki i artykulacji, konieczna jest radykalna amplitudowo-częstotliwościowa korekcja sygnału wejściowego, a następnie, niejako „odwrócona“ o 180 stopni korekcja sygnału wyjściowego. Po takiej wstępnej korekcji sygnał z przetworników ma odsłuchowo mało przyjemny „telefoniczno-kartonowy“ charakter. Stanowi jednak najlepszy

substrat do uzyskania bardzo „gęstego przesteru“. Zawiera wielokrotnie wzmocnione owertony, mające pierwotnie bardzo małą amplitudę, przy wyeliminowanych skrajnych częstotliwościach pasma instrumentu, odpowiedzialnych za wspomniane negatywne zjawiska. I znów, paradoksalnie, taka radykalna korekcja nie daje zadowalającego brzmienia przy płytkich przesterowaniach. Sensowne wydaje się więc konstruowanie co najmniej dwóch odpowiednich kanałów przedwzmacniacza typu *Crunch* i *Lead*, w których zakresy korekcji dopasowane są do głębokości przesteru. Korekcja wyjściowa ma na celu zredukowanie ogromnej liczby powstających wyższych harmonicznych, których obecność w sygnale jest wybitnie nieprzyjemna słuchowo.

Na rys. 2, 3, 4 są przedstawione uproszczone, podstawowe wersje przedwzmacniaczy, nazwanych umownie - dla pewnego usystematyzowania - *Fender*, *Marshall*, *Mesa*. Podstawę stanowią w nich zwykle triodowe oporowe wzmacniacze napięcia oraz tzw. „półkowy“ regulator dźwięku.

Przedwzmacniacz typu *Fender* - rys. 2 - jest bardzo prosty, oparty o jedną podwójną triodę 12AX7 (ECC83). Zasadniczą jego cechą jest klarowne, szkliste wręcz brzmienie i brak możliwości uzyskania dużej ilości zniekształceń. Przed erą wzmacniaczy typu *Master Volume*, przesterowanie realizowano w końcówce mocy poprzez maksymalne „odkręcenie“ gałki głośności. Widoczny jest także brak elementów o „dziwnych“ wartościach, a lampy pracują w czystej klasie A. Po regulatorze barwy dźwięku, ze względu na jego lokalizację, trudno spodziewać się szczególnej elastyczności i wielkiej różnorodności uzyskiwanych barw. Układ ten, w różnych modyfikacjach, stosowany jest szeroko jako samodzielny przedwzmacniacz kanału *Clean* wielu wzmacniaczy. Warto pamiętać o tym, że tzw. półkowy, trójpasemowy regulator barwy dźwięku sam przez się powoduje spore zniekształcenia z tytułu obciążenia sterującej go triody (szczególnie ECC83) stosunkowo małą impedancją (ok. 100kΩ), zależną w dużym stopniu od położenia

suwaków poszczególnych potencjometrów. Jeśli ten układ ma pracować we wzmacniaczu do gitary basowej, to warto poeksperymentować z lampą 12AU7 (ECC82) lub 12AT (ECC81) - vide *Fender Bassman*.

W wielu „małych“ konstrukcjach *Fendera* stosowano jako stopień wyjściowy pojedynczą tetrodę 6V6 w klasie A, a w większych dwie w układzie *push-pull* oraz klasyczne 6L6 lub 5881. Jako ciekawostkę przytoczyć można fakt, że pierwotnie *Leo Fender* konstruował swe pierwsze wzmacniacze gitarowe jako wzmacniacze kategorii Hi-Fi!

Przedwzmacniacz typu *Marshall* - rys. 3 - jest bardziej złożony i należy do kategorii *Master Volume*. W pierwszym stopniu V1 istotną rolę odgrywa rezystor katodowy o dość dużej wartości 2,7kΩ, zablokowany do masy kondensatorem o wartości zaledwie 680nF. Dzięki niemu punkt pracy na charakterystyce przesunięty jest nieznacznie dla dużych sygnałów wejściowych w kierunku klasy AB i stopień generuje parzyste harmoniczne.

Wzmocnienie jest największe dla częstotliwości średnich i wysokich. Następuje tu łagodne ograniczenie częstotliwości najniższych (*low-end roll-off*), bardzo korzystne dla dalszej obróbki sygnału. Lampa zawierająca tę triodę powinna być elastycznie zawieszona i ekranowana. Dla minimalizacji przydźwięku sieci wskazane jest żarzenie jej włókna stabilizowanym prądem stałym. Znajdujący się po V1 potencjometr, określany mianem *Gain*, służy do płynnej regulacji nie tylko głośności, ale przede wszystkim wpływa na poziom zniekształceń, czyli zawartość harmonicznych. Możliwość uzyskania czystych brzmień istnieje jedynie na początku obrotu i przy wykonaniu wejścia *LOW*. Sygnał z suwaka potencjometru *Gain* trafia na siatkę triody V2, która dzięki rezystorowi katodowemu 10kΩ pracuje z bardzo małym prądem. Brak kondensatora blokującego rezystor katodowy powoduje występowanie ujemnego, prądowego, równoległego sprzężenia zwrotnego, dzięki któremu obcinanie siatkowe ma bardzo łagodny charakter (*ang. soft clipping*).

Całkowite wzmocnienie stopnia jest stosunkowo małe dla wszystkich częstotliwości. Następuje tu naturalne ograniczenie szumów i przydźwięku 50Hz. Stopień V3 przyłączony jest przez dzielnik złożony z rezystorów 470kΩ, którego zasadniczą rolą jest wyeliminowanie wpływu zmieniającej się cyklicznie rezystancji siatki sterującej V3 na obwód anody V2. Trioda V3 ze swoim rezystorem katodowym 820Ω stanowi swoisty „dopalacz“, którego zadaniem, proszę wybaczyć słowo, jest „uprostokątowanie“ sygnałów o dużej amplitudzie, a więc wzbogacenie w nieparzyste harmoniczne, decydujące o ostrym, metalowym brzmieniu.

Trzeba pamiętać, że wartość  $R_k = 820\Omega$  nie wymusza na anodzie utrzymywania się ok. 1/2 napięcia zasilającego V3. Jest to bardzo istotne dla trwałości izolacji katoda-grzejnik wtórnika katodowego V4, ponieważ dopuszczalne napięcie między katodą a grzejnikiem dla lampy ECC83 wynosi 180V. Wtórnik katodowy V4 oddziela wysokoimpedancyjne wyjście anody V3 od niskoimpedancyjnego wejścia regulatora barwy dźwięku. Tu uwaga: V4 obciążona takim regulatorem wprowadza spore zniekształcenia dla dużych amplitud sygnału „czystego“!. Jego działanie ze względu na bogactwo harmonicznym jest bardzo efektywne. W niektórych konstrukcjach z rezystora katodowego V4 przed regulatorem barwy dźwięku pobierany jest sygnał do sterowania obwodem pogłosu sprężynowego.

Wyjściowy potencjometr *Master Volume* wraz z regulatorem *Gain* tworzy parę umożliwiającą odpowiednio dozowanie sygnału do końcówki mocy i jej przesterowanie, a która wyposażona w potencjometr *Presence*, jako całość dodatkowo wzbogaca dźwięk i poprawia artykulację. Dzięki takiej konfiguracji wzmacniacze Marshall, wyposażone w pentody EL34, na brzmieniach czystych zawsze wykazują niezwykle charakterystyczne „przybrudzenie“, a na przesterowanych dysponują szeroką paletą barw, stanowiąc w tej dziedzinie niewątpliwie kanon.

Przy grze z dużym przesterem trójpas-mowy układ barw dźwięku przestaje spełniać swą standardową rolę. Przepuszcza raczej tylko te korzystne harmoniczne, podlegające w stopniu mocy dodatkowemu symetrycznemu ograniczeniu. Ze względu na sposób nawinięcia transformatora głośnikowego (celowo bardzo odległy od norm Hi-Fi!) następuje w nim charakterystyczne odfiltrowanie najwyższych i najniższych częstotliwości (hi/low-end roll-off). Ten typ przedwzmacniacza „lubi“ dodatkowe przesterowanie wejścia za pomocą wszelkiego rodzaju efektów podłogowych.

Przedwzmacniacz typu Mesa jest szczególnie rozwinięciem koncepcji Fendera, dzięki wprowadzeniu dodatkowego stopnia wzmacniającego (20dB extra gain stage) i przerzuceniu ciężaru ostatecznej korekcji częstotliwościowej sygnału wyjściowego na załączany przełącznikiem nożnym 5-pasmowy, półprzewodnikowy

korektor graficzny. Na brzmieniach czystych wzmacniacz zasadniczo nie odbiega od swojego pierwotnego wzoru. Dopiero przy grze z „przesterem“ ujawnia się jego cała potęga.

Najistotniejszą rolę wydaje się odgrywać regulator barwy dźwięku, spełniający w tej sytuacji nieco odmienną funkcję. „Obrabia“ on częstotliwościowo sygnał, tworząc określony rodzaj drive'u, który trafia do ostatecznego stopnia obcinającego, opartego o V3 i częściowo V4. Przy grze z maksymalnym „przesterem“ konieczne bywa ustawienie potencjometru *Bass* na prawie minimum, *Middle* na 100%, a *Treble* na ok. 50%. Jest to praktyczna realizacja wcześniej wspomnianej korekcji sygnału wejściowego. Radykalne, „gęste“ przesterowanie (ang. saturated distortion) powstaje m.in. dzięki wielostopniowemu wzmacnianiu alikwotów o nawet najmniejszej amplitudzie, obecności kondensatorów katodowych o dużej pojemności, dających w rezultacie ogromne wzmocnienie poszczególnych stopni w szerokim zakresie częstotliwości i znaczny udział obcinania siatkowego. Okupione jest to jednak możliwością pojawienia się sporych zniekształceń intermodulacyjnych. Przy tak dużej zawartości harmonicznym konieczne stało się użycie korektora graficznego, również w celu wyeliminowania zbędnych składników sygnału. Oparta o tetrody 6L6/5881 końcówka mocy najczęściej nie jest przesterowywana. Transformator wyjściowy posiada zwykle uzwojenia wielosekcyjne, co w istotny sposób rzutuje na ostateczny rezultat brzmieniowy.

Bardzo często w celu zmuszenia lamp do jeszcze głębszego ograniczenia sygnału, stosowane są różnego rodzaju dodatkowe, „podłogowe“ efekty (ang. stomp box). Można je zaklasyfikować do dwóch grup: *distortion type units* oraz *gain type units*. Te pierwsze, to wszelkiego rodzaju efekty Fuzz, Overdrive, Distortion. Te drugie to korektory graficzne, graniczne i parametryczne. Najczęściej wpinane są one między gitarę a wzmacniacz. Ich zasadniczą rolą polega na wstępnej korekcji częstotliwościowej i wzbogaceniu w określone harmoniczne. Pierwotnie urządzenia typu overdrive, zgodnie ze swoją nazwą, służyły wyłącznie do kilkukrotnego wzmocnienia stosunkowo słabego sygnału z gitary, który z kolei „przesterowywał“ niskoczułe wejście wzmacniacza. Urządzenie typu distortion mogą samodzielnie i ostatecznie decydować o brzmieniu przesterowanym. Wtedy rola wzmacniacza ogranicza się do funkcji czysto amplifikacyjnych.

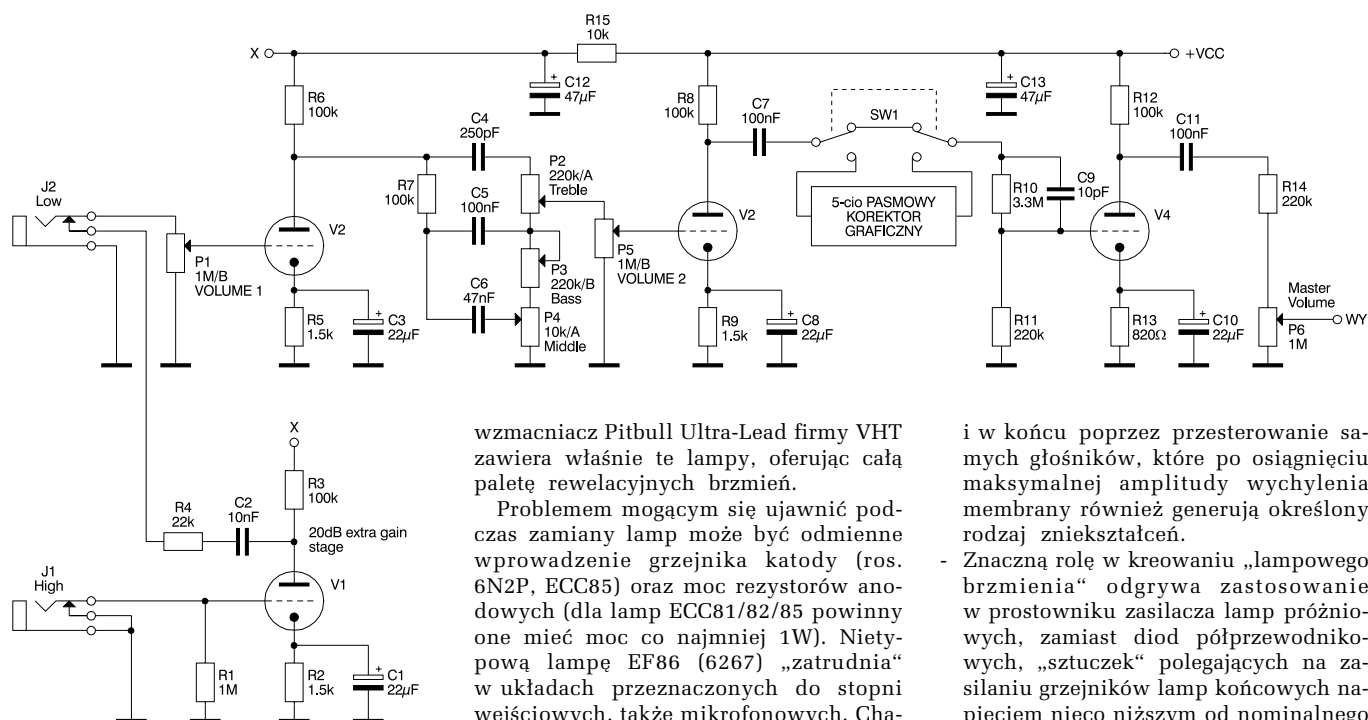
Istotne jest również to, że obydwa urządzenia zachowują się jak pewnego rodzaju kompresor utrzymujący na mniej więcej stałym poziomie sygnał z gitary. Stanowi to więc głęboką ingerencję w odpowiedź dynamiczną wzmacniacza (ang. dynamic response), często bardzo pożądaną przy określonych technikach gry. W przypadku zastosowania korektora dowolnego typu chodzi głównie o selektywne uwypukle-

nie pożądanego pasma częstotliwości (200-1600Hz), często z podniesieniem amplitudy sygnału do wartości kilku-, kilkunastu woltów. Daje to w rezultacie nieprawdopodobną poprawę głębokości „przesteru“, artykulacji, itd. Dwa przeciwnie skrajne ustawienia korektora graficznego, („wesołe“ i „smutne“) są z kolei głęboką ingerencją w odpowiedź częstotliwościową (ang. frequency response). Cała gama pośrednich ustawień potencjometrów, w jakie wyposażone są korektory, umożliwia odnalezienie częstotliwości rezonansowej przetworników. Podbicie właśnie tej częstotliwości znacznie poprawia artykulację. Podbicie innego specyficznego pasma częstotliwości, np. 1kHz bardzo „zaostrza“ atak - efekt uderzenia kostką w strunę jest zaakcentowany w stopniu umożliwiającym czytelnym granie bardzo szybkich riffów i pasaży. Istotnym czynnikiem, decydującym o właściwościach przedwzmacniacza, jest wartość napięcia zasilającego lampy wejściowe.

W literaturze angielskiej często przytaczana jest opisowa cecha, określana niełatwo przetłumaczalnym terminem HEADROOM. Najogólniej, jest to zdolność do przeniesienia sygnałów o dużej amplitudzie (powyżej poziomu nominalnego) bez zniekształceń (obcinanie wierzchołków). Jest to właściwość decydująca o dynamice, a zarazem kreatywności wzmacniacza. Jest ona tym wyższa, im wyższe jest napięcie anodowe. Tu kolejna uwaga: dla lamp szeregu ECC napięcie między anodą a katodą podczas normalnej pracy nie może przekroczyć wartości 300V. W praktyce, napięcie anodowe na „górnym“ końcu rezystora anodowego nie powinno przekraczać 380-400V.

Warto wiedzieć, że w pierwszych serijnie produkowanych modelach wzmacniaczy zmiana głębokości „przesteru“ wiązała się z przelożeniem wtyczki kabla gitarowego z gniazda *Low* do *High*. Istotna różnica pomiędzy obydwoimi typami gniazd nie sprowadzała się wyłącznie do różnicy w czułości, ale także do znacznej różnicy w impedancji - 1MΩ dla gniazda *High* i ok. 120KΩ dla gniazda *Low*. Stąd wynikało odmienne brzmienie gitary, na skutek obciążenia przetwornika drastycznie różnym oporem.

Obecnie funkcję tę realizuje system odpowiednich przełączników elektromagnetycznych lub optoelektronicznych, sterowanych najczęściej 1-2 przełącznikami podłogowymi. Układy te najczęściej rekonfigurują obwody w celu uzyskania właściwego efektu. Ponadto, opracowano układy wzmacniaczy 2-4 kanałowych, w których każdy kanał konfigurowany jest w inny sposób. Możliwa jest także osobna regulacja niektórych lub wszystkich parametrów. Warto wspomnieć o prostej metodzie wpływania na strukturę harmonicznym, dynamikę i artykulację, jaką jest zamiana jednego typu lamp na inny. Jak wiadomo, najczęściej są to lampy szeregu ECCxx (12A), których podstawowy układ zasilania i polaryzacji różni się w bardzo małym stopniu. W przy-



Rys. 4.

padku, gdy przedwzmacniacz zbudowany jest w oparciu o dwie takie lampy, możliwe jest eksperymentowanie z różnymi kombinacjami kolejności ich ustawienia. I tak, ECC83 (12AX7, 5751, 7025, ewentualnie rosyjskie 6N2P), mając największe wzmocnienie (70-100) i rezystancję wewnętrzną 62kΩ oraz łagodną charakterystykę przesterowania, daje brzmienie uważane przez wielu muzyków za najlepsze, jednak o stosunkowo małej dynamice a dużej kompresji i *sustainie*. Egzemplarze wyprodukowane przez Mullarda (Gold Pin), Telefunkena, Brimara wyróżniają się najniższymi szumami i najmniejszym mikrofonowaniem. ECC83 jest najczęściej stosowaną podwójną triodą małej mocy. Lampy o średnim współczynniku wzmocnienia (44-60) i rezystancji wewnętrznej ok. 11kΩ - ECC81 (12AT7, 12AY7, 12AZ7) - zasadniczo pracowały w obwodach pogłosu sprężynowego lub jako odwracacze fazy w wielu klasycznych konstrukcjach Fendera. Ich zastosowanie daje wzrost dynamiki i "mięiste" zniekształcenia kosztem niewielkiej utraty kompresji i *sustainu*. Do tej grupy można zaliczyć ECC85.

Lampy o najniższym współczynniku wzmocnienia (17) i rezystancji wewnętrznej ok. 7kΩ ECC82 (12AU7) zapewniają największą dynamikę i tzw. headroom, przy najmniejszej kompresji i *sustainie*. Ze względu na znacznie wyższe napięcie polaryzacji wstępnej w normalnych warunkach (ok. -8V), lampy te trudno przesterować. W rezultacie otrzymujemy bardzo czyste „okrągłe” brzmienie, idealne dla kanału *Clean*, o ile zależy nam na znikomej ilości harmonicznych. Mogą one jednak sprawiać pewne kłopoty ze względu na szumy i mikrofonowanie. Zaskakujący jest fakt, że doskonały składn

wzmacniacz Pitbull Ultra-Lead firmy VHT zawiera właśnie te lampy, oferując całą paletę rewelacyjnych brzmień.

Problemem mogącym się ujawnić podczas zamiany lamp może być odmienne wprowadzenie grzejnika katody (ros. 6N2P, ECC85) oraz moc rezystorów anodowych (dla lamp ECC81/82/85 powinny one mieć moc co najmniej 1W). Nietypową lampę EF86 (6267) „zatrudnia” w układach przeznaczonych do stopni wejściowych, także mikrofonowych. Charakteryzuje się niskim poziomem szumów i małym mikrofonowaniem a bardzo dużym wzmocnieniem (do 200). Dopuszczalne napięcie anody wynosi 300V. Wydaje się, że jest to ciekawe rozwiązanie wśród konstrukcji wzmacniaczy gitarowych. Dość nietypowym sposobem uzyskiwania owego niepowtarzalnego lampowego brzmienia jest koncepcja „wzmacniacza we wzmacniaczu”. W praktyce realizuje się ją poprzez wyposażenie przedwzmacniacza we własny, niejako autonomiczny przeciwsonny wzmacniacz mocy klasy A, oparty o parę małych pentod EL84, z wyjściowym transformatorem głośnikowym, obciążonym odpowiednim rezystorem o mocy kilku watów. Istotnym zabiegiem jest w tym przypadku celowe zniżenie „gabarytów” rdzenia transformatora. Dzięki temu bardzo łatwo ulega on nasyceniu, dając „lampową” kompresję i charakterystyczny typ zniekształceń nieliniowych. Dopiero z wyjścia tego transformatora sygnał jest kierowany do „normalnej” końcówki mocy opartej o duże lampy. Całość zaś znajduje się w jednej obudowie o typowych rozmiarach.

Nie sposób wyczerpać bogactwa tematyki w tak krótkim przeglądzie (do czego zresztą autor nie rości sobie pretensji). Ambicją autora była jedynie chęć przybliżenia zupełnym nowicjuszom zaledwie fragmentu problematyki lampowej, związanej z tymi śmieszonymi w dobie mikroprocesorów świejącymi czerwono „butelczkami”.

Podsumowując:

- W gitarowym wzmacniaczu lampowym zniekształcenia powstają na skutek zmierzzonego przesterowania we właściwych proporcjach stopni wejściowych, inwertera fazy i lamp końcowych, nasycania się rdzenia transformatora wyjściowego (dla dużej oddawanej mocy)

i w końcu poprzez przesterowanie samych głośników, które po osiągnięciu maksymalnej amplitudy wychylenia membrany również generują określony rodzaj zniekształceń.

- Znaczną rolę w kreowaniu „lampowego brzmienia” odgrywa zastosowanie w prostokątnym zasilaczu lamp próżniowych, zamiast diod półprzewodnikowych, „sztuczek” polegających na zasilaniu grzejników lamp końcowych napięciem nieco niższym od nominalnego (zwykle jest to przełącznik dodający pewną liczbę zwojów do uzwojenia pierwotnego transformatora sieciowego).
- Podstawowe znaczenie dla całokształtu brzmienia przesterowanego ma właściwa, amplitudowo-częstotliwościowa korekcja sygnału na wejściu i wyjściu przedwzmacniacza.
- Znane powiedzonko Keitha Richardsa - „właściwa gitara do właściwego wzmacniacza” - uzupełnić należy „i właściwej kolumny”. Może się bowiem zdarzyć, że źle dobrana kolumna zniwieczy cały wysiłek konstruktora (rodzaj obudowy, typ, liczba i moc głośników).
- W przypadku samodzielnego wykonywania przedwzmacniacza posiadającego wejście o bardzo dużej czułości (High Gain) niezwykle istotną rolę odgrywa właściwe prowadzenie przewodów masy, najlepiej metodą gwiazdy, tzw. czyste prowadzenie wszelkich ekranów, przewodów zasilających i sygnałowych, żarzenie lamp stabilizowanym prądem stałym, elastyczne zawieszenie i ekranowanie lampy wejściowej. Poprawnie wykonany wzmacniacz nie „brzmi” a jedynie sygnalizuje swoje działanie łagodnym szumem!
- Ze względu na złożoność omawianych zagadnień (elektronika + akustyka + muzyka), biegłość w tworzeniu poprawnie działających urządzeń tego typu przychodzi po naprawdę wielu godzinach eksperymentowania z całą masą elementów i zjawisk, a także konieczności pokonywania wielu niespodzianek. Również niezbędna wydaje się być praktyczna znajomość technik gitarowych i umiejętność wydobywania z instrumentu specyficznych sygnałów, podlegających jakże subiektywnej ocenie, stanowiących jednak niewyczerpane źródło inspiracji w kreowaniu „dźwięku przesterowanego”.

Tomasz Wójkowski