

# Sigma DSP – procesory sygnałowe dla każdego

*Teza postawiona w tytule artykułu jest odważna – czyżby dla każdego? Tak, ponieważ w przeciwieństwie do procesorów sygnałowych z innych rodzin, rozpoczęcie pracy z Sigma DSP wymaga jedynie zestawu uruchomieniowego i kilkunastu minut na zapoznanie się z graficznym środowiskiem narzędziowym Sigma Studio. Umożliwia ono intuicyjne programowanie aplikacji DSP w sposób zbliżony do rysowania schematu blokowego urządzenia.*

Program składa się z dostarczonych przez producenta, udokumentowanych i sprawdzonych bloków funkcjonalnych. Po połączeniu bloków w aplikację, wystarczy załadować wynik kompilacji do procesora i... gotowe! Umożliwia to zastosowanie procesora DSP osobom nieznającym żadnego języka programowania, a które do tej pory pozostawały skazane na korzystanie z gotowych urządzeń, np. realizatorom dźwięku, muzykom itd.

Obecnie rodzina Sigma DSP składa się z kilku układów. Ich wykaz oraz porównanie parametrów zamieszczono w **tabeli 1**. Oferta nie wygląda na dużą, ale – jak się okazuje – bezproblemowo można wybrać procesor najlepiej dopasowany do aplikacji.

Niektóre z procesorów SigmaDSP mają unikalną cechę, którą jest tryb pracy *Selfboot* umożliwiający samodzielną pracę procesora DSP bez zewnętrznego systemu mikroprocesorowego nadzorującego jego pracę. W tym trybie konfiguracja oraz parametry są odczytywane i zapisywane do pamięci zewnętrznej EEPROM. Aby tryb był bardziej elastyczny i umożliwiał interakcję z użytkownikiem, procesory wyposażone są w programowane linie GPIO i uniwersalny przetwornik A/C. Ułatwia to dołączenie typowych elementów manipulacyjnych, takich jak przełączniki, enkodery, potencjometry, upraszczając aplikacje wrażliwe na koszty.

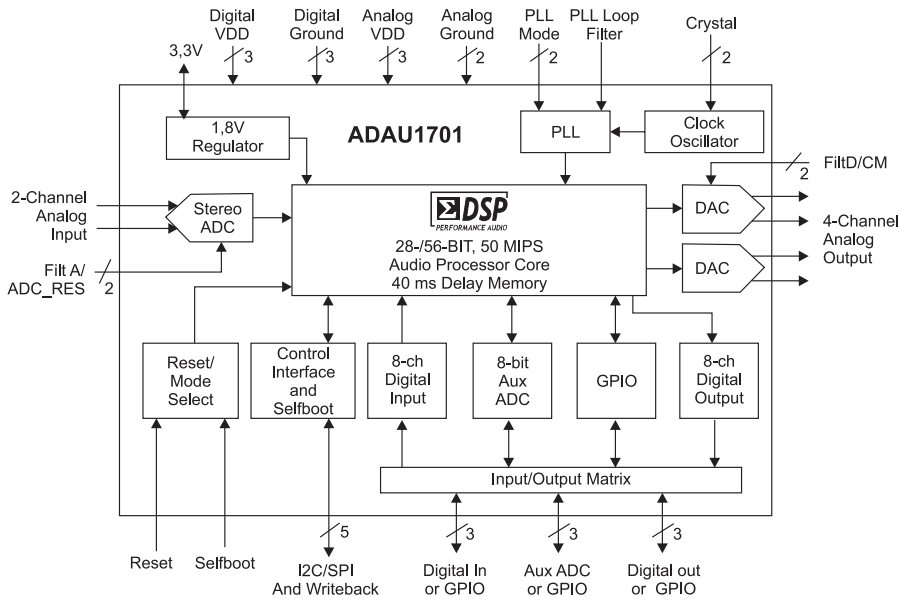
Większość z układów ma wbudowane przetworniki A/C i C/A zdecydowanie

upraszczające układy współpracujące z sygnałami mieszanymi. W zależności od typu dostępne są 2 kanały A/C i od 2 do 4 kanałów C/A. Jakość przetwarzania jest wysoka (THD+N>83 dB, SN>100 dB) i w sporej ilości aplikacji umożliwia rezygnację z zewnętrznych przetworników czy kodeków znacząco upraszczając projekt urządzenia.

