

Wzmacniacze audio klasy D

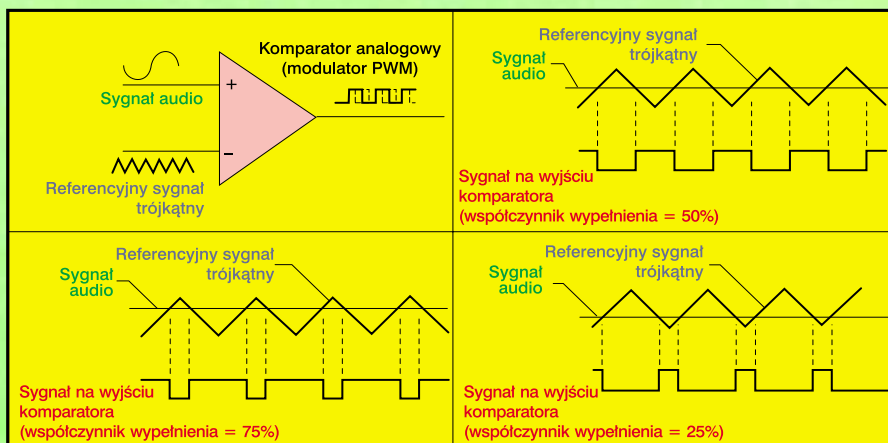


Wokół tematyki impulsowych wzmacniaczy audio krąży od pewnego już czasu. Charakteryzują się one bardzo wysoką sprawnością energetyczną, znacznym skomplikowaniem konstrukcyjnym, wiele emocji wzbudzają ich parametry elektroakustyczne. Wszystko to razem powoduje, że konstrukcje tego typu mają zarówno gorących zwolenników jak i przeciwników, często opierających swoje poglądy na pobieżnej analizie not katalogowych. Aby sytuację dodatkowo zagmatwać, na rynku pojawiają się różnorodne układy prezentowane jako „cyfrowe” układy wzmacniające, będące w istocie także wzmacniaczami impulsowymi. Żeby sytuację nieco rozjaśnić przygotowaliśmy krótki cykl artykułów, w którym przedstawimy możliwości dostępnych na rynku układów wzmacniających tego typu.

Na pierwszy rzut oka pomysł wzmacniania subtelnych sygnałów audio za pomocą wzmacniaczy impulsowych z zasady działania przypominających mało finyzyjne przetwornice stosowane w zasilaczach, wydaje się szalony. Przez całe lata konstruktorzy wzmacniaczy wprost szaleli starając się zmusić je do maksymalnie liniowego wzmacniania sygnałów wejściowych, po drodze walcząc z szeregiem mniej i bardziej poważnych trudności. Długo przecież trwało zanim znaleziono prawdziwe przyczyny

grupy projektowej zajmującej się impulsowymi układami odchylania do TV, pracujący w firmie Thomson. Swoje opracowanie pokazał publicznie w 1968 roku. Jego poważną wadą były: niska częstotliwość próbkowania sygnału (zaledwie 8kHz) oraz potężne wymiary, które „zawdzięczał” przede wszystkim niezbyt doskonałym rdzeniom ówczesnych dławików i transformatorów.

Pomimo niedoskonałości konstrukcyjnych i fatalnej jakości odtwarzanego dźwięku (minimalna zawartość współ-



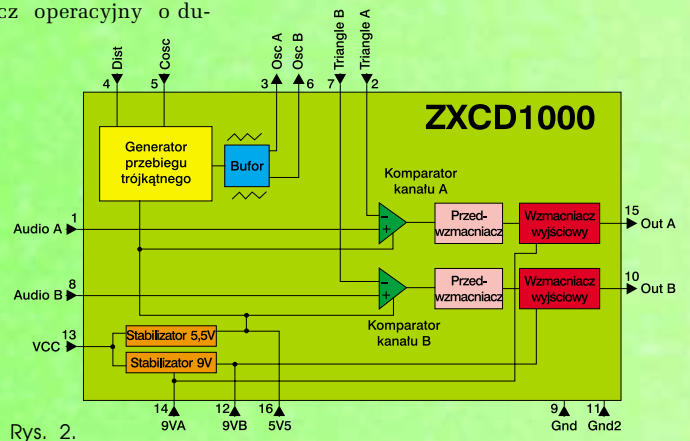
Rys. 1.

metalicznego („ tranzystorowego ”) brzmienia wzmacniaczy tranzystorowych, długo walczono z nienajlepszym wzmacnianiem sygnałów impulsowych (ukłon w stronę fanów HipHopu, choć nie tylko), niebagatelnym problemem było także zapewnienie odpowiedniego sterowania nowoczesnych zespołów głośnikowych, których parametry zależne od częstotliwości powodują, że są one trudne do optymalnegoysterowania.

Tak, jak teorie Einsteina uznano na początku za objaw poważnej choroby, tak - wbrew pozorom konserwatywny - świat elektroników rozmiłowanych w konstrukcjach audio nie potraktował poważnie pierwszego pokazanego oficjalnie na świecie wzmacniacza audio, który zamiast optymalizowanej w pocie czoła linearyzacji ciał piękne dźwięki na prostokątne kawałki. Konstrukctorem wzmacniacza o mocy 12W, wykonanego całkowicie z elementów dyskretnych (z tranzystorami 2N1012 w końcówce mocy), był Thomas L. Spears - szef

czynnika zawartości zniekształceń nieliniowych przekraczał 8%! opracowana przez T. L. Spearsa zasada działania wzmacniaczy impulsowych, które niemal od razu zakwalifikowano jako pracujące w klasie D, niewiele do dzisiaj się zmienił. Doskonale ją ilustruje rys. 1. Komparator analogowy, którego rolę może pełnić wzmacniacz operacyjny o dużym wzmocnieniu napięciowym, porównuje ze sobą dwa sygnały:

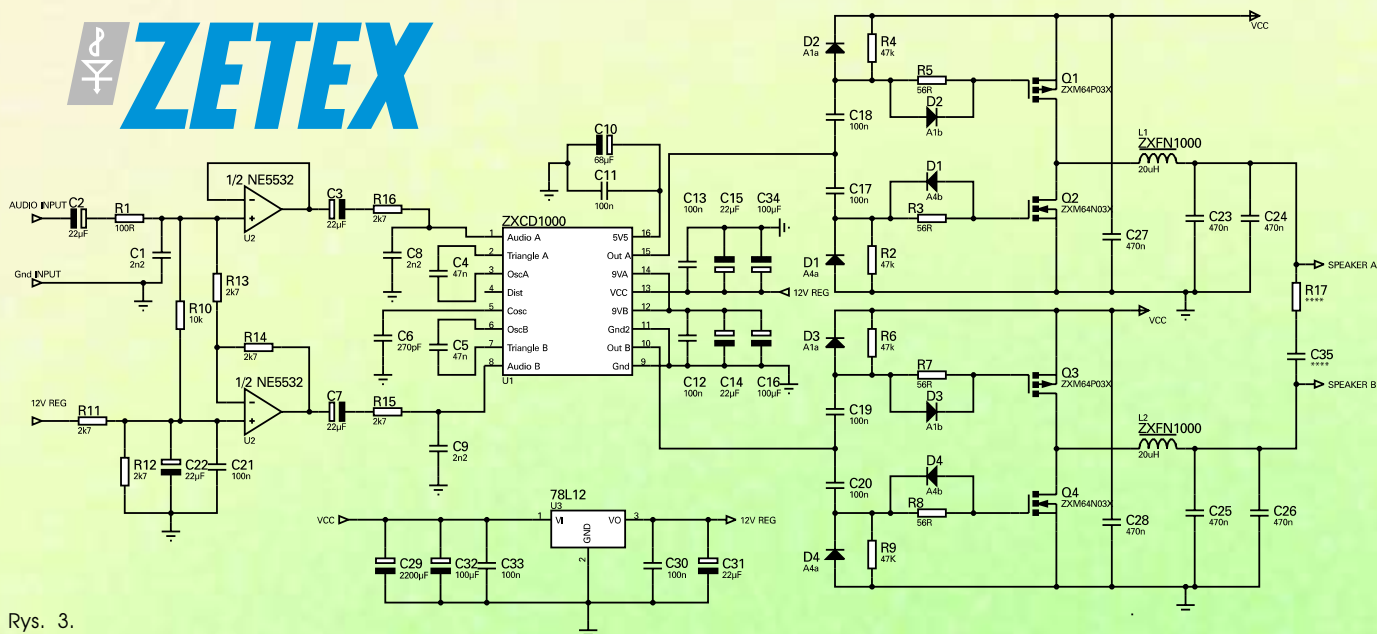
Referencyjny trójkątny, którego częstotliwość powinna być jak najwyższa (w nowoczesnych opracowaniach sięga nawet 2MHz). Jest on zazwyczaj podawany na wejście odwracające komparatora.



Rys. 2.

Analógowy sygnał audio, który jest podawany na wejście nieodwracające komparatora. Jego amplituda powinna być zbliżona do amplitudy trójkątnego sygnału referencyjnego.

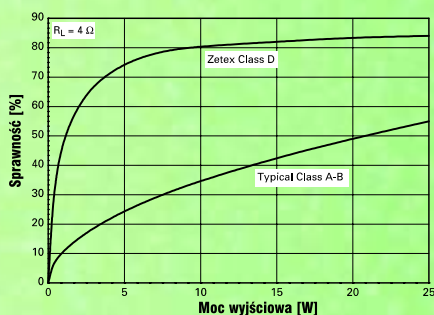
W zależności od wartości napięcia (amplitudy) sygnału audio podawanego na wejście, sygnał na wyjściu kompara-



Rys. 3.

tora ma modulowane wypełnienie. Dla sygnału wejściowego o wartości równej połowie amplitudy sygnału referencyjnego współczynnik wypełnienia przebiegu wyjściowego komparatora wynosi 50%. Wraz ze wzrostem poziomu napięcia na wejściu sygnału audio współczynnik wypełnienia rośnie, wraz z jego obniżaniem się maleje także współczynnik wypełnienia. W ten sposób następuje konwersja sygnału analogowego na zmodulowany przebieg PWM (*Pulse Width Modulation*), którego uśredniona wartość niesie informację o chwilowej amplitudzie sygnału wejściowego. Jest oczywiste, że wraz ze wzrostem częstotliwości sygnału referencyjnego zwiększa się dokładność konwersji A/C sygnału audio, co znajduje silne odbicie w jakości odtwarzanego sygnału. Zwiększanie tej częstotliwości nie jest możliwe bez ograniczeń, ponieważ dławiki niezbędne do filtrowania reprodukowanego sygnału, ze względu na duże prądy płynące przez obciążenie oraz znaczną bezwładność magnetyczną rdzeni, są bardzo trudne do wykonania.

Pomimo tych trudności coraz więcej firm angażuje się w produkcji scalonych wzmacniaczy lub sterowników do wzmacniaczy pracujących w klasie D. Jedną z rynkowych nowości przedstawiamy na początku krótkiego cyklu artykułów.



Rys. 4.

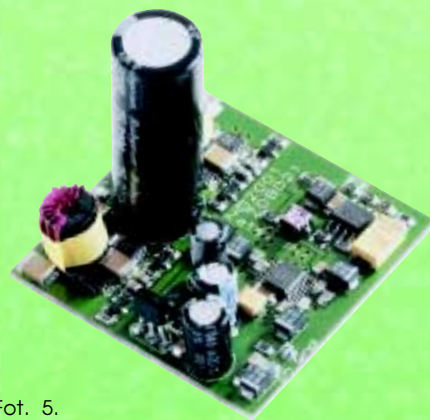
Co drzemie w Zetex'ie

Angielska firma Zetex - producent m.in. szeregu nietypowych układów scalonych - w marcu ubiegłego roku wdrożyła do produkcji nowoczesny scalony sterownik do wzmacniacza audio pracujących w klasie D - układ ZXCD1000. Jego schemat blokowy przedstawiono na rys. 2. Jak widać, wewnętrzna budowa układu nie jest skomplikowana, podobnie do schematu aplikacyjnego (przedstawiony na rys. 3), w którym układ ZXCD1000 pracuje jako wzmacniacz mostkowy. O ile mocowe parametry wzmacniacza nie należą do najbardziej intrygujących (wyjściowa moc sinusoidalna wynosi 25W), to energetyczna sprawność wzmacniacza (rys. 4) oraz jego wymiary (fot. 5) budzą prawdziwe uznanie. Niewielkie wymiary zewnętrzne udało się uzyskać projektantom wzmacniacza dzięki wysokiej częstotliwości próbkowania, sięgającej 250kHz, co pozwoliło ograniczyć wymiary rdzenia dławika wyjściowego do możliwego obecnie minimum.

Pomimo niezbyt skomplikowanej wewnętrznej budowy wzmacniacza i jego bardzo prostej nocie aplikacyjnej, parametry toru audio są co najmniej zadowalające: pasmo (z nierównomiernością -0,3dB) sięga 20kHz, maksymalne zniekształcenia nieliniowe nie przekraczają 0,2%, a odstęp od poziomu szumów będących efektem kluczowania prądów o dużych wartościach nie jest mniejszy (średnio, dla szpilek widma) od 80dB.

Ponieważ układ ZXCD1000 przystosowano do współpracy z tranzystorami MOSFET w końcówce mocy, jego wzmacniacze wyjściowe są przystosowane do sterowania obciążeniami pojemnościowych, dzięki czemu ograniczona do 50 ns szybkość przeładowywania kondensatora bramkowego nie wpływa na jakość odtwarzanego sygnału audio. Po-

prawę jego jakości można uzyskać poprzez wyposażenie wzmacniacza w układ sprzężenia zwrotnego, który dość znacznie komplikuje budowę wzmacniacza. Dokładna koncepcja tego układu została w nocie katalogowej układu ZXCD1000, którą można znaleźć na stronie producenta oraz na płycie CD-EP1/2002B.



Fot. 5.

Na tym kończymy wprowadzenie - za miesiąc zapraszamy do przeczytania artykułu przeglądowego, w którym oprócz klasycznych wzmacniaczy pracujących w klasie D przedstawimy także szereg nowoczesnych opracowań ze świata, które - mamy nadzieję - już wkrótce będą dostępne także w naszym kraju.

Andrzej Gawryluk, AVT

Dodatkowe informacje

Prezentowany w artykule zestaw wzmacniacza audio z układem ZXCD1000 udostępnił nam do testów dystrybutor firmy Zetex - firma Eurodis, tel. (71) 301-04-00, wroclaw@eurodis.com.pl.

Dodatkowe informacje są dostępne w Internecie pod adresem www.zetex.com oraz na płycie CD-EP1/2002B.