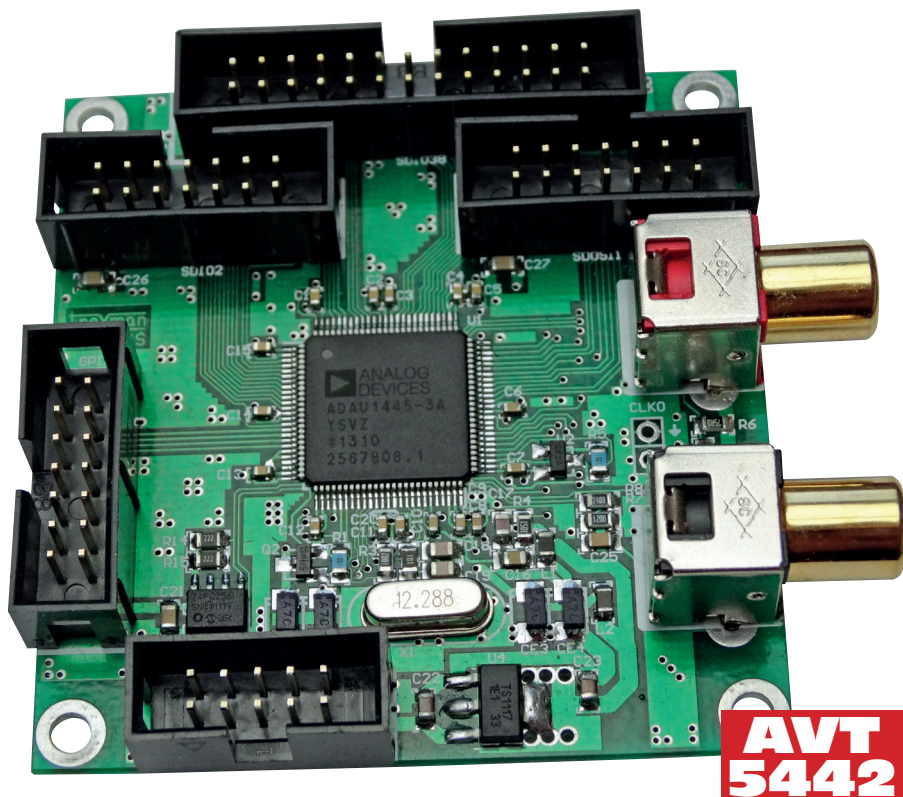


STK_ADAU1442 – Mega DSP

Przedstawiony w EP7/13 zestaw ADAU1701, oparty o „najślabszy” procesor rodziny Sigma DSP, pozwalał na zapoznanie się z obsługą środowiska projektowego i zaletami cyfrowego przetwarzania sygnałów. MEGA DSP oparty o procesory rodziny ADAU144x jest potężniejszym narzędziem do cyfrowej obróbki sygnału audio, ale dzięki Sigma Studio programuje się go również łatwo jak ADAU1701.

Rekomendacje: projekt ma spore walory użytkowe i edukacyjne, przyda się nie tylko do zestawu audio, ale również w laboratorium uczelnianym.

Firma Analog Devices ma w ofercie wiele procesorów sygnałowych, a wśród nich jest bardzo interesująca rodzina Sigma DSP. Charakterystyczną cechą i jednocześnie ważną zaletą tej rodziny jest udostępnianie za darmo



oprogramowanie narzędziowe Sigma Studio (aktualnie wersja 3.9). Jest to środowisko graficzne, w którym „rysujemy” schemat z gotowych, parametryzowanych bloków funkcjonalnych. Zwalnia to z konieczności opanowywania języka programowania i zagłębiania się w tony dokumentacji. Dzięki niewielkiemu nakładowi sił potrzebnych na

opanowanie „programowania” w Sigma DSP, możliwa jest realizacja nawet złożonych jednostkowych projektów w bardzo krótkim czasie, co do tej pory nie było możliwe, a procesory DSP przeznaczone były tylko dla wybranych.

Rodzina ADAU144x składa się z trzech układów zgodnych ze sobą obudowami i wy-

Wykaz elementów

Rezystory: (SMD 0805, 1%)

R1, R5: 1 k Ω

R2: 100 Ω

R3: 10 k Ω

R4: 1,5 k Ω

R6: 75 Ω

R7: 110 Ω

R8: 240 Ω

R14, R15: 2,2 k Ω

Kondensatory: (SMD 0805)

C1...C15, C20: 100 nF (SMD 0603)

C16: 33 nF

C17: 1,8 nF

C18, C19: 22 pF

C21, C26...C28: 100 nF

C22, C23: 10 μ F

C24, C25: 10 nF

CE1...CE4: 10 μ F/10 V (SMD „A”)

CLKO: złącze SIP2 2,54 mm

Półprzewodniki:

Q2: BC807-40 (SOT-23)

U1: ADAU1442YSVS (TQFP100)

U2: MCP100T3 (SOT-23)

U3: 24FC256 (SO8)

U4: LM1117-3.3 (SOT-223)

Inne:

GPIO, SDI02, SDO911: złącze IDC14

I2C: złącze IDC10

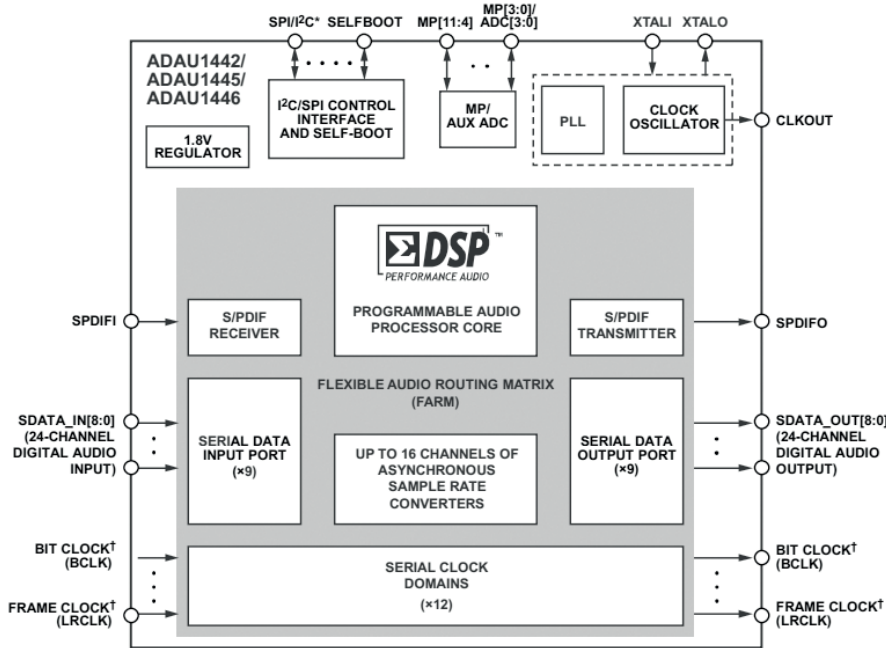
L1: 1 μ H/50 mA (dławik SMD 0805)

L2: 0,1 μ H/250 mA (dławik SMD 0805)

SDIO38: złącze IDC26

SIN, SOUT: złącze RCA do druku CC134

X1: rezonator kwarcowy 12,288 MHz lub 11,2896 MHz (HC495)



*SPI/I2C = THE ADDR0, CLATCH, SCL/CCLK, SDA/COUT, AND ADDR1/CDATA PINS.
 †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 1. Schemat blokowy ADAU144x (za nota AD)

prowadzeniami. Schemat blokowy układów ADAU144x przedstawia **rysunku 1**, różnice charakteryzujące układy zestawiono w **tabeli 1**.

W przeciwieństwie do ADAU1701 rodzina ADAU144x jest pozbawiona przetworników analogowo-cyfrowych i cyfrowo-analogowych. W zamian za to otrzymujemy rdzeń taktowany przebiegiem o częstotliwości 192 MHz i 24 kanały cyfrowe zdolne obrabiać sygnał 24-bitowy/192 kHz. Układy mają trzy kanały

wejściowe (SDATA IN0...2), trzy wyjściowe (SDATA OUT 0...2) oraz sześć dwukierunkowych (SDATA IN/OUT 3...8) umożliwiających współpracę z sygnałami I²S/TDM.

Układ ADAU144x ma wbudowany odbiornik i nadajnik pracujący w standardzie SPDIF, programowany generator sygnału zegarowego MCLK oraz rozbudowany interfejs GPIO z przetwornikiem A/C o 10-bitowej rozdzielczości. Różnice pomiędzy układami ADAU1442,

ADAU1445 i ADAU1446 polegają na uproszczeniu bloku ASRC (asynchroniczny konwerter częstotliwości próbkowania). Wbudowana krosownica sygnału FARM umożliwia elastyczne konfigurowanie sygnałów o różnych domnach zegarowych. Każdy z układów umożliwia współpracę z procesorem sterującym za pomocą interfejsu I²C czy SPI lub pracę samodzielną z pamięcią EEPROM w trybie SELFBOOT.

Schemat płytki Mega DSP pokazano na **rysunku 2**. Jej wyposażenie – ze względu na różnorodność aplikacji – zostało ograniczone do minimum. Płytką zapewnia zasilanie procesora DSP ze złącza programatora USBi (I²C); stabilizowane jest napięcie 3,3 V dla zasilania interfejsów IO-DSP (U4 i elementy towarzyszące) i 1,8 V (Q1/R1) dla zasilania rdzenia DSP.

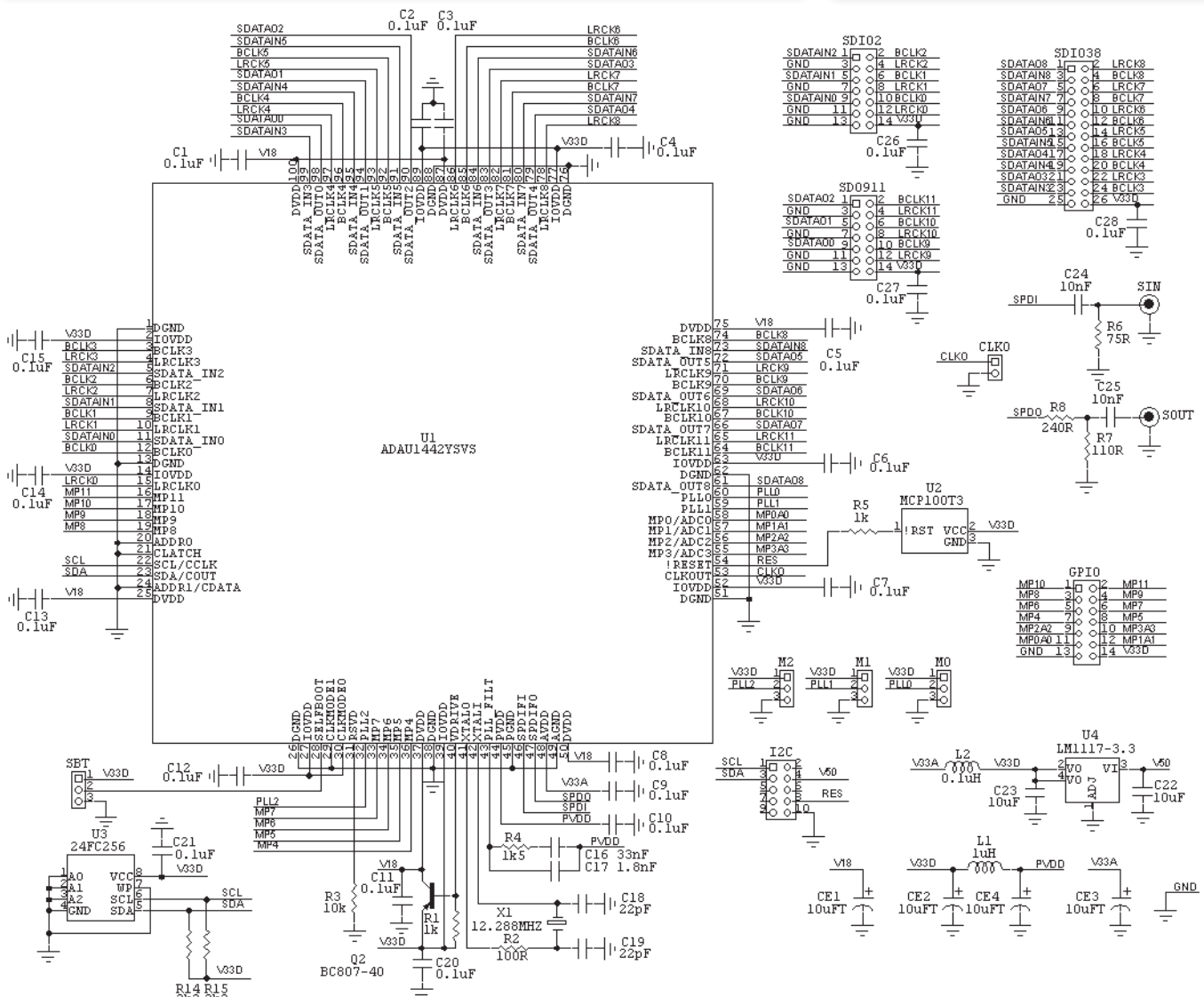
Tabela 1. Różnice wyposażenia układów rodziny ADAU144x

