

# Wzmacniacze audio klasy



## część 3

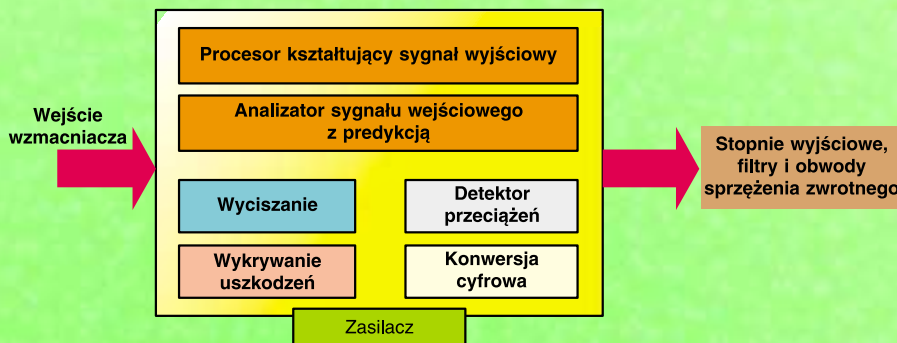
*Jak wynika z opracowanej przez nas prezentacji dostępnych na rynku rozwiązań (EP1..3/2002), współczesne wzmacniacze impulsowe swoimi parametrami elektroakustycznymi coraz bardziej zbliżają się do bliskich doskonałości rozwiązań klasycznych. Wyróżniają się natomiast wysoką sprawnością i możliwością zintegrowania w niewielkiej obudowie kompletnego wzmacniacza o mocy nawet powyżej 200W. W ostatniej części cyklu uchylamy rąbka tajemnicy - na dwóch obecnie najdoskonalszych technicznie przykładach pokazemy w jaki sposób konstruktorzy z dwóch firm zintegrowali w układach scalonych same zalety...*

Pierwszym poważnym ostrzeżeniem dla przeciwników audiofilskich wzmacniaczy pracujących w klasie D było opracowanie firmy Tripath - DPP (*Digital Power Processing*), w wyniku wdrożenia którego pojawiły się na rynku scalone wzmacniacze audio z serii TA. Niestety do dnia dzisiejszego firma Tripath nie ujawniła żadnych istotnych szczegółów umożliwiających zrozumienie zasady pracy wzmacniaczy z procesorem DDP, które są określane mianem pracujących w klasie T. Jedyne co wiadomo na pewno, to fakt, że rozbudowana struktura wewnętrzna tych wzmacniaczy, którą w uproszczeniu przedstawiono na rys. 10. Z informacji udostępnionych przez producenta wynika, że technika obróbki sygnału audio DPP - w uproszczeniu - polega na podwójnym modulowaniu sygnału cyfrowego, który steruje wyjściowymi tranzystorami mocy. W zależności od składowych częstotliwości sygnału wejściowego oraz jego amplitudy jest zmieniany zarówno współczynnik wypełnienia sygnału wyjściowego,

bardzo dobre wyniki, wśród których szczególną uwagę zwracają bardzo małe zniekształcenia wprowadzane przez wzmacniacz do sygnału wyjściowego.

Na rys. 11 przedstawiono przykładową zależność sprawności energetycznej wzmacniacza od mocy wyjściowej. Na wykresie uwzględniono wszystkie straty energii powstałe we wzmacniaczu, łącznie z powstającymi w tranzystorach końcówki mocy. Jak widać sprawność 70% wzmacniacz osiąga już przy mocy wyjściowej ok. 70W, a dochodzi ona do 82% przy mocy wyjściowej 220W.

Kolejny wykres (rys. 12) przedstawia zależności pomiędzy całkowitym współczynnikiem zniekształceń sygnału wyjściowego a mocą wyjściową, z uwzględnieniem różnych impedancji obciążenia. Łatwo zauważyć, że w tym przypadku znacznie korzystniejszy przebieg ma charakterystyka wzmacniacza obciążonego mniejszą impedancją, ponieważ 1% zawartość harmonicznych w sygnale wyjściowym wzmacniacz TA0102A osiąga



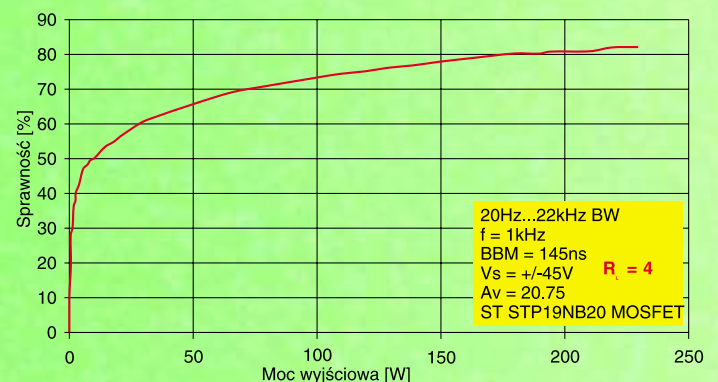
Rys. 10.

jak i jego częstotliwość. Najwyższą częstotliwość (do 1,5MHz) ma przebieg wyjściowy dla sygnałów o niewielkich amplitudach, natomiast przy pełnej mocy wyjściowej spada ona do 200kHz. Wbudowany w strukturę wzmacniacza procesor sygnałowy analizuje zachowanie tranzystorów wyjściowych, elementów filtrujących, a także zasilacza i automatycznie dostosowuje charakterystykę sterowania tranzystorów w taki sposób, aby uzyskać najbardziej korzystne dla słuchacza brzmienie dźwięku.

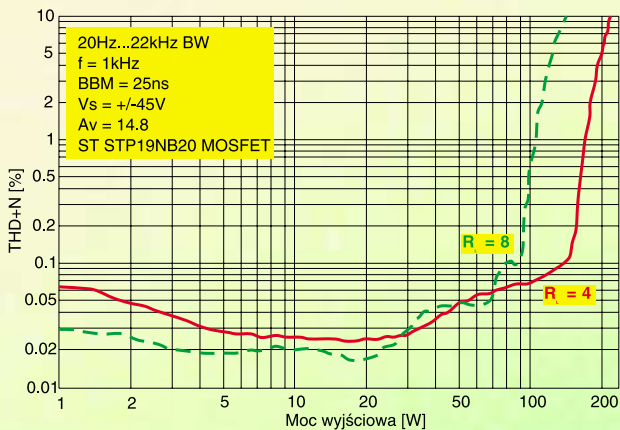
W wyniku zastosowania tak skomplikowanej techniki sterowania stopni końcowych mocy udało się uzyskać

przy swojej mocy nominalnej - 170W.

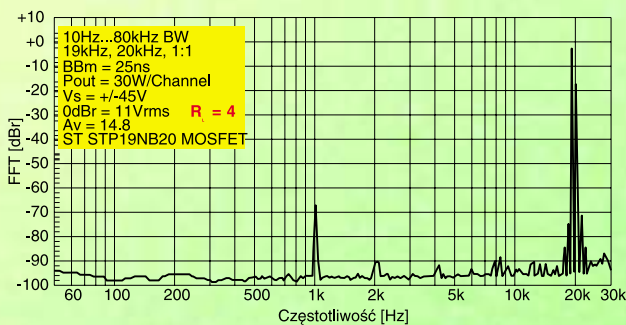
Kolejny przykładowy wykres przedstawiamy na rys. 13. Pokazano na nim poziom zakłóceń intermodulacyjnych, które powstają w wyniku impulsowego sterowania obciążenia. W tradycyjnych wzmacniaczach impuls-



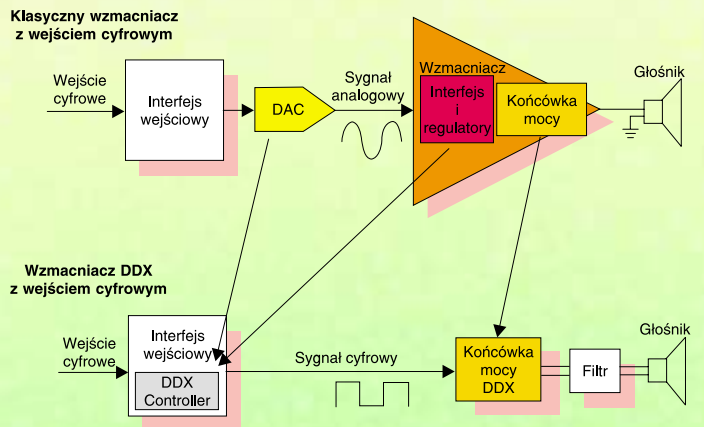
Rys. 11.



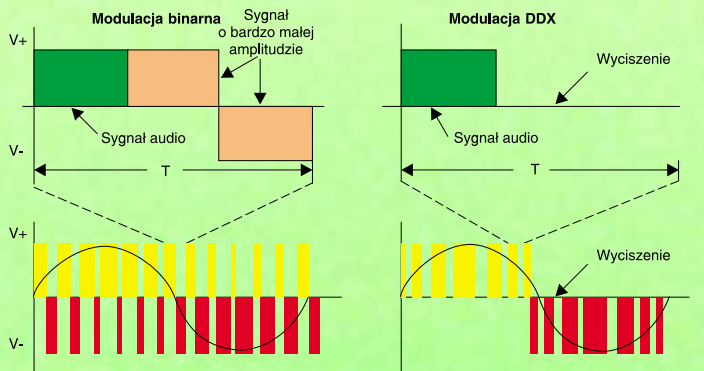
Rys. 12.



Rys. 13.



Rys. 15.



Rys. 16.

wych pracujących w klasie D zakłócenia te są tak dokuczliwe dla częstotliwości ok. 1kHz i powyżej, że niezbędne jest silne ograniczanie pasma przenoszenia końcówek mocy.

**Alternatywa**

W inny sposób ogranicza zniekształcenia we wzmacniaczach cyfrowych firma Apogee, w laboratoriach której powstała technika impulsowego wzmacniania sygnałów audio, nazwana DDX (*Direct Digital Amplification*). Jest to zaawansowana technika wzmacniania, opracowana z myślą o stosowaniu w audiofilskich wzmacniaczach z wejściem cyfrowym. Wielu producentów wzmacniaczy, którzy stosują układy firmy Apogee (fot. 14) w swoich opracowaniach, nazywa je często wzmacniaczami



Fot. 14.

mi cyfrowymi, co jest oczywiście reklamowym nadużyciem, ale dość wniecie oddaje sposób ich pracy.

Schematy blokowe: standardowych wzmacniaczy z wejściem cyfrowym i wzmacniaczy DDX pokazano na rys. 15. Jak widać, we wzmacniaczach DDX pominięto przetwornik C/A i odpowiednio przygotowany sygnał cyfrowy jest podawany od razu na wejście stopnia końcowego dużej mocy. Dzięki pominięciu jednego etapu konwersji sygnału z pewnością można było zmniejszyć wypadkowe zniekształcenia sygnału audio, ale zabieg ten tłumaczy jeszcze tego w jaki sposób udało się konstruktorom firmy Apogee uniknąć zniekształceń typowych dla wzmacniaczy impulsowych. Opatentowane szczególnie tego rozwiązania są skrzętnie przez producenta ukrywane, ale odrobinę tajemnicy ujawniono: stopień końcowy pracuje znacznie bardziej „rozsądnie” niż w klasycznych rozwiązaniach, w których podczas odtwarzania sygnałów o bardzo małej amplitudzie lub ciszy, przez filtr wyjściowy i obciążenie płyną w dwóch kierunkach impulsy prądu o bardzo dużym natężeniu (lewa strona rys. 16). We wzmacniaczach DDX (jak widać na prawej części rys. 16) prąd ze stopnia końcowego płynie przez obciążenie tylko wtedy, kiedy jest odtwarzany sygnał audio. Odebranie energii zgromadzonej w filtrze wyjściowym i cewce głośnika

jest możliwe dzięki zwarceniu obciążenia do masy. To proste rozwiązanie zapewnia obniżenie poziomu zakłóceń harmonicznycch o co najmniej 16dB w stosunku do rozwiązań klasycznych.

**Podsumowanie**

Krótki przegląd nowoczesnych wzmacniaczy impulsowych dowodzi, że do historycznych należą czasy, kiedy jedynym sensownym miejscem ich aplikowania był sprzęt przenośny, w którym najważniejszą rolę odgrywa wysoka sprawność energetyczna i możliwość pracy bez radiatora, a jakość odtwarzanego dźwięku mogła być niezbyt wysoka. Innowacje wprowadzone przez firmy Tripath i Apogee otworzyły wzmacniaczom impulsowym drogę do sprzętu audio najwyższej klasy, czego przykłady publikowaliśmy już w EP.

Czekamy na kolejne ciekawe rozwiązania, które z pewnością przedstawimy w EP.

Andrzej Gawryluk, AVT

**Dodatkowe informacje**

Dodatkowe informacje można znaleźć pod adresem:

<http://www.puredigitalaudio.org/digitalamplifiers/index.shtml>

Noty katalogowe impulsowych wzmacniaczy audio, które zostały opisane w cyklu artykułów opublikowaliśmy na CD-EP2/2002B.