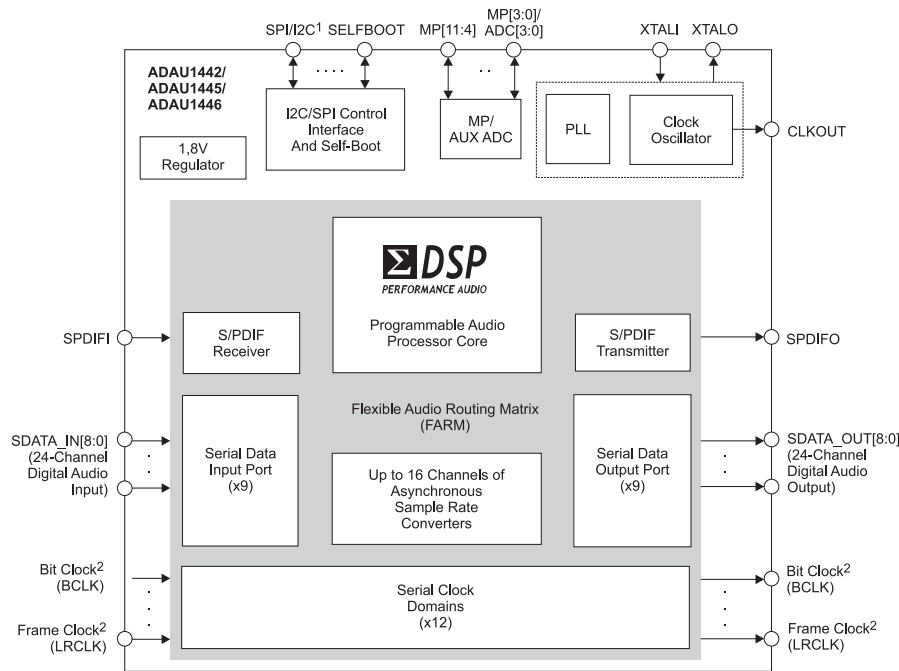
Reprezentatywnym przedstawicielem układów z wbudowanym kodekiem jest ADAU1701 stosowany w zestawie STK\_ADAU1701 „DSP dla każdego” opisanym w EP 7/2013. Schemat blokowy układu ADAU1701 pokazano na **rysunku 1**. Oprócz modułów do cyfrowej obróbki sygnału analogowego ma on osiem dwukierunkowych, elastycznie konfigurowanych interfejsów szeregowych, umożliwiających obróbkę sygnału w domenie cyfrowej. Maksymalna częstotliwość próbkowania wynosi 192 kHz przy rozdzielczości 24-bitowej. Układ ADAU1701 pracuje w trybie synchronicznym, bez możliwości konwersji (zmiany) częstotliwości próbkowania pomiędzy cyfrowymi kanałami wejściowymi i wyjściowymi. Cały tor DSP funkcjonuje z częstotliwością wyznaczoną przez interfejs wejściowy będą-

**Tabela 1. Procesory sygnałowe z rodziny Sigma DSP firmy Analog Devices**

Typ	AD1940 AD1941	ADAU1701 ADAU1401A	ADAU1702	ADAU1761	ADAU1781	ADAU1442 ADAU1445 ADAU1446	ADAU1452 (wkrótce)
Parametr							
Częstotliwość taktowania rdzenia [MHz]	75	50	25	50	50	172	294
Pamięć programu [kWord]	1.5	1	0.5	1	0.5	3.5	8
Ilość instrukcji/próbka dla f=48 kHz	1536	1024	512	1024	1024	3584	6144
Pamięć parametrów [kWord]	1	1	1	1	0.5	4	40
Pamięć danych [kWord]	6	2	0.5	4	0.5	8	dzielona z pamięcią parametrów
Wbudowane przetworniki ADC/DAC	0/0	2/4	2/4	2/2	2/2	0/0	0/0
Liczba kanałów cyfrowych	16/16	8/8	8/8	8/8	8/8	24/24	48/48
GPIO/ADC		12/4-8bit	12/4-8bit	4/0	5/0	12/4-10bit	14/6-10bit
Selfboot		I <sup>2</sup> C	I <sup>2</sup> C			I <sup>2</sup> C	I <sup>2</sup> C/SPI
SPDIF						1/1	1/1
ASCR (CH/SR)						1442 : 16/8 1445: 16/2	16/8
Inne				Interfejs mikrofonu	Interfejs mikrofonu, wzmacniacz mocy 400 mW/8R		
Obudowa	LQFP48 0.5	LQFP48 0.5	LQFP48 0.5	LFCS32 5×5mm 0.5	LFCS32 5×5mm 0.5	TQFP100 0.5	LFCS32 10×10mm 0.5



Rysunek 1. Schemat blokowy układu ADAU1701



<sup>1</sup> SPI/I2C = The ADDR0, CLATCH, SCL/CCLK, SDA/COU, AND ADDR1/CDATA PINS.  
<sup>2</sup> There are 12 bit Clocks (BCLK[11:0]) and 12 Frame Clocks (LRCLK[11:0]). In Total of the 12 Clocks, Six are Assignable, three must be Outputs and three must be Inputs.

Rysunek 2. Schemat blokowy układu ADAU1442

cy źródłem sygnału zegarowego. Interfejs cyfrowy posiada możliwość wymiany danych w typowych formatach I<sup>2</sup>S (LJ, RJ) i TDM (multipleksowanie czasowe kilku kanałów) ułatwiając połączenie z zewnętrznymi przetwornikami C/A, odbiornikami/nadajnikami SPDIF, cyfrowymi mikrofonami MEMS lub z cyfrowymi końcówkami mocy. Pomimo kilku ograniczeń jest to mój ulubiony procesor SigmaDSP, tym bardziej, że występuje obudowie LQFP48 o rastrze 0,5 mm, którą bez większych trudności można przylutować nawet w warunkach domowych.

Bardzo interesującymi układami są ADAU144x przeznaczone do obróbki sygnału cyfrowego. Schemat blokowy układu pokazano na **rysunku 2**. Procesory z tej rodziny są pozbawione wewnętrznych przetworników A/C i C/A, ale mają rozbudowany interfejs GPIO. Pracują w trybie autonomicznym (*selfboot*). Układy ADAU144x – oprócz znacznie większej wydajności od ADAU1701 i większych zasobów pamięci – są wyposażone w kilkukanałowy konwerter częstotliwości próbkowania ASRC (ADAU1442 – 16 kanałów, 8 domen zegarowych, ADAU1445 – 16 kanałów, 8 domen zegarowych, najtańszy ADAU1446 jest pozbawiony bloku ASRC) umożliwiającą bezpośrednią współpracę ze źródłami o różnych częstotliwościach próbkowania. Wbudowana krosownica sygnału FARM pozwala na elastyczne konfigurowanie sygnałów o różnych domenach zegarowych. Istotną cechą tych układów jest wbudowany, kompletny odbiornik i nadajnik sygnału w standardzie SPDIF, eliminujący konieczność zastosowania zewnętrznych układów WM/CS/DIX blokujących zasoby interfejsów cyfrowych DSP. ADAU144x mają również konfigurowalny, buforowany generator sygnału zegarowego ułatwiający współpracę z układami wyjściowymi wymagającymi sygnału MCLK (np. dla nadpróbkowania w C/A).

Układ jest oferowany w obudowie TQFP/LQFP100 z wkładką radiatorową, o rastrze wyprowadzeń 0,5 mm. Aktualnie

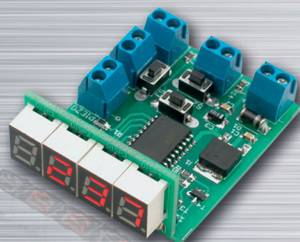
REKLAMA

## Licznik impulsów

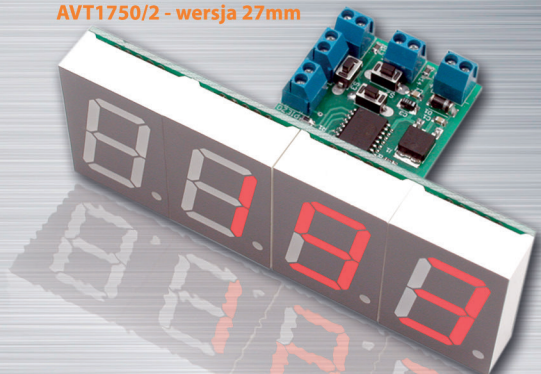
Licznik impulsów pochodzących na przykład z różnych czujników lub włączników. Zlicza on impulsy w górę i w dół z częstotliwością nie większą niż 10 Hz (10 impulsów na sekundę). Maksymalna pojemność licznika wynosi 9999.

Dodatkowo, układ wyposażono w możliwość zapamiętania wyniku oraz sygnalizację dźwiękową. Licznik może pracować z wyświetlaczami o dwóch wielkościach – pierwszym, miniaturowym, o wysokości cyfry 7 mm (AVT1750/1) lub drugim, większym, z wyświetlaczami o wysokości 27 mm (AVT1750/2), idealnie mieszczącym się w obudowie typu KM50.

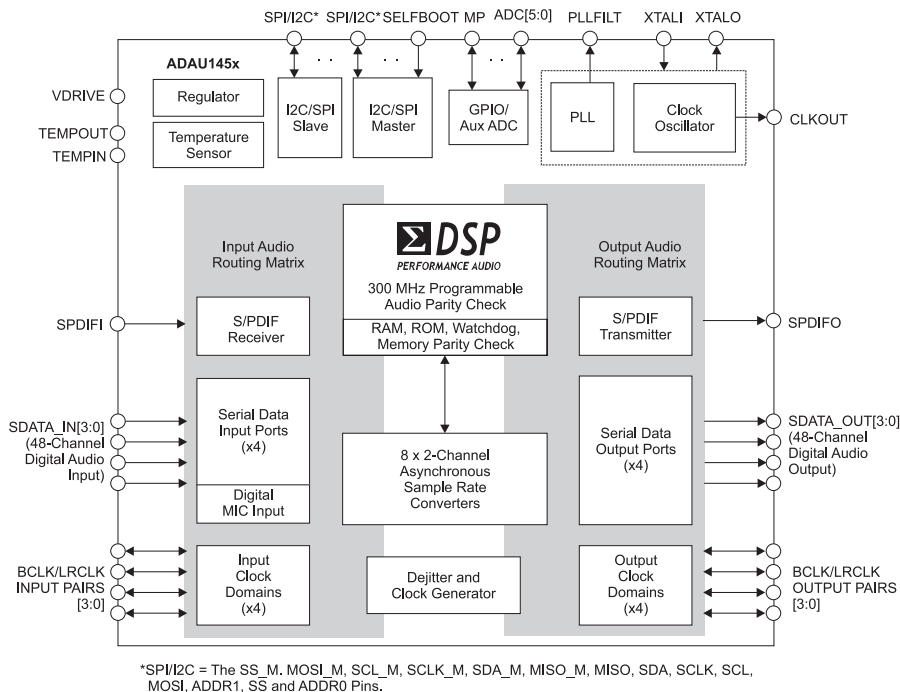
AVT1750/1 - wersja 7mm



AVT1750/2 - wersja 27mm



[www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl)



\*SPI/I2C = The SS\_M, MOSI\_M, SCL\_M, SCLK\_M, SDA\_M, MISO\_M, MISO, SDA, SCLK, SCL, MOSI, ADDR1, SS and ADDR0 Pins.

Rysunek 3. Schemat blokowy układu ADAU1452

ADAU1442 jest najmocniejszym procesorem SigmaDSP, a w najbliższym czasie w Elektronice Praktycznej zostanie opublikowany opis zestawu STK\_MegaDSP, nad którym aktualnie trwają prace projektowe.

Ciekawie wygląda również procesor ADAU1452 z zapowiadanej przez Analog Devices serii AD145x będący wersją rozwojową ADAU144x. Układy te również nie mają wbudowanych kodeków. Obróbka sygnału odbywa się wyłącznie na drodze cyfrowej. Nowe procesory wyposażone są w taktowany z częstotliwością blisko 300 MHz rdzeń DSP o zwiększonej pamięci programu/parametrów oraz 48-kanałowy interfejs cyfrowy pracujący z rozdzielczością 32 bitów i częstotliwością próbkowania 192 kHz. Podobnie jak ADAU1442, procesor ADAU1452 ma 16-kanałowy konwerter częstotliwości próbkowania ASRC z ośmioma domenami zegara. Zapowiadane są też odpowiedniki ADAU1451...1445 z dwoma domenami zegara oraz ADAU1450...1446 bez układu ASRC.

