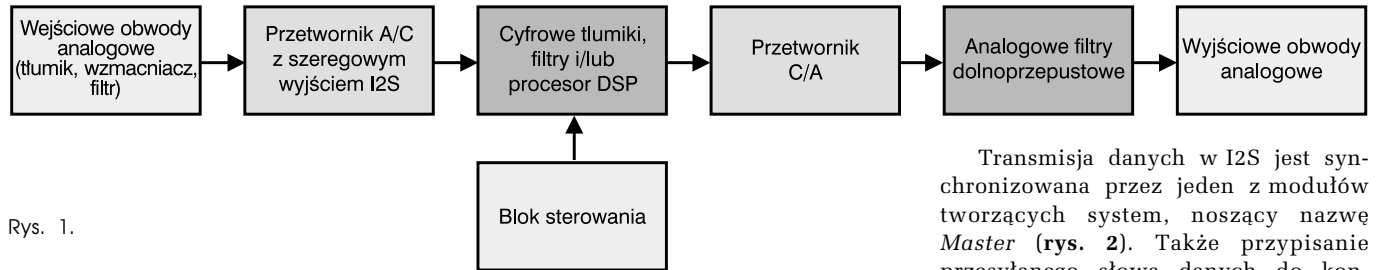
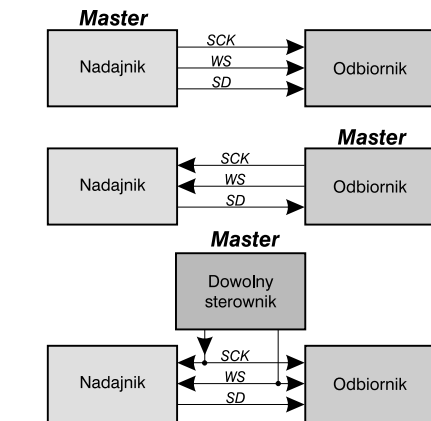


# Cyfrowy tor audio, część 1

Analog Devices jest jednym z wielu na świecie producentów układów do cyfrowych torów audio. Ze względu na wieloletnią, w pełni zasłużoną renomę tej firmy i duże zainteresowanie Czytelników tematyką cyfrowego audio, postanowiliśmy przedstawić najbardziej interesujące układy z oferty tej firmy. Rozpoczynamy od krótkiego wprowadzenia w świat tych ciągle mało znanych podzespołów.



Rys. 1.



Rys. 2.

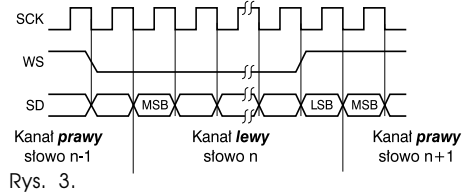
Cyfryzacja torów audio stała się już faktem. Dzięki tanim elementom elektronicznym dla tego typu aplikacji, ich doskonałym parametrom i stosunkowo prostej obsłudze, coraz łatwiejsze staje się ich stosowanie w aplikacjach popularnych.

## Budowa cyfrowych systemów audio

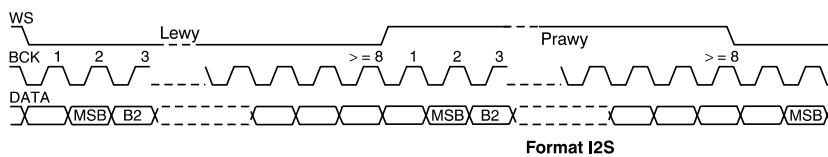
Na rys. 1 znajduje się uproszczony schemat blokowy typowego cyfrowego toru przetwarzania sygnału audio. Sygnał analogowy poddawany jest w obwodach wejściowych obróbce mającej na celu dostosowanie je-

go parametrów do możliwości kolejnego stopnia - przetwornika A/C. Standardowe przetworniki dla aplikacji audio są wyposażone w synchroniczny szeregowy interfejs I2S. Przy jego pomocy przesyłane są dane w większości cyfrowych systemów audio.

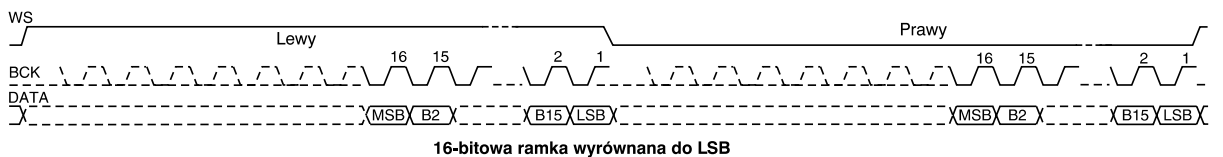
Transmisja danych w I2S jest synchronizowana przez jeden z modułów tworzących system, noszący nazwę *Master* (rys. 2). Także przypisanie przesyłanego słowa danych do konkretnego kanału audio należy do zadań *Mastera*. Wszystkie możliwe konfiguracje cyfrowych systemów audio przedstawiono na rys. 2. Na rys. 3 znajduje się uproszczony przebieg sygnałów sterujących i danych w I2S w funkcji czasu. Jak łatwo zauważyć synchronizacja danych odbywa się narastającym zboczem sygnału zegar-



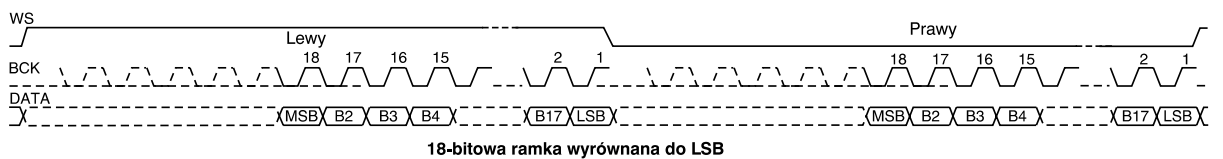
Rys. 3.



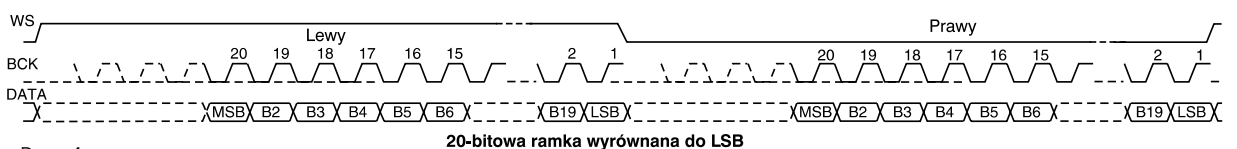
Format I2S



16-bitowa ramka wyrównana do LSB



18-bitowa ramka wyrównana do LSB



20-bitowa ramka wyrównana do LSB

Rys. 4.

Oznaczenie	Opis
<b>Przetworniki A/C audio</b>	
AD1877	16-bitowy, stereofoniczny przetwornik A/C (Sigma-Delta)
AD1879	18-bitowy, stereofoniczny przetwornik A/C (Sigma-Delta)
<b>Układy do analogowego toru audio</b>	
AD712	Podwójny, precyzyjny wzmacniacz operacyjny BiFET
OP275	Podwójny wzmacniacz operacyjny audio
SSM2000	Moduł redukcji szumów HUSH
SSM2017	Przedwzmacniacz audio
SSM2018T	Wzmacniacz o napięciowo programowanym wzmocnieniu (VCA)
SSM2120	Podwójny wzmacniacz VCA
SSM2142	Nadajnik różnicowy
SSM2143	Odbiornik różnicowy -6dB
SSM2160	6-kanałowy, beztraskowy regulator głośności z wejściem szeregowym
SSM2161	4-kanałowy, beztraskowy regulator głośności z wejściem szeregowym
SSM2163	Mikser audio 2x8 ze sterowaniem cyfrowym
SSM2165	Przedwzmacniacz mikrofonowy z kompresorem i bramką szumów
SSM2166	Przedwzmacniacz mikrofonowy z kompresorem i bramką szumów
SSM2211	Wzmacniacz mocy (1,5W)
SSM2275	Wzmacniacz operacyjny audio z wyjściem rail-to-rail
SSM2404	Poczwórny przełącznik audio
SSM2475	Wzmacniacz operacyjny audio z wyjściem rail-to-rail
<b>Przetworniki C/A audio</b>	
AD1852	Stereofoniczny, 24-bitowy przetwornik Multibit Sigma-Delta o częstotliwości próbkowania 192kHz
AD1853	Stereofoniczny, 24-bitowy przetwornik Multibit Sigma-Delta o częstotliwości próbkowania 192kHz
AD1854	Stereofoniczny przetwornik Multibit Sigma-Delta o częstotliwości próbkowania 96kHz
AD1855	Stereofoniczny przetwornik Multibit Sigma-Delta o częstotliwości próbkowania 96kHz
AD1857/AD1858	Stereofoniczny, 16-, 18- lub 20-bitowy przetwornik Sigma-Delta
AD1859	Stereofoniczny, 18-bitowy przetwornik Sigma-Delta
<b>Cyfrowe odbiorniki linii</b>	
AD1892	Odbiornik linii zintegrowany z konwerterem częstotliwości próbkowania
<b>Procesory sygnałowe DSP</b>	
ADSP-21061L	SHARC, 150 MFLOPS, 3,3V, zmiennoprzecinkowy
ADSP-21065L	SHARC, 150 MFLOPS, 3,3V, zmiennoprzecinkowy
ADSP-2181	16-bitowy, 40 MIPS, 5V, 2 porty szeregowy, port host, 80kB RAM
ADSP-2183	16-bitowy, 52 MIPS, 3,3V, 2 porty szeregowy, port host, 80kB RAM
ADSP-2184	16-bitowy, 40 MIPS, 5V, 2 porty szeregowy, port host, 20kB RAM
ADSP-2184L	16-bitowy, 40 MIPS, 3,3V, 2 porty szeregowy, port host, 20kB RAM
ADSP-2185	16-bitowy, 33 MIPS, 5V, 2 porty szeregowy, port host, 80kB RAM
ADSP-2185L	16-bitowy, 52 MIPS, 3,3V, 2 porty szeregowy, port host, 80kB RAM
ADSP-2185M	16-bitowy, 75 MIPS, 2,5V, 2 porty szeregowy, port host, 80kB RAM
ADSP-2186	16-bitowy, 40 MIPS, 5V, 2 porty szeregowy, port host, 40kB RAM
ADSP-2186L	16-bitowy, 40 MIPS, 3,3V, 2 porty szeregowy, port host, 40kB RAM
ADSP-2187L	16-bitowy, 52 MIPS, 3,3V, 2 porty szeregowy, port host, 160kB RAM
ADSP-2188M	16-bitowy, 75 MIPS, 2,5V, 2 porty szeregowy, port host, 256kB RAM
ADSP-2189M	16-bitowy, 75 MIPS, 2,5V, 2 porty szeregowy, port host, 192kB RAM
<b>Konwertery częstotliwości próbkowania</b>	
AD1890	Konwerter ASRC dla systemów z 18- lub 20-bitową próbką
AD1892	Odbiornik linii zintegrowany z konwerterem częstotliwości próbkowania
AD1893	Asynchroniczny, stereofoniczny, 16-bitowy konwerter SamplePort

rowego, a zmiana wyjścia sterującego WS musi się odbywać podczas niskiego stanu logicznego na wyjściu zegarowym.

### Problem długości próbek

Stopniowy rozwój technologii półprzewodnikowych powodował, że rozdzielczość przetworników A/C i C/A, a także możliwości obliczeniowe pozostałych elementów toru audio, zwiększały się. Pierwsze cyfrowe systemy audio operowały 8-bitową próbką danych, a w rozpowszechnionym przez Philipsa standardzie CD obowiązywała już 16-bitowa próbka dźwięku. Twórcy interfejsu I2S przewidzieli możliwość zwiększania rozdzielczości próbek (liczby bitów w ramce danych), bez konieczności specjalnej, sprzętowej lub programowej adaptacji interfejsów. W górnej części rys. 4 pokazano przebiegi charakterystyczne dla transferu kompletnej ramki danych o dowolnej długości (powyżej 8 bitów/próbkę) poprzez interfejs I2S. Trzy wykresy z rys. 4, które znajdują się poniżej tego rysunku, przedstawiają inne sposoby przesyłania danych o ściśle określonej długości próbki, przy pomocy trójprzewodowego, szeregowego złącza synchronicznego. Ten sposób przesyłania danych nazywany jest „z wyrównywaniem do LSB“. W obydwu standardach jako pierwszy przesyłany jest najstarszy bit danych.

Ze względu na mniejszą uniwersalność interfejs „z wyrównywaniem do LSB“ jest rzadziej stosowany w praktycznych aplikacjach, doskonale nadaje się natomiast do stosowania w urządzeniach audio o zamkniętej konstrukcji, w których sposób przesyłania danych jest z góry ustalony. Warto zwrócić ponadto uwagę na fakt, że inną polaryzację w odniesieniu do kanałów audio ma także sygnał WS.

**Piotr Zbysiński, AVT**  
[piotr.zbysinski@ep.com.pl](mailto:piotr.zbysinski@ep.com.pl)

Artykuł przygotowano na podstawie materiałów udostępnionych przez firmę *Alfine*, tel. (0-61) 820-58-11, [www.alfine.com.pl](http://www.alfine.com.pl).

W tabeli znajduje się zestawienie układów dla aplikacji audio produkowanych przez firmę *Analog Devices*. Więcej materiałów, w tym noty aplikacyjne, karty katalogowe, przykłady niezwykłych zastosowań i prezentacje aplikacji profesjonalnych są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.analog.com/industry/audio/>.