Parametr	ADAU1442	ADAU1445	ADAU1446
Częstotliwość taktowania rdzenia [MHz]	172	172	172
Pamięć programu [kWord]	3,5	3,5	3,5
Ilość instrukcji/próbka dla f = 48kHz	3584	3584	3584
Pamięć parametrów [kWord]	4	4	4
Pamięć danych [kWord]	8	8	8
Wbudowane przetworniki ADC/DAC	0/0	0/0	0/0
Liczba kanałów cyfrowych	24/24	24/24	24/24
GPIO/ADC	12/4-10bit	12/4-10bit	12/4-10bit
Selfboot	I ² C/SPI	I ² C/SPI	I ² C/SPI
SPDIF	1/1	1/1	1/1
ASCR (CH/SR)	16/8	16/2	0/0
Obudowa	TQFP100	TQFP100	TQFP100
	0,5	0,5	0,5

Tabela 2. Wybór mnożnika fs

fs	M0	M1	M2
64	GND	GND	GND
128	V3D	GND	GND
256*	GND	V3D	GND
384	V3D	V3D	GND
512	GND	GND	V3D

* domyślne ustawienia dla 48 kHz



Rysunek 2. Schemat ideowy modułu/płytki uruchomieniowej Mega DSP

Obwody generatora i PLL mają w obwodzie zasilania dodatkowe filtry LC.

Ze względu na wysoką częstotliwość taktowania krytyczne jest odpowiednie filtrowanie zasilania. Firma Analog Devices zaleca stosowanie kondensatorów 0,1 μF przyłączonego do każdego doprowadzenia zasilania ADAU144x oraz 10 μF na szynach zasilania. W zaleceniach projektowych jest proponowane stosowanie płytki 4-warstwowej z wydzielonymi płaszczyznami masy i zasilania. Ze względu na wysoki koszt płytki wielowarstwowej, płytka zestawu została zaprojektowana jako dwustronna, ze szczególnym zwróceniem uwagi na sposób

przewodzenia masy, filtrowanie zasilania i długość ścieżek, aby nie doprowadzić do znaczącego pogorszenia parametrów układu.

Zwora SBT umożliwia wprowadzenie ADAU144x w tryb SELFBOOT (SBT=3,3 V, 1-2), w którym konfiguracja i parametry są pobierane z pamięci EEPROM. W przeciwieństwie do ADAU1701, nie ma możliwości zapisu zwrótnego (WriteBack), więc wszystkie dane zapisane przez użytkownika zostają utracone po włączeniu zasilania. Możliwa jest też współpraca z zewnętrznym procesorem poprzez interfejs I²C (SBT=GND, 2-3).

Układ U2 zapewnia poprawne zerowanie po włączeniu zasilania. Sygnały kanałów cyfrowych doprowadzone są do złącz SDIO2 (wejściowe), SDO911 (wyjściowe) oraz SDIO38 (dwukierunkowe). Interfejs jest zgodny ze standardem CMOS 3,3 V. Do złącz SIN/SOUT typu RCA, poprzez obwody terminujące, doprowadzone są sygnały wbudowanego odbiornika/nadajnika SPDIF.

Na złącze GPIO wyprowadzone są sygnały interfejsu użytkownika. Układ jest taktowany za pomocą oscylatora 12,288 MHz dla częstotliwości próbkowania 48 kHz lub 11,2896 MHz dla 44,1 kHz ($f_s \times 256$). Przebieg o częstotliwości kwarcu, pochodzący z wewnętrznego generatora, jest dostępny na złączu CLK0 i może być wykorzystany np. do taktowania zewnętrznych przetworników C/A.

Zwory M0/M1/M2 umożliwiają wybór mnożnika f_s dla wewnętrznego układu PLL zgodnie z tabelą 2. (256 $\times f_s$ jest ustawione domyślnie). Przy tