

Przegląd audioprocessorów firmy STMicroelectronics

Firma STMicroelectronics, znana poprzednio pod nazwą SGS-Thomson Microelectronics, oferuje szeroką gamę układów scalonych do sprzętu audio. Oprócz cieszących się dużym powodzeniem wzmacniaczy mocy w ofercie są również procesory dźwięku małej częstotliwości, zwane dalej audioprocessorami. Są to układy, które umożliwiają regulację poziomu sygnałów, kształtowanie charakterystyk częstotliwościowych, a w niektórych przypadkach również wytwarzanie dodatkowych efektów przestrzennych. Liczba odmian produktów tego rodzaju, opisanych w katalogu firmy, zbliża się już do pięćdziesięciu, a wciąż pojawiają się nowe.

W niniejszym artykule przybliżymy Czytelnikom wybrane audioprocessory STMicroelectronics, ze szczególnym uwzględnieniem najnowszych opracowań. Przedstawimy zarówno najprostsze układy stereofoniczne, procesory dźwięku otaczającego (surround) zwykle i w systemie SRS, układy z efektem karaoke jak i cyfrowe procesory z dekodernem Dolby ProLogic.

Zwykle audioprocessory stereofoniczne

W tab. 1 zestawiono wybrane audioprocessory stereofoniczne, nie wytwarzające efektu dookólnego. Konstrukcja poszczególnych typów jest podobna, różnice dotyczą w zasadzie tylko liczby realizowanych funkcji. Opiszemy ją na przykładzie najbogatszego pod tym względem układu TDA7439 (rys. 1).

Układ ma cztery wejścia stereofoniczne. Sygnały z wejść trafiają do dwóch multiplexerów (kanału lewego i prawego), w których następuje selekcja aktywnego wejścia. Za każdym multiplexerem znajduje się wzmacniacz o regulowanym wzmocnieniu. Wzmocnienie możemy dobrac w zakresie 30dB z minimalnym krokiem 2dB, optymalnie dla każdego z dołączonych źródeł. Z wyjścia tego wzmacniacza sygnał o stałym poziomie jest wyprowadzony na zewnątrz, gdzie może być wykorzystany do monitorowania lub zapisu, poddany dodatkowej obróbce itp. Sygnał powinien być następnie doprowadzony do wejścia kaskady stopni kształtujących charakterystykę częstotliwościową i umożliwiających regulację głośności (w wersjach z literą B i D wyjście wzmacniacza wejściowego połączone jest z następnymi stopniami wewnątrz układu). Regulowane są kolejno:

- głośność (w zakresie 47dB z krokiem 1dB);
- wzmocnienie tonów wysokich (w zakresie ± 14 dB z krokiem 2dB);
- wzmocnienie tonów średnich (w zakresie ± 14 dB z krokiem 2dB);
- wzmocnienie tonów niskich (w zakresie ± 14 dB z krokiem 2dB).

Przez dobór elementów zewnętrznych możemy wpływać na wartości częstotliwości, dla których przypadają maksima charakterystyki.

Na wyjściu umieszczono stopnie o regulowanym tłumieniu. Tłumienie regulowane jest oddzielnie w każdym torze, dzięki czemu moż-

liwe jest kontrolowanie zrównoważenia kanałów (balansu stereofonicznego). Zakres regulacji wynosi 76dB, a krok 1dB. Wszystkie stopnie połączone są z szyną I²C, co umożliwi cyfrowe programowanie i regulację ich parametrów za pośrednictwem mikrokontrolera sterującego.

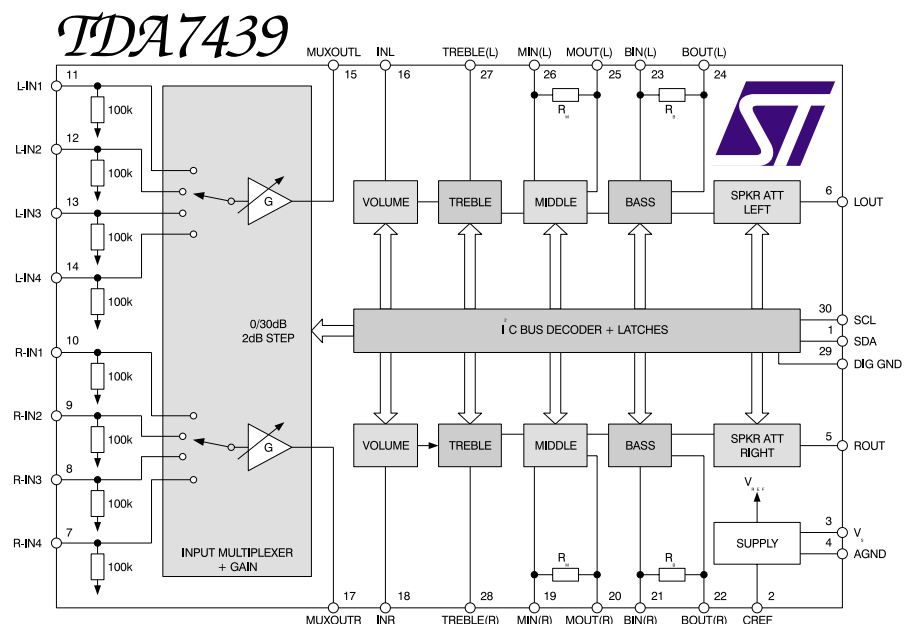
Układ TDA7438 jest skonstruowany prawie identycznie, ma tylko trzy wejścia stereofoniczne zamiast czterech.

Układ TDA7440D różni się od dotychczas opisanych brakiem stopnia regulacji tonów średnich. Dalsze uproszczenia konstrukcji można zauważyć w audioprocessorze TDA7449, który ma już tylko 2 wejścia audio. Najprostszym układem jest TDA7449L, nie posiadający w ogóle stopni kształtujących charakterystykę częstotliwościową.

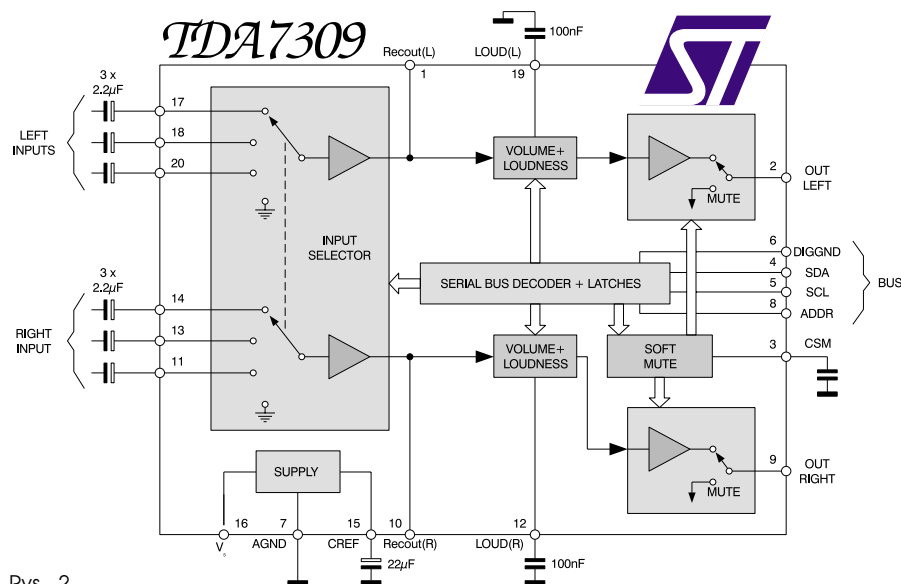
Stosunek sygnału do zakłóceń dla tej grupy procesorów wynosi typowo 106dB, separacja kanałów stereofonicznych osiąga wartość 90dB, natomiast współczynnik zniekształceń harmonicznych THD (dla trzeciej harmonicznej) jest równy 0,01%. Układy przeznaczone są do pracy przy napięciu zasilania 9V.

Nieco inaczej skonstruowane są proste audioprocessory TDA7309 i TDA7309D (rys. 2). Nie posiadają one regulacji poziomu sygnału w stopniach wejściowych i wyjściowych. Regulacja głośności ma za to zakres zwiększony do 92dB i przeprowadzana jest oddzielnie w każdym kanale, a więc służy także do regulacji balansu. Regulacja ta odbywa się ponadto z jednoczesnym kształtowaniem charakterystyki częstotliwościowej, zwanym korekcją fizjologiczną lub efektem loudness. Inną cechą odróżniającą je od układów opisanych wcześniej jest funkcja tzw. miękkiego wyciszenia, charakteryzująca się wydłużeniem procesu zaniku dźwięku o kilkadziesiąt milisekund.

Pod względem konstrukcji i parametrów odbiega wyraźnie od opisanych układ TDA7342 (rys. 3). Oprócz dwóch wejść stereofonicznych



Rys. 1.



Rys. 2.

ma on wejście monofoniczne i wejście quasi-różnicowe. Regulacja głośności odbywa się z krokiem zmniejszonym do 0,3dB, a układ regulacji pozwala uzyskać dodatkowe wzmocnienie o wartości do 20dB. Wyjścia lewego i prawego kanału są zdublowane, przy czym zastosowano cztery niezależne wyjściowe tłumiki regulowane. Dzięki temu możliwe jest sterowanie dwóch kanałów przednich i dwóch tylnych z niezależnymi regulacjami zrównoważenia lewy/prawy i przód/tył.

Audioprocесory z efektem dookólnym (surround)

Układy tego rodzaju zestawione są w tab. 2. Ich charakterystyczną cechą jest zdolność wytwarzania dodatkowych efektów przestrzennych, dających wrażenie dźwięku otaczającego przy wykorzystaniu tylko dwóch torów głośnikowych.

Zasadę wytwarzania takich efektów ilustruje rys. 4. Sygnał L-R, czyli różnicę sygnałów lewego i prawego kanału, poddaje się opóźnieniu w kaskadzie przesuwników fazowych. Opóźniony sygnał różnicowy doprowadza się do wzmacniaczy mieszających, w których jest on dodawany do sygnału kanału prawego

R i odejmowany od sygnału kanału lewego L.

Schemat blokowy przykładowego procesora ze standardowym efektem surround, układu TDA7430, przedstawiono na rys. 5. Opóźnienie sygnału różnicowego realizują bloki PS1, PS2, PS3 i PS4. Zależnie od tego, które z nich są wykorzystywane, można otrzymać trzy różne rodzaje efektu surround:

MUZYKA (z czterema wybieralnymi charakterystykami),

KINO (z 256 wybieralnymi charakterystykami),

SYMULOWANY (z 256 wybieralnymi charakterystykami).

Blok EFFECT CONTROL realizuje regulację głębokości efektu.

Prezentowany układ ma cztery zasadnicze wejścia stereofoniczne, przełączane za pomocą dwóch multiplexerów oraz pomocnicze wejście monofoniczne MIXER INPUT, przewidziane do podłączenia mikrofonu. Zawiera również specjalny układ tłumienia oryginalnego głosu wokalisty (ang. voice canceller), wykorzystujący jego identyczność w obydwu kanałach. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie efektu karaoke, czyli zastąpienie w odtwarzanym utworze głosu wokalisty swoim.

Oprócz wymienionych funkcji układ TDA7430 wyposażony jest w trójpunktowy korektor charakterystyki częstotliwościowej oraz cztery wyjściowe stopnie o niezależnym regulowanym tłumieniu, po dwa w każdym kanale. Dwa z nich dostarczają sygnały do sterowania torów głośnikowych, zaś pozostałe do zapisu.

Zakres regulacji wynosi 79dB. Dodatkową regulację poziomu sygnału o 31,5dB można uzyskać w stopniu wejściowym.

Tak jak we wszystkich opisywanych audioprocесorach, programowanie funkcji oraz regulacja parametrów odbywa się cyfrowo za pośrednictwem magistrali danych I²C. Znamionowa wartość napięcia zasilania wynosi 9V, a podstawowe parametry elektryczne są następujące:

- stosunek sygnału do zakłóceń: 106dB;
- separacja kanałów stereofonicznych: 90dB±;
- współczynnik zniekształceń nieliniowych: 0,01%;
- zakres regulacji tonów niskich, średnich i wysokich: ±14dB.

Prawie identyczny z TDA7430 jest układ TDA7431, który ma tylko jedno wejście i jest produkowany w obudowie innego typu.

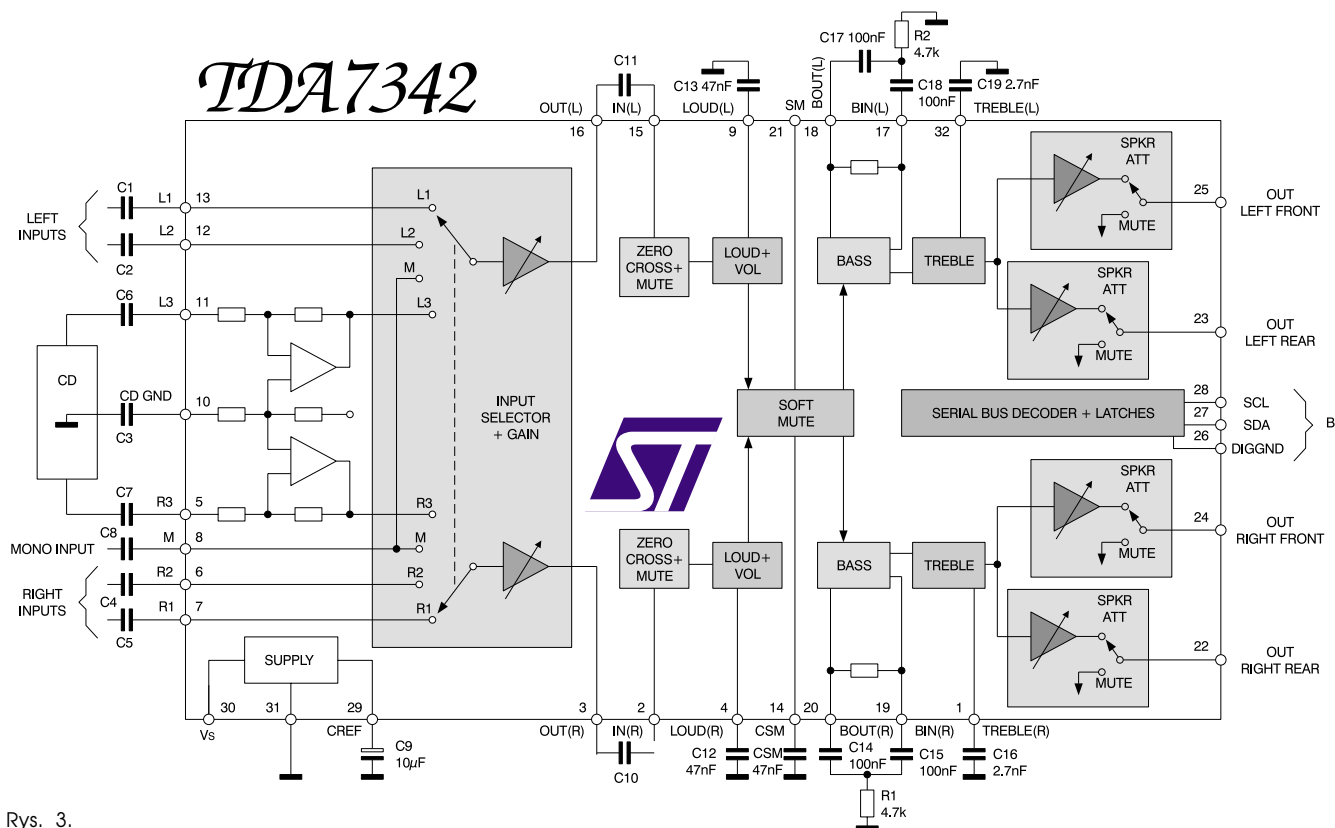
Nieco prostszą budowę mają procesory TDA7429S i TDA7429D. Są pozbawione funkcji tłumienia głosu wokalisty i wejścia mikrofonowego. Najprostszym układem, przeznaczonym do tanich aplikacji, jest TDA7442D, w którym wyeliminowano także regulację tonów średnich, a w trybie surround dostępny jest tylko rodzaj pracy MUZYKA z czterema wybieralnymi charakterystykami. Dla monofonicznego sygnału wejściowego procesor ten oferuje tryb pracy PSEUDOSTEREO.

Pozostałe procesory z tab. 2, oprócz standardowego efektu dźwięku otaczającego, oferują także efekt przestrzenny w systemie SRS (ang. Sound Retrieval System). System ten, rozpozyszczony zwłaszcza w Azji, został opracowany przez firmę SRS Labs, Inc.

Pierwszy z tych procesorów - TDA7464 - jest prawie identyczny z opisanym wcześniej układem TDA7430. Zawiera dodatkowo blok o nazwie STEREO SRS z regulatorami środka i przestrzeni. Dla wykorzystania funkcji SRS niezbędne jest dołączenie dziesięciu dodatkowych elementów RC. Oba układy posiadają identyczną obudowę i zgodne rozmieszczenie wyprowadzeń, toteż możliwe jest ich zamienne sto-

Tab. 1. Procesory stereofoniczne bez efektu dookólnego

Oznaczenie procesora	Liczba wejść stereo	Regulacja głośności (krok/zakres w dB)	Korekcja fizjologiczna (loudness)	Miękkie wyciszenie	Wyjście do zapisu	Niezależne wyciszenie (mute)	Regulacja pasma			Regulacja wzmocnienia na wejściu (zakres w dB)	Obudowa
							tony niskie	tony średnie	tony wysokie		
TDA7309	3	1/92	+	+	+	+	-	-	-	-	SDIP20
TDA7309D	3	1/92	+	+	+	+	-	-	-	-	S020
TDA7342	2 (+1 mono i 1 quasi-różnicowe)	0,3/80	+	+	+	+	+	-	+	11,25	TQFP32
TDA7438	3	1/47	-	-	+	+	+	+	+	30	DIP28
TDA7438D	3	1/47	-	-	+	+	+	+	+	30	S028
TDA7439	4	1/47	-	-	+	+	+	+	+	30	SDIP30
TDA7439B	4	1/47	-	-	+	+	+	+	+	30	DIP28
TDA7439D	4	1/47	-	-	+	+	+	+	+	30	S028
TDA7440D	4	1/47	-	-	+	+	+	-	+	30	S028
TDA7449	2	1/47	-	-	+	+	+	-	+	30	DIP28
TDA7449L	2	1/47	-	-	+	+	-	-	-	30	DIP20



Rys. 3.

sowanie we wspólnej płycie drukowanej. Są również zgodne pod względem programu sterującego.

Podobna zgodność zachodzi między innym procesorem z funkcją SRS o nazwie TDA7466 i układem TDA7431. Podstawowa różnica w stosunku do opisanej wyżej pary dotyczy liczby wejść, zmniejszonej do jednego.

Trzeci z procesorów z systemem SRS, czyli TDA7465, jest bardzo zbliżony do TDA7466.

Jednak w odróżnieniu od niego posiada dedykowane wejście mikrofonowe, co czyni go przydatnym w zastosowaniach typu karaoke.

Cyfrowe procesory z dekoderym Dolby ProLogic

W końcowej fazie przygotowania produkcji znajdują się dwa audioprocesory nowej generacji, przeznaczone do pracy w systemie dźwięku otaczającego Dolby Surround ProLogic. Są

to układy cyfrowe o napięciu zasilania 3,3V.

Pierwszy z nich jest oznaczony symbolem TDA7444. Jest to wielofunkcyjny, cyfrowy audioprocessor z dekoderym Dolby Surround ProLogic, wyposażony dodatkowo w układy wytwarzające efekt dookólny w systemie SRS.

Układ ma dwa kanały wejściowe (lewy i prawy) oraz cztery wyjściowe: L (lewy), R (prawy), S (surround) i C (centralny). Na każdym z wejść zastosowano 16-bitowy przetwornik ADC, na

Tab. 2. Procesory dźwięku przestrzennego z efektem dookólnym

Typ procesora	Liczba wejść stereo	Tłumienie głosu wokalisty	Wejście dla mikrofonu	Regulacja pasma			Tryby dźwięku przestrzennego	Liczba wyjść stereo pomocniczych	Obudowa	Uwagi
				tony niskie	tony średnie	tony wysokie				
TDA7429S	4	-	+	+	+	+	muzyka kino symulacja	2	SDIP42	
TDA7429T	3	-	+	+	+	+	muzyka kino symulacja	2	TQFP44	
TDA7430	4	+	+	+	+	+	muzyka kino symulacja	1	TQFP44	
TDA7431	1	+	+	+	+	+	muzyka kino symulacja	1	SDIP42	
TDA7442D	4	-	-	+	-	+	muzyka pseudostereo	1	S028	
TDA7464	4	+	-	+	+	+	muzyka kino symulacja	1	TQFP44	SRS, regulacja przestrzeni, regulacja środka
TDA7465	1	+	+	+	+	+	muzyka kino symulacja	1	SDIP42	SRS, regulacja przestrzeni, regulacja środka
TDA7466	1	+	-	+	+	+	muzyka kino symulacja	1	SDIP42	SRS, regulacja przestrzeni, regulacja środka

