



# Multimedialny zawrót głowy

## Oferty analogowych i cyfrowych podzespołów multimedialnych



*Prezentujemy przegląd elektronicznych podzespołów multimedialnych. Ponieważ ta tematyka jest bardzo szeroka, w artykule zaprezentujemy podzespoły z ofert firm elektronicznych, z akcentem na najnowsze i nietypowe układy.*

*Wśród opisanych podzespołów znajdują się m.in.: wzmacniacze audio klasy D, transmitery dla bezprzewodowych torów audio, wzmacniacze z DSP, kodeki audio, przełączniki i potencjometry audio.*

Próba przedstawienia pełnej oferty rynkowej, ze zwróceniem uwagi na interesujące układy, jest niemal niemożliwa z następujących powodów: ograniczonego czasu przygotowania artykułu i jego objętości oraz tempa zmian na rynku w asortymencie tych układów. Przedstawiono więc tylko ogólny zarys linii produktowej producentów podzespołów audio. Zachęcamy Czytelników do zaznajomienia się z Kursem Audio publikowanym w EP08/2008...EP11/2008, gdyż omówiono w nim niektóre z tych elementów.

### Asahi Kasei Microdevices Corporation

Firma AKM produkuje:

- generatory sygnału zegarowego,
- układy audio USB,
- przełączniki analogowe,
- wzmacniacze klasy D,
- procesory dźwięku,
- kodeki audio,
- przetworniki C/A.

Spośród tych produktów zwrócimy uwagę na szeroką ofertę przetworników C/A przeznaczonych dla aplikacji audio. Są to układy o rozdzielczości 24-/32-bitów i częstotliwości próbkowania 8...216 kHz. Drugim mocnym działem firmy są cyfrowe kodeki audio. Wśród kodeków AKM znajdziemy zarówno prostsze układy z dwoma kanałami audio jak i bardziej rozbudowane. Układ AK4691 ma cztery 16-bitowe przetworniki A/C i dwa przetworniki C/A. Ma wbudowane wzmacniacze: słuchawkowy, mikrofonowy i głośnikowy. Interesującym układem jest AK4650, który ma dodatkowo sterownik ekranu dotykowego.

Wśród układów z interfejsem, USB AKM oferuje przetworniki A/C 16-bitowe mono- i stereofoniczne o programowo ustawianej częstotliwości próbkowania z zakresu 8...48 kHz. Układy mają wbudowany wzmacniacz o programowalnym wzmocnieniu. Układ AK4571 jest kodekiem z dwoma przetwornikami C/A (dla słuchawek) oraz jednym kanałem A/C (dla mikrofonu).

Firma produkuje też procesory dźwięku dla systemów TV. Układ AK4141 jest dekoderelem stereo formatu NICAM, A2 i EIA-J, a AK4140 jest dekoderelem dbx-TV. Innym interesującym układem, sterowanym za pośrednictwem interfejsu I<sup>2</sup>C, jest AK7600, który ma 1 jedno wejście stereo (2 kanały) i trzy wyjścia stereo. Dzięki wbudowanemu procesorowi DSP, układ ten ma 5 pasmowy equalizer, analizator widma oraz niezależny 6-kanałowy obwód opóźniania sygnałów i trzy filtry wyjściowe typu Cross Over.

### Austria Microsystems

W ofercie tej firmy znajdziemy:

- przełączniki audio,
- potencjometry cyfrowe,
- mikrokontrolery „audio”,
- układy aktywnego usuwania szumów,
- wzmacniacze audio 1,6 W,
- kodeki,
- wzmacniacze operacyjne.

Układy z funkcją aktywnego usuwania szumów (Active Noise Cancellation) AS3501 AS3502 są wzmacniaczami słuchawkowymi, które mają obwody redukcji szumów. Układy AS350x mają wbudowaną pamięć OTP do przechowywania nastaw i parametrów kalibracyjnych dla mikrofonów współpracujących z obwodami usuwania szumu. Zasilane są napięciem 1...1,8 V.

Kodeki AS35xx są przeznaczone do stosowania w urządzeniach z zasilaniem baterijnym. Mają wbudowane stabilizatory napięcia LDO, obwody zasilania podświetlenia oraz obwody ładowania baterii. Wyposażono je również w przetworniki A/C i C/A, 2 wejścia mikrofonowe, wzmacniacz słuchawkowy 2x60 W oraz interfejsy I<sup>2</sup>S i S/PDIF.



AS3572 jest mikrokontrolerem o obniżonym zapotrzebowaniu na energię, w którym zastosowano peryferia „audio”. Rdzeniem układu jest ARM922TDMI z 8 kB pamięci cache i 320 kB pamięci SRAM, który jest taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości 20...266 MHz. Do układów peryferyjnych audio należą: przetworniki sigma-delta A/C (20-bitowy z 90 dB SNR) i D/C (18-bitowy z 94 dB SNR) o częstotliwości próbkowania 8-48 kHz i z regulacją wzmocnienia (32 kroki po 1,5 dB + wyciszenie), różnicowe wejścia mikrofonowe z regulowanym wzmocnieniem, dedykowane wyjścia sygnałów dźwiękowych z regulacją wzmocnienia, słuchawkowy wzmacniacz stereofoniczny (2x60 mW, regulacja wzmocnienia) oraz 10-kanałowy mikser. Peryferiami są interfejsy: ATA IDE, USB 2.0 OTG, SDRAM, NAND Flash, kart SSD/MMC oraz Memory Stick.

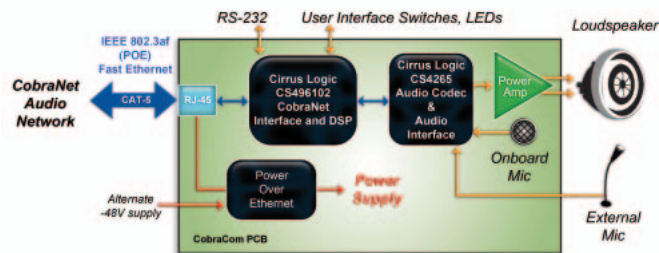
### Cirrus Logic

Firma Cirrus Logic ma szeroką ofertę podzespołów multimedialnych, wśród których są:

- procesory DPS audio,
- kodeki,
- konwertery audio dla komputerów PC,
- wzmacniacze cyfrowe,
- układy kontroli głośności,
- konwertery audio dla urządzeń przenośnych,
- przetworniki A/C i C/A audio,
- układy interfejsowe,
- układy SoC audio,
- układy z rodziny CobraNet.

Rodzina układów firmy Cirrus Logic, na które należy zwrócić uwagę, jest CobraNet. Technologia CobraNet pozwala na przesyłanie sygnałów audio poprzez standardową sieć Ethernet, z możliwością dynamicznego kierowania ruchem z wielu źródeł do wielu wyjść. Na technologię CobraNet składają się: protokół CobraNet oraz podzespoły. Do przetwarzania sygnałów dźwiękowych i przesyłania przez sieć CobraNet służą procesory audio DSP CS4961xx. Są to 32-bitowe układy o prędkości wykonywania instrukcji 120 MIPS.

Aby w pełni wykorzystać możliwości protokołu CobraNet, firma Cirrus Logic oferuje układy interfejsowe dla 1, 8, 16 (CM-1) lub 32 (CM-2) kanałów audio (przy częstotliwości próbkowania 48 kHz) w trybie *full-duplex*. Układy oznaczone symbolami CM-1 i CM-2 są przystosowane do łącza Ethernet o przepustowości 100 Mb/s. Układom można zadać żądane maksymalne opóźnienie przesyłanego sygnału 1,33, 2,66 lub 5,33 ms. Więcej informacji na temat platformy CobraNet dostępne jest pod adresem [www.cobranet.info](http://www.cobranet.info).

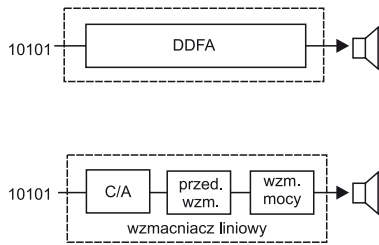


Do zaawansowanego cyfrowego przetwarzania sygnałów audio i wideo, firma Cirrus oferuje procesory DSP jedno- i dwurdzeniowe (24- i 32-bitowe) oznaczone symbolami CS48x i CS49x. Bardziej rozbudowanymi układami są układy typu SoC CS47x, które oprócz rdzenia procesora DSP mają takie peryferia jak przetworniki C/A i A/C czy cyfrowe wejścia/wyjścia audio.

Dla prostszych podsystemów, audio firma Cirrus produkuje analogowe podzespoły do kontroli głośności oznaczone symbolem CS33xx, wzmacniacze klasy D i stopnie mocy, a także mono- i stereofoniczne kodeki audio (w tym kodeki zgodne z AC '97). Kodeki audio mają od 2...4 wejść analogowych, rozdzielczość 24 bitów i maksymalną częstotliwość próbkowania 96 lub 192 kHz. Odznaczają się zakresem dynamicznym do 114 dB przy THD+N -100 dB. Wśród przetworników A/C układem o najlepszych parametrach jest CS5381 o częstotliwości próbkowania 192 kHz, zakresie dynamicznym 120 dB i THD+N -110 dB. Układ zasilany jest napięciem 3,3...5 V, a moc tracona wynosi 260 mW.

### Diodes Incorporated

Firma Diodes produkuje wzmacniacze DDFA (Direct Digital Feedback Amplifier) opracowane przez firmę Zetex, która niedawno stała się częścią firmy Diodes Incorporated. Wzmacniacze DDFA wywodzą się ze wzmacniaczy klasy D, jednak w odróżnieniu od nich mają cyfrowe sterowanie tranzystorami kluczującymi MOSFET. W przeciwieństwie do klasycznych wzmacniaczy, na ich wejście podawany



Rys. 1. Porównanie klasycznego wzmacniacza klasy D i DDFA

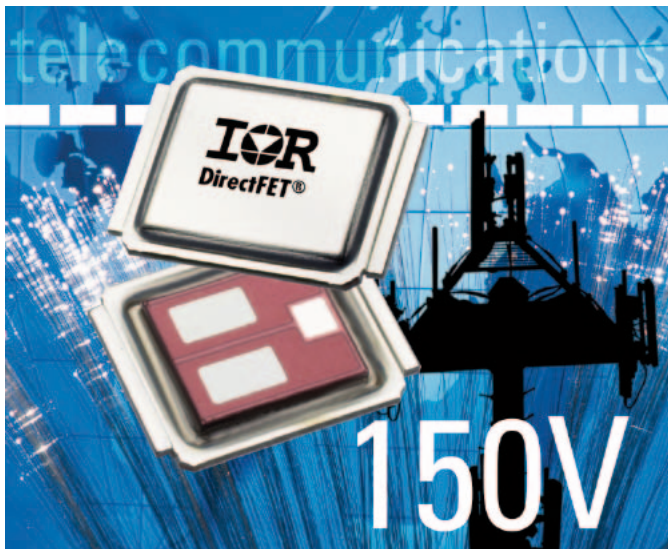
jest sygnał cyfrowy TDM lub P<sup>S</sup>. Ze względu na pracę z sygnałem cyfrowym, następuje w nich przetwarzanie sygnału w blokach DSP. Na rys. 1 przedstawiono porównanie systemu DDFA i klasycznego systemu audio, zbudowanego ze wzmacniacza mocy, przedwzmacniacza oraz przetwornika C/A.

Wzmacniacz, a właściwie system audio, DDFA składa się z dwóch oddzielnych procesorów: ZXCZM800 i ZXCZA200 oraz obwodu wykonawczego z tranzystorami MOSFET. Pierwszy z nich (ZXCZM800) jest wielokanałowym układem łączącym modulator PWM z blokiem cyfrowego przetwarzania sygnału. Drugi (ZXCZA200) pracuje w pętli sprzężenia zwrotnego sygnału z tranzystorów mocy. Producent podaje, że we wzmacniaczach DDFA uzyskuje się współczynnik zniekształceń harmoniczných THD+N mniejszy do 0,004%, a zakres dynamiczny tych układów sięga 120 dB.

Pętla sprzężenia zwrotnego, z opcjonalnym filtrowaniem, przeciwdziała nasyceniu się stopni wyjściowych (tranzystory MOSFET), przy pracy z dużą mocą wyjściową. Zastosowanie pętli sprzężenia zwrotnego umożliwia również zasilanie układu zarówno ze stabilizowanego jak i niestabilizowanego źródła napięcia (współczynnik PSRR wynosi 80 dB).

## International Rectifier

Firma IR ma w swojej ofercie głównie tranzystory MOSFET dla wzmacniaczy klasy D oraz drivery tychże tranzystorów. Jako stopnie wyjściowe wzmacniaczy klasy stosuje się tranzystory MOSFET. Firma IR oferuje zintegrowane MOSFET-y audio typu Half-Bridge oznaczone symbolem IRF14xxxH-117P. Dzięki umieszczeniu tranzystorów w jednej obudowie uzyskuje się zmniejszenie liczby elementów współpracujących z układem oraz zajmowanej przez niego powierzchni na płycie PCB, a także zapewnia się tą samą temperaturę pracy tranzystorów. Układy IRF14xxxH-117P odznaczają się małą rezystancją  $R_{ON}$  (48 mΩ @ 10 V) oraz ładunkiem  $Q_{RR}$  11 nC (Reverse Recovery Charge), wskutek czego następuje zmniejszenia zniekształceń THD. Tranzystory mogą być zasilane napięciem 55...200 V i można z nich budować wzmacniacze o szczytowej mocy wyjściowej 500 W.



Rys. 2. Obudowa DirectFET

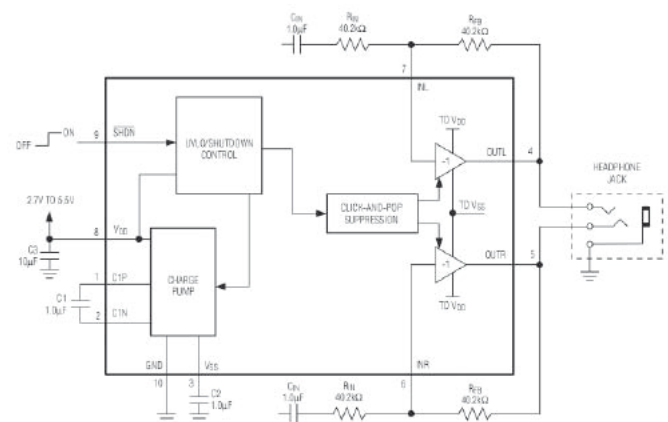
Interesującymi rozwiązaniami tranzystorów MOSFET dla wzmacniaczy klasy D są układy Audio DirectFET MOSFET. Układy te są produkowane w charakterystycznej obudowie nazywanej przez IR DirectFET (rys. 2). W odróżnieniu od tradycyjnych obudów (jak np. SO-8) usunięto z nich połączenia drutowe z wyprowadzaniem i zamiast nich zastosowano bezpośrednie połączenie z dużymi polami kontaktowymi. Zaletami tej obudowy są: zmniejszony rozmiar, zmniejszone zakłócenia elektromagnetyczne (EMI) oraz większe odprowadzanie ciepła. Tranzystory DirectFET mogą dostarczyć do 120 W mocy na obciążeniu 4 Ω bez potrzeby stosowania radiatorów na obudowie.

## Maxim

Firma Maxim ma w swojej ofercie:

- wzmacniacze głośnikowe klasy AB, D,
- wzmacniacze słuchawkowe,
- przetworniki C/A,
- kodeki audio,
- podsystemy audio dla urządzeń przenośnych,
- sterowniki głośności,
- układy eliminowania trzasków,
- sterowane cyfrowo przełączniki sygnałów audio/wideo,
- wzmacniacze mikrofonowe,
- potencjometry cyfrowe.

Interesującym rozwiązaniem wzmacniaczy słuchawkowych może pochwalić się firma Maxim. Wzmacniacze DirectDrive nie wymagają umieszczania kondensatorów filtrujących napięcie stałe. Najnowszym układem z tej serii jest MAX9820. Jest to prosty wzmacniacz stereofoniczny, jednak o bardzo dobrych parametrach audio (THD+N 0,005% i wzmocnienie 95 mW). Na rys. 3 przedstawiono schemat aplikacyjny tego układu. Podobnie jak inne nowoczesne układy audio, ma on obwody redukujące powstawanie trzasków przy włączaniu zasilania lub dołączaniu słuchawek do gniazda. W trybie shutdown układ pobiera mniej niż 1 μA. Oprócz tego firma Maxim ma w ofercie inne wzmacniacze słuchawkowe Directrive o wzmocnieniu 20...135 mW (przy THD+N 1%), w tym układy o zwiększonej separacji sygnałów o częstotliwości radiowej.



Rys. 3. Schemat aplikacyjny układu MAX9820

Firma Maxim oferuje również stereofoniczny kodek audio MAX9687, który przy odtwarzaniu muzyki pobiera prąd o natężeniu 4,68 mA. Ma on dwa wejścia mikrofonowe, do których można podłączyć zarówno mikrofony cyfrowe jak i analogowe oraz dwa wejścia sygnału analogowego. Wewnętrzne przetwarzanie i filtracja sygnałów są wykonywane cyfrowo. Układ ma wyjścia słuchawkowe z technologią Direct Drive.

## National Semiconductor

Firma National Semiconductor ma w swojej ofercie wiele podsystemów analogowych do aplikacji audio. Są to zarówno zintegrowane podsystemy audio, jak i ich elementy składowe, jak np. wzmacniacze głośnikowe i słuchawkowe. Są to:

- cyfrowe systemy audio,
- sterowniki głośników ceramicznych,
- wzmacniacze klasy D,
- wzmacniacze słuchawkowe,
- wzmacniacze wysokiej mocy Overture,
- wzmacniacze mikrofonowe,
- układy do eliminacji szumu,
- kodeki audio.

Wzmacniacze Overture charakteryzują się dużą mocą wyjściową dochodzącą do 40 W na obciążeniu 8  $\Omega$  (75 W szczytowa moc wyjściowa) oraz bardzo dobrymi parametrami roboczymi. Są to układy zarówno jedno- jak i wielokanałowe.



Pod nazwą Boomer kryją się wzmacniacze zarówno klasy AB i jak D dla urządzeń przenośnych. Nie wymagają pojemności blokującej napięcie stałe na wyjściu słuchawkowym. Wzmacniacze słuchawkowe mają obwody eliminowania trzasków.

### New Japan Radio

Kolejną firmą, którą należy uwzględnić omawiając podzespoły multimedialne jest japońska firma NJR. W ofercie tej firmy znajdują się:

- procesory dźwięku przestrzennego,
- wzmacniacze audio,
- wzmacniacze klasy D,
- układy do sterowania głośnością,
- procesory DSP,
- GEQ - filtry do analizatorów pasma,
- przełączniki sygnałów audio.

Filtry pasmowe GEQ służą do automatycznego przełączania 4, 5 lub 7 filtrów pasmowoprzepustowych dla analizowanego audio. W celu uzyskania podwójnej liczby przełączanych pasm (8, 10 lub 14) układy można połączyć kaskadowo. Wśród zaawansowanych funkcji przetwarzania dźwięku przez procesor znajdują się efekty dźwięku przestrzennego SRS WOW i SRS 3D *surround* korzystające z technologii opracowanej przez firmę SRS Labs.

Procesory DSP firmy New Japan Radio należą do grupy mniej złożonych układów tego rodzaju. Przystosowane są do wykonywania tylko kilku określonych funkcji DSP. Pracują z relatywnie niską (w porównaniu do procesorów DSP ogólnego przeznaczenia) częstotliwością, np. 12,288 MHz lub 38 MHz. Przykładem takiego procesora jest 24-bitowy układ NJU26202 przeznaczony do samochodowego sprzętu audio. Ma on wbudowane funkcje Circle Surround (algorytm generowania dźwięku przestrzennego dla wnętrza samochodowych), generator efektów przestrzennych, 7-pasmowy equalizer oraz realizuje algorytm dopasowania czasowego sygnałów. W procesorze są interfejsy szeregowy I<sup>2</sup>S i I<sup>2</sup>C. Oprócz tego firma NJR oferuje programowane linie opóźniające.

### ROHM

Firma Rohm zajmowała się pierwotnie produkcją rezystorów. Z czasem oferta tej firmy poszerzyła się o układy scalone, wśród których jest wiele interesujących układów audio:

- wzmacniacze audio,
- syntezy głosu,
- procesory dźwięku,
- bezprzewodowe łącza audio,
- układy do akcesoriów audio.

Interesującymi układami w ofercie tej firmy są z pewnością bezprzewodowe łącza audio. Służą one do transmisji dźwięku, np. z odtwarzacza CD lub MP3 do odbiornika radiowego. Układy te mają wbudowane obwody preemfazy, ogranicznika, filtru dolnoprzepustowego, pętli PLL oraz modulatora stereofonicznego. Większość układów BH14xx i BU26xx może nadawać sygnał stereo FM w paśmie 76...100 MHz, przy czym kanał nadawania jest ustawiany z krokiem 100, 200 lub 400 kHz. Układy sterowane są za pośrednictwem interfejsu szeregowego (I<sup>2</sup>C lub trójprzewodowego) lub równoległego. Dźwięk może być dostarczany zarówno w postaci sygnału analogowego, jak i cyfrowego I<sup>2</sup>S.

Najnowszym układem w tej grupie jest BU2682MUV. Jest on nadajnikiem sygnału FM do transmisji dźwięku wysokiej jakości, z jednoczesnym przesyłaniem komunikatów RDS. Układ zasilany jest napięciem z przedziału 2,7...3,6 V.

Wśród wzmacniaczy audio znajdują się zarówno zyskujące coraz większą popularność wzmacniacze audio klasy D jak i wzmacniacze słuchawkowe. Wśród wzmacniaczy klasy D są wzmacniacze z wejściami analogowymi: 7+7 W, 10+10 W, 17+17 W, 20+20 W oraz z wejściami cyfrowymi 20+20 W. Interesującymi są wzmacniacze z wejściami cyfrowymi BM5446EFV z wbudowanym DSP. Dzięki wbudowanemu procesorowi układy te mogą zmieniać barwę dźwięku lub symulować dźwięk przestrzenny *surround*.

Wśród procesorów dźwięku znajdują się takie układy jak: cyfrowe sterowniki głośności, sterowniki dźwięku dla systemów 5.1 i 7.1, cyfrowe equalizery oraz cyfrowe układy efektu *surround*.

### SPIN Semiconductor

Spin ma w ofercie jeden, ale za to interesujący układ scalony FV-1, oznaczony numer SPN1001. Jest to kompletny układ do generowania efektu pogłosu (*reverb*). Chociaż uzyskuje się go całkowicie cyfrowo, to dzięki zastosowaniu zintegrowanych przetworników A/C oraz C/A o rozdzielczości 24 bitów, może być końcówkowo (wejście – wyjście) traktowany jako układ analogowy w torze audio. Układ został zaprojektowany do pracy z zegarkowymi oscylatorami o częstotliwości 32,768 kHz. SPN1001 ma zaprogramowanych 7 efektów dźwiękowych (mogą być konfigurowane za pomocą 3 wejść analogowych). Użytkownik może także zaprojektować własne efekty dźwiękowe.

### STMicroelectronics

W ofercie firmy STMicroelectronics, ostatnio znanej z mikrokontrolerów STM32, znajdują się:

- analogowe procesory dźwięku,
- cyfrowe procesory dźwięku,
- wzmacniacze mocy audio,
- cyfrowe systemy audio Sound Terminal.

System cyfrowego audio Sound Terminal jest przeznaczony do zarządzania cyfrowymi i analogowymi sygnałami audio w systemie cyfrowym. W układach tych zastosowano technologię FFX (Full Flexible Amplification), której nazwę można przetłumaczyć jako w pełni elastyczne wzmocnienie. To określenie nawiązuje do możliwości wzmocnienia sygnału audio z dowolnego źródła: analogowego lub cyfrowego. Układy te współpracują ze stopniami wyjściowymi sterowanymi sygnałem zmodulowanym PWM. Technologia FFX polega na innym podejściu do przetwarzania sygnału PCM na sygnał zmodulowany PWM. Układy z modulatorem FFX mają wbudowany multi-

plekser, który służy do wybrania źródła sygnału dla modulatora FFX między sygnałem z przetwornika A/C i interfejsu I<sup>2</sup>C.

Wśród analogowych procesorów dźwięku w ofercie STMicroelectronics jest equalizer TDA7418, procesory dźwięku przestrzennego (*sorround*) TDA7442D, procesory z usuwaniem głosu TDA7430, 6-kanalowy kontroler głośności TDA7448 oraz ogólnego przeznaczenia procesory dźwięku.

W procesorach ogólnego przeznaczenia jest: kontrola głośności, trójpasemowy equalizer (*treble, mid-range, bass*), kontrola wzmocnienia kanałów (lewy/prawy), a w układach wielowejściowych multiplekser (oddzielny dla kanału lewego i prawego). Zmiany nastaw dokonywane są za pośrednictwem interfejsu szeregowego. Większość analogowych procesorów dźwięku firmy ST zasilana jest napięciem z zakresu 4,75...10 V (typowo 9 V). Dwukanalowy equalizer TDA7469 jest natomiast przystosowany do zasilania napięciem 1,8...5 V (typowo 2,4 V).



Wśród procesorów cyfrowych jest cyfrowy kodek audio TDA7590. Jest on wyposażony w wysokowydajny (120 MIPS), 24-bitowy procesor DSP MOZART przeznaczony do aplikacji rozpoznawania mowy, cyfrowej syntezy głosu, dekodowania plików .mp3 czy do eliminowania echa i szumu. Układ ten ma wbudowane przetworniki: 18-bitowy A/C  $\Sigma$ - $\Delta$  i 20-bitowy C/A z częstotliwością próbkowania do 48 kHz. Oprócz portów szeregowych (I<sup>2</sup>C i ESSI) układ ma port JTAG do programowania i testowania.

Jednym z najnowszych rozwiązań z tej grupy jest STA320. Układ jest przeznaczony do kontroli dźwięku w formacie 2.1 z 24-bitowym przetwarzaniem DDX. Za akronimem DDX (Direct Digital Amplification) kryje się zmieniona metoda pracy wzmacniaczy klasy D opatentowana przez firmę Apogee Technology.

Firma ST oferuje szeroki wybór wzmacniaczy audio. Są to wzmacniacze klasy AB i D, cyfrowe wzmacniacze audio oraz przedwzmacniacze mikrofonowe. Wzmacniacze cyfrowe (oznaczone symbolem STA5xx) przeznaczone są głównie do aplikacji korzystających z cyfrowego przetwarzania danych jako stopnie wyjściowe DDX.

### Texas Instruments

Firma Texas Instruments produkuje następujące podzespoły audio:

- układy aktywnego usuwania szumów,
- wzmacniacze słuchawkowe klasy G,

- wzmacniacze klasy D,
- wzmacniacze głośnikowe klasy AB,
- sterowniki dźwięku,
- przetworniki A/C i C/A.

Układy PGA2311, PGA2320 i PGA4311 są wzmacniaczami o programowalnym wzmocnieniu, przeznaczonymi do sterowania głośnością. Mają zakres dynamiczny 120 dB oraz małe zniekształcenia THD+N (0,0002...0,0004% przy 1 kHz). Wzmocnienie w przedziale -95,5...31,5 dB z krokiem 0,5 dB jest ustawiane za pośrednictwem interfejsu SPI.

Wzmacniacze klasy AB tej firmy o mocy wyjściowej 0,3...6 W są produkowane w wersjach zarówno mono- jak i stereofonicznych. Wśród wzmacniaczy klasy D firmy Texas Instruments znajdują się układy przeznaczone do aplikacji przenośnych o mocy wyjściowej <3 W. Przykładem są nowe układy TPA205x, które łączą w sobie głośnikowy wzmacniacz klasy D o dwóch wyjściach oraz wzmacniacz słuchawkowy. Wzmocnienie na wyjściu słuchawkowym może być wybierane spośród czterech wartości i ustawiane za pośrednictwem interfejsu I<sup>2</sup>C. W układach TPA205x zastosowano technologię Direct-Path, dzięki czemu nie ma potrzeby stosowania pojemności blokujących napięcie stałe na wyjściach słuchawkowych. Wzmacniaczami o większej mocy są wzmacniacze głośnikowe klasy D, które mogą dostarczyć do 300 W mocy wyjściowej na kanał.

Warto też zwrócić uwagę na wzmacniacze klasy G oznaczone symbolem TPA614xA2. Są to wzmacniacze stereofoniczne o mocy wyjściowej 25 mW, które są przeznaczone do urządzeń zasilanych bateryjnie. Jak podaje producent, mogą się przyczynić do wydłużenia czasu słuchania muzyki o 20% w porównaniu do podobnej aplikacji ze standardowymi wzmacniaczami klasy AB. Są one również wyposażone w wyjścia typu DirectPaht.

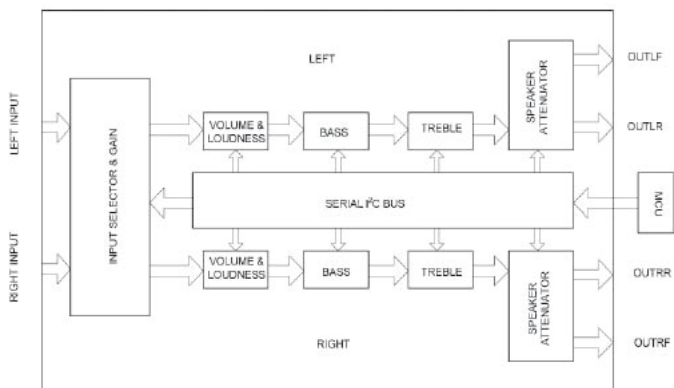
### Unisonic

W ofercie firmy Unisonic Technologies Company znajdziemy:

- multipleksery i demultipleksery analogowe,
- sterowniki głośności,
- wzmacniacze słuchawkowe,
- jedno- i wielokanałowe wzmacniacze audio.
- sterowniki cyfrowe.

Wśród wzmacniaczy tej firmy są układy o wzmocnieniu 0,35...32 W. Wzmacniacze małej mocy (0,35...1,1 W) są zasilane napięciem 2,2...5 V i przewidziane do urządzeń przenośnych, które w trybie *shutdown* pobierają prąd o natężeniu zaledwie 10 nA. Inną grupą wzmacniaczy są układy typu Hi-Fi, które charakteryzują się małymi zniekształceniami harmonicznymi THD (0,5% przy mocy wyjściowej 14...18 W, na obciążeniu 4  $\Omega$ ). Wśród wzmacniaczy wielokanałowych firma Unisonic oferuje układy o mocy 2×0,22...2×14 W, o zniekształceniach harmonicznym 0,1/0,01. Niektóre układy wzmacniaczy wielokanałowych wyposażono dodatkowo w wejścia wyciszenia (funkcja MUTE), wymuszenia przejścia w tryb *shutdown* (o obniżonym poborze energii) lub w wejścia wyboru wzmocnienia. Wybór wzmocnienia dla układów przeprowadzany jest cyfrowo (4 predefiniowane wartości wzmocnienia) lub sygnałem analogowym (32 wewnętrzne ustawienia wzmocnienia). Układem z tej grupy, o podwyższonych parametrach audio, jest PA1616L, który odznacza się zniekształceniami THD na poziomie 0,005% dla mocy wyjściowej 12 W na obciążeniu 4  $\Omega$ .

Wśród sterowników cyfrowych jest układ U2429. Jest to dwukanalowy sterownik głośności z niezależnym ustawianiem wzmocnienia dla obydwu kanałów za pośrednictwem interfejsu szeregowego. Każdy z kanałów wyjściowych audio (lewy i prawy) jest dzielony na dwa kanały wyjściowe (przód i tył), tak więc otrzymuj się cztery kanały wyjściowe. Bardziej rozbudowanym układem jest U7313, który ma możliwość niezależnej kontroli głośności oraz tonów wysokich i niskich dla czterech kanałów wyjściowych audio. Zmiana nastaw wykonywana jest za pośrednictwem interfejsu I<sup>2</sup>C. Na rys. 4 przedstawiono schemat blokowy tego układu.



Rys. 4. Schemat blokowy sterownika audio U7313

Firma UTC oferuje również multiplexery/demultiplexery sygnałów audio 40xxL, które charakteryzują się niskim prądem upływu 0,01...10  $\mu$ A.

### Wavefront

Wavefront jest firmą specjalizującą się w produkcji podzespołów audio. Ma on w swojej ofercie:

- interfejsy optyczne,
- przetworniki A/C i C/A,
- procesory audio,
- procesory efektów dźwiękowych.

Jednym z ciekawszych układów tej firmy jest AL3201BG. Jest on cyfrowym procesorem sygnałowym służącym do generowania efektów dźwiękowych, dołączanym do nadrzędnego procesora. Sygnał audio dostarczany jest do układu w postaci cyfrowej. Zaletą układu jest liczba wbudowanych efektów cyfrowych (16) gotowych do użycia w aplikacji oraz wewnętrzna pamięć RAM służąca do generowania jednego efektu użytkownika. Dzięki zastosowaniu wewnętrznych regulatorów napięcia, układ może być zasilany napięciem od 3,0 do 5,5 V. Do programowania efektów dźwiękowych służy środowisko projektowe DRE Development System.

DSP-1K Audio Processor jest szybkim (50 MIPS przy zewnętrznym sygnale 48 kHz) procesorem DSP przeznaczonym do prostszych aplikacji audio, takich jak filtrowanie sygnału czy regulacja barwy. Cechą wyróżniającą jest niska cena – poniżej 4 dolarów. Układ zasilany jest napięciem 3,15...3,45 V. Ma 4 wejścia i 4 wyjścia stereo.

### Wolfson

Wolfson jest jedną z bardziej znanych firm produkujących podzespoły audio wysokiej klasy. W swojej ofercie ma:

- przetworniki A/C i C/A,
- kodeki audio,
- transceivery S/PDIF,
- wzmacniacze klasy D dla urządzeń przenośnych,
- sterownik głośników słuchawkowych z technologią myZone,
- oprogramowanie Sonaptic SoundStage.

Firma Wolfson ma szeroką ofertę specjalizowanych przetworników cyfrowo-analogowych, podzielonych w 3 grupy produktów: przetworniki wielokanałowe, przetworniki stereo i przetworniki o obniżonym poborze mocy. Układy te mają po 2 (stereo), 6 lub 8 kanałów przetwornika C/A. Mogą przetwarzać sygnały cyfrowe o formatach zarówno I<sup>2</sup>S jak i DSP przy maksymalnej częstotliwości próbkowania 192 kHz. Niektóre układy, jak na przykład przetworniki wielokanałowe WM8766,8, mają obwody sterowania głośnością. Są też przetworniki stereofoniczne z wbudowanymi wzmacniaczami słuchawkowymi i głośnikowymi (0,4 W).

Pokaźną grupę produktów stanowią również kodeki scalone. Są to układy zarówno mono- jak i stereofoniczne. Interesującymi układami są m.in. kodeki WM8941 (mono) i WM8980 z buforem wideo. Układy te są przeznaczone do urządzeń przenośnych, takich jak kamery wideo czy telefony multimedialne i mają wbudowane sterowniki dla głośników, słuchawek i wyjścia stereo, a więc nie jest wymagane stosowanie zewnętrz-

nych wzmacniaczy. Przetwarzanie sygnału wewnątrz układu jest w pełni cyfrowe i obejmuje 5-pasmowy equalizer, automatyczne dostosowania poziomu ALC (Advanced Level Control) oraz filtrację sygnału.

Oprócz kodeków mono- i stereofonicznych, firma Wolfson produkuje również kodeki wielokanałowe w konfiguracjach kanałów: 2/6, 2/8, 16/6, 10/6, 16/8 odpowiednio wejść/wyjść. Innymi interesującymi układami kodeków są układy WM9705, WM9712,3,5 z wbudowanym sterownikiem rezystancyjnego panelu dotykowego.

WM2000 jest sterownikiem głośnika z technologią myZone o obniżonym poborze mocy, do stosowania w zestawach słuchawkowych o mocy wyjściowej do 80 mW na obciążeniu 16  $\Omega$ . Technologia myZone umożliwia wyeliminowanie szumu otoczenia w odtwarzanym sygnale dźwiękowym.

Układy W8004,5 są transceiverami S/PDIF z jednym kanałem wyjściowym i jednym (W8004) lub ośmioma (W8005) kanałami wyjściowymi. Transceivery S/PDIF W8004, oprócz pracy jako układy interfejsowe mikrokontrolerów czy procesorów DSP, mogą pracować również w trybie *pass-through*, który służy do kondycjonowania sygnału S/PDIF.



Oprócz rozwiązań układowych, firma Wolfson dostarcza również rozwiązanie programowe dla cyfrowych systemów audio. Pod hasłem Sonaptic SoundStage kryje się grupa algorytmów programowych DSP. Są to algorytmy: efektu *surround* (SoundStage Virtual Surround System), reagujące na charakterystykę głośników (SoundStage ReTune), poprawiające właściwości małych głośników przy odtwarzaniu tonów niskich (SoundStage HD Bass) i tonów wysokich (SoundStage HD Treble), equalizer (SoundStage Multi-band EQ) oraz algorytm automatycznego sterowania poziomem głośności (SoundStage Auto Gain Control). Oprogramowanie SoundStage jest przewidziane dla urządzeń przenośnych, tak więc zostało ono zoptymalizowane pod względem zajętości pamięci i wymagań na szybkość procesora. Na przykład algorytm Multi-band EQ wymaga ok 0,5 MIPS na jedno pasmo equalizera, przy próbkowaniu z częstotliwością 48 kHz, a algorytm Auto Gain Control wymaga prędkości przetwarzania 1 MIPS i 750 B na kanał.

Maciej Gołaszewski, EP  
maciej.golaszewski@ep.com.pl