Wszystkie układy z rodziny ADAU145x mają wbudowany dwukierunkowy interfejs SPDIF oraz konfigurowalne obwody generujące sygnał zegarowy. Ciekawym jest też zapowiadany tryb *selfboot* umożliwiający pracę samodzielną przy wykorzystaniu pamięci EEPROM z interfejsem I<sup>2</sup>C oraz – co jest nowością – z interfejsem SPI.

Układ jest oferowany w niewielkiej obudowie LFCSP72 zajmującej powierzchnię 10 mm×10 mm i rastrze wprowadzeń 0,5 mm. Z niecierpliwością oczekujemy próbek przedprodukcyjnych do zapoznania się z tym ciekawym procesorem DSP.

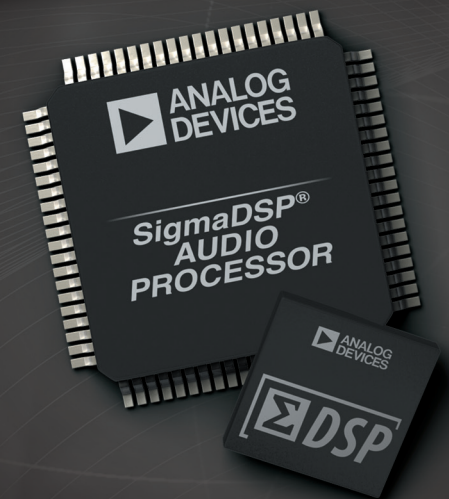
Oczywiście, każdy z przedstawionych procesorów jest programowany za pomocą

SigmaStudio, co jest najważniejszą cechą układów i jednocześnie ich największym atutem. Oprogramowanie narzędziowe SigmaStudio jest udostępnione za darmo, wymaga jedynie rejestracji na stronie producenta. Jest to środowisko graficzne, w którym rysujemy schemat składający się z gotowych, parametryzowanych bloków funkcjonalnych. Zwalnia to z konieczności żmudnego opanowywania assemblera DSP i zagłębiania się w tony dokumentacji. Dzięki niewielkiemu nakładowi sił potrzebnych na opanowanie programowania procesorów sygnałowych SigmaDSP, jest możliwa realizacja nawet złożonych projektów w bardzo krótkim czasie, co jest trudne do osiągnięcia innymi metodami i dlatego procesory DSP były stosowane jedynie przez firmy mogące pozwolić sobie na duży nakład środków finansowych. Moim zdaniem, przeszkodą w upowszechnianiu się układów jest wysoka cena współpracującego programatora USBi, która wynosi ok. 150 USD (netto) co współcześnie, gdy pozostali producenci rozpieszczają nas zestawami za kilka dolarów, jest kwotą nieco wygórowaną i stanowi przeszkodę w szerszym zastosowaniu tych ciekawych układów.

Całość oferty Analog Devices dopełniają produkowane przez nią doskonałe układy analogowe współpracujące z DSP np. wzmacniacze operacyjne, niskoszumne stabilizatory LDO, przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe, mikrofony MEMS, mikrokontrolery i inne. Umożliwiają one budowanie systemów przetwarzania sygnału o doskonałych parametrach.

Adam Tatuś, EP

**SigmaDSP<sup>®</sup>**  
**PRODUKTY**  
**W MAGAZYNIE**  
**DO NATYCHMIASTOWEJ WYSYŁKI**



001 218 681 7979  
**DIGIKEY.PL**



\*Koszt wysyłki w wysokości 60 USD będzie naliczany w przypadku wszystkich zamówień o wartości poniżej 200 USD. Wszystkie zamówienia są dostarczane przez firmę UPS w ciągu 1-3 dni (w zależności od miejsca przetransportowania). Brak opłat manipulacyjnych. Wszystkie ceny podane są w dolarach amerykańskich. Jeśli występuje nadmierny ciężar lub wyjątkowe okoliczności wymagają zmiany tej opłaty, klienci zostaną poinformowani przed wysyłką zamówienia. Digi-Key jest autoryzowanym dystrybutorem wszystkich dostawców będących partnerami. Nowe produkty są dodawane codziennie. © 2013 Digi-Key Corporation, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA