

O robieniu wody z mózgu, czyli komponenty w sprzęcie audio

Chciałbym zaprezentować Czytelnikom kontrowersyjne, aczkolwiek niepozabawione racji, tezy zawarte w artykule Johna Ecklanda pt. „Przeciwsobny wzmacniacz mocy Williamson-Haflera z tetrodami 6550/KT88”. Racjonalny osąd autora przyda się jak sądzę przy konstruowaniu własnych wzmacniaczy audio, zwłaszcza tych lampowych, najwyższej klasy.

Na różnych forach internetowych oraz w czasopiśmie branżowych wiele osób wypowiada się na tematy związane z jakością wykonania lub jakością brzmienia sprzętu audio, jednak przeważnie nie jest to nic więcej, niż robienie „wody z mózgu”, zwłaszcza jeśli mowa o sprzęcie audio klasy Hi-End. We współcześnie produkowanych wzmacniaczach lampowych rzadko są stosowane nowe rozwiązania, a ich zasługująca na uwagę jakość jest rezultatem wykorzystania starych schematów i starej literatury. Można też zaobserwować, że niektóre firmy korzystają z popytu na wzmacniacze lampowe, ale ich produkty są zaprojektowane w sposób budzący wątpliwości, są one zbyt skomplikowane i zbudowane z zastosowaniem transformatorów o przeciętnej jakości. Często też, prasa czy audycje poświęcone technice audio, nie reklamują wyrobów o naprawdę

wysokiej jakości skupiając się na produktach firm, które mają pieniądze na reklamę.

Celem artykułu jest zaprezentowanie schematu ideowego wzmacniacza, który byłby w stanie stanąć do współzawodnictwa z każdym innym projektem. Krótko mówiąc, jest to projekt wzmacniacza bez kompromisów.

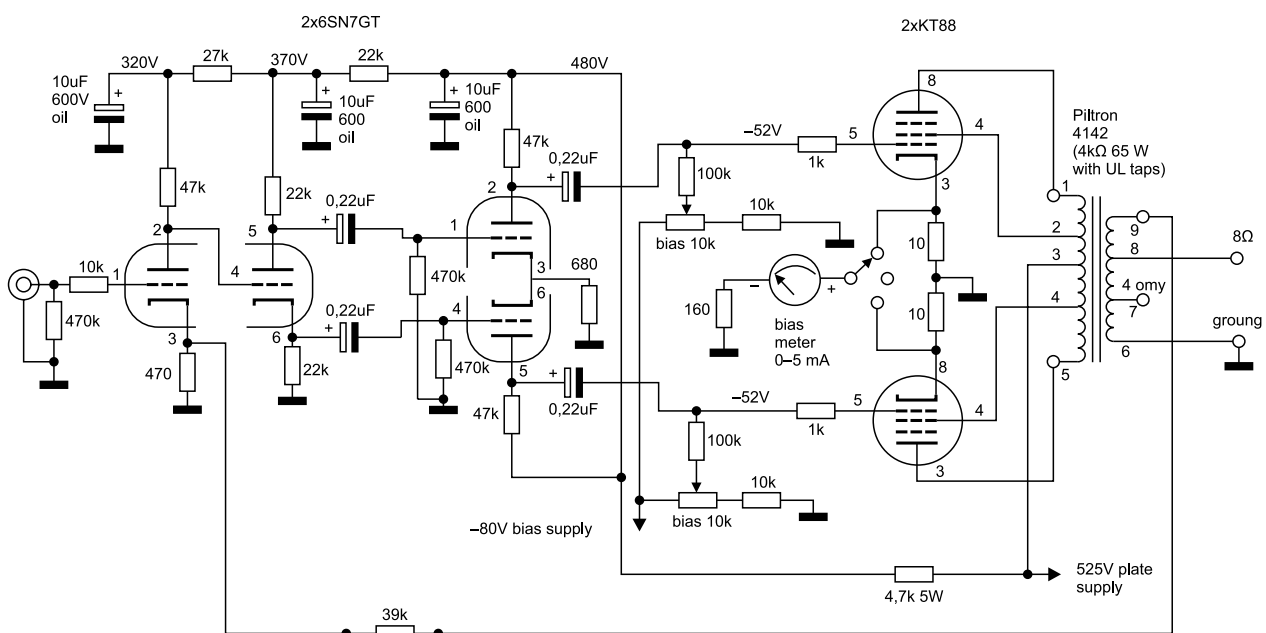
W grudniu 1955 r. w czasopiśmie dla elektroników i radioamatorów „Radio Electronics Magazine” autorytet w dziedzinie wzmacniaczy lampowych, współpracownik firmy Dynaco – David Hafler, opublikował wariant schematu ideowego wzmacniacza wykonanego przez D.T.N. Williamsona z układem wyjściowym wykonanym na tetrodach strumieniowych typu 6550 firmy Tung-Sol. Myślę, że zwłaszcza młodszymi Czytelnikami Elektroniki Praktycznej należy się kilka słów wyjaśnienia.

W tamtych czasach, w celu uzyskania dźwięku o wysokiej jakości, zaczęto stosować

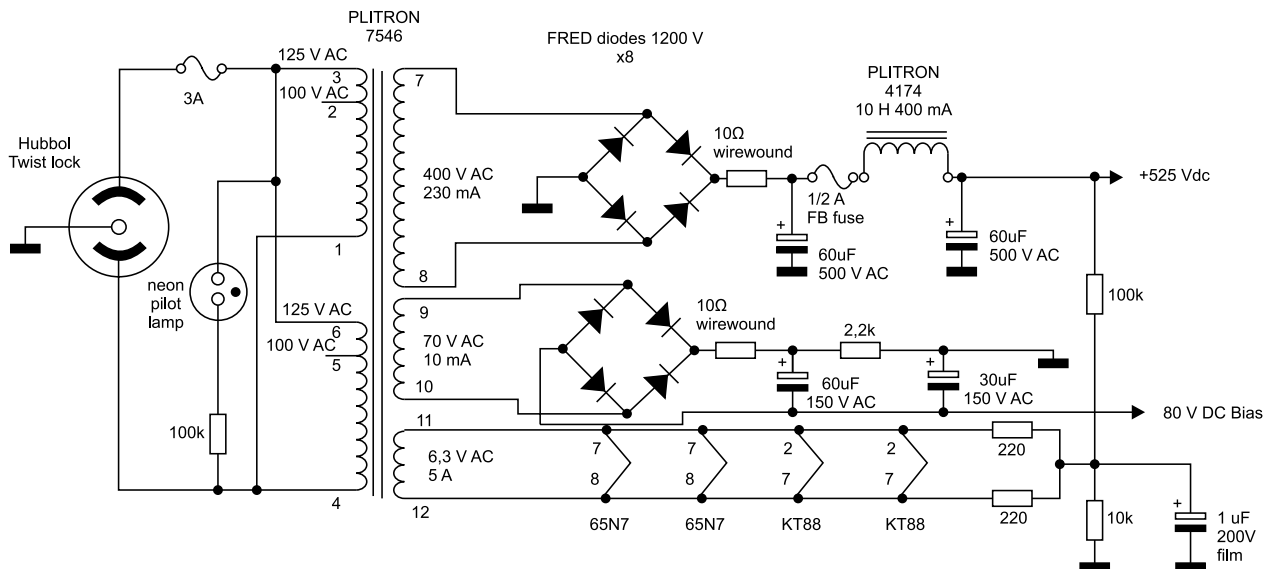
nowe typy systemów głośnikowych z tzw. zawieszeniem akustycznym. Charakteryzują się one małą czułością oraz tym, że do ich zadziałania jest niezbędne dostarczenie sygnału o mocy powyżej 30 W. Przykładami takich rozwiązań są na przykład AR-1 firmy Acoustic Research i wczesne modele zestawów głośnikowych produkowanych przez firmę KLH.

Wprowadzenie do produkcji i sprzedaży przez firmę Tung-Sol tetrod strumieniowych typu 6550 było bardzo „na czasie”, ponieważ pozwalały one wykonać układ oddający do obciążenia sygnał o mocy powyżej 40 W, a do tego mający małe zniekształcenia. Konstruowane w ten sposób wzmacniacze były stosunkowo niekompliowane i nie wymagały zbyt wielu dodatkowych lamp. Tetroda strumieniowa typu 6550 była przeznaczona do zastosowania przede wszystkim we wzmacniaczach małej częstotliwości i była pierwszą tetrodą strumieniową o wzmocnionej anodzie. Dzięki temu te lampy pracujące w układzie przeciwsobnym pozwalały na osiągnięcie mocy wyjściowej ok. 28 W, natomiast zasilane napięciem 600 V i pracujące w układzie tetrodowym aż 100 W.

We wspomnianym projekcie wzmacniacza Williamsona, opublikowanym w artykule



Rysunek 1. Schemat opisywanego projektu wzmacniacza z tetrodami strumieniowymi



Rysunek 2. Schemat zasilacza

z 1955 roku, po raz pierwszy zaproponowano zastosowanie tej nowej tetrody. Do jej sterowania użyto dwóch lamp typu 6SN7S (6N8S) z kenotronem 5U4GB (5C3S) w charakterze prostownika. Również w tym artykule rekomendowano użycie jednego z najlepszych, dostępnych w tamtych latach transformatorów wyjściowych audio typu A-430 firmy Dynaco ($R_{aa}=4,3 \text{ k}\Omega$) lub jeszcze lepszego Acrosound TO-330 ($R_{aa}=3,8 \text{ k}\Omega$) wytwarzanego przez Acro Products Company. Ponieważ jest oczywiste, że projekty lampowych wzmacniaczy przeciwobnych w znacznej mierze były lub są wzorowane na schemacie Williamsona i na pewno nie zostały od tamtych lat znacząco udoskonalone, to w różnym stopniu ta nowa replika schematu Williamsona odnosi się do różnych, w tym i najlepszych, uznawanych za „klasykę” i „standard”, lampowych wzmacniaczy przeciwobnych produkowanych przez różne firmy.

Współcześnie najlepszym, dostępnym transformatorem głośnikowym dla prezentowanej repliki wzmacniacza jest Plitron 4142. Wprowadza on nie tylko niemal idealne obciążenie anodowe (R_{aa}) wynoszące 3,96 k Ω , ale pozwala także na stosowanie ultraliniowego układu włączenia tetrad strumieniowych do transformatora głośnikowego (34%).

Po długotrwałych próbach i pomiarach stało się jasne, że ten toroidalny transformator głośnikowy firmy Plitron nie jest gorszy jakościowo od kosztownego i trudnodostępnego transformatora TO-330 firmy Acro. Można zaryzykować tezę, że jest on nawet lepszy. Być może niektórzy „amatorzy antyków”, nie zgodzą się ze mną, lecz nie będą oni w stanie poprzeć swojej opinii żadnymi rzeczywistymi wynikami pomiarów, aby w ten sposób czymś uzasadnić swój sprzeciw. Ponadto, górna częstotliwość graniczna transformatora Plitron w trybie małosygnałowym łatwo przewyższa 100 kHz natomiast oryginalne TO-330 firmy Acro tylko czasami zbliżają się niej, a prze-

ważnie mają o wiele niższą górną częstotliwość graniczną.

W współczesnym wzmacniaczu Williamsona (rysunek 1) zastosowano tetrody produkcji NPZ „Świetlana” typu KT88SW. Powodem jest fakt, że są to najlepsze tetrody strumieniowe, aktualnie dostępne w handlu. W odróżnieniu od innych nowoczesnych 6550 lub KT88 zauważyliśmy, że żadna wartość napięcia polaryzacji siatek tetrad KT88SW nie wywołuje dryftu prądu anodowego. Jednocześnie ich parametry niewiele odbiegają od oryginalnych KT88. W nowej replice schematu Williamsona nie wykorzystuje się również ani jednego kondensatora elektrolitycznego, tylko wyłącznie wysokiej jakości kondensatory olejowe lub polimerowe, foliowe.

Jeśli układ jest dostatecznie konserwatywny, a ten właśnie taki jest, to napięcie anodowe układów wyjściowych jest filtrowane wystarczająco i efektywnie. Elektroniczna stabilizacja napięcia anodowego jest tutaj niepotrzebna i tylko obniża niezawodność. Co prawda, jak zawsze mogą znaleźć się puryści, którzy będą żądać elektronicznej stabilizacji anodowego napięcia.

Prezentowaną replikę schematu ideowego Williamsona wykonano na masywnym, aluminiowym chassis z wbudowanym amperomierzem do pomiaru natężenia prądu katodowego tetrad wyjściowych. Napięcie anodowe KT88SW wynosi 515 V, a prąd spoczynkowy każdej tetrody 45 mA z możliwością indywidualnego korygowania i ustawienia napięcia polaryzacji.

Wbrew powszechnej, nieco dziwnej praktyce używania kondensatorów sprzęgających o bardzo dużej pojemności, zastosowano kondensatory o bardzo dobrej jakości (kondensatory ICMWR) i stosunkowo niedużej pojemności 0,22 μF . Taka wartość pojemności jest zupełnie wystarczająca i zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia przydźwięku we wzmacniaczu. Jakość kontaktu z uziemie-

niem zapewniają szyny połączeniowe wykonane z twardego srebra.

Mostek prostowniczy wykonano z użyciem diod półprzewodnikowych ze względu na łatwą dostępność podzespołów i prostotę jego wykonania w porównaniu do odpowiednika z kenotronami. Ponadto, pracują one znacznie lepiej od swoich odpowiedników lampowych. Parametry znamionowe prostownika, to napięcie pracy 1200 V i prąd obciążenia 11 A. Schemat zasilacza pokazano na rysunku 2.

Sterownik z dzielonym obciążeniem to „klasyk”. Intuicyjnie czuję, że złożone schematy odwracaczy fazy jakże często stosowane w „nowoczesnych” wzmacniaczach lampowych są tu niepotrzebne, ponieważ użyto triod typu 6SN7GT (6N8S) o liniowej charakterystyce, odznaczających się „szlachetnym dźwiękiem”. Wzmacniacze wykonane zgodnie z tym schematem ideowym łatwo osiągają moc wyjściową ok. 50 W w zakresie od 20 Hz do 20 kHz, bez dostrzegalnego ograniczania sygnału wyjściowego (clipping).

Jak i oryginalny wzmacniacz z 1955r., zbudowany z użyciem tetrad strumieniowych 6550, tak i jego replika, odtwarza czysto dźwięk z minimalnym szumem. Ponieważ tetrody 6550 mogą dostarczyć sygnał o dużej mocy, to mają dodatkowy potencjał do tworzenia wrażenia bardzo dynamicznego dźwięku z momentalną rekonstrukcją przy gwałtownych uderzeniach i równoczesną klarownością brzmienia w zakresie wysokich częstotliwości akustycznych. Ciche, ale szybkie przejściowe dźwięki (np. tamburyno) są bardzo dobrze lokalizowane w przestrzeni sceny muzycznej.

Zaryzykuję twierdzenie, że zaprezentowany wzmacniacz wiernie odtwarza muzykę, a jego brzmienie jest najlepsze wśród wzmacniaczy lampowych, które kiedykolwiek słyszałem.

Jerzy Grnaderjan
jurek14@gazeta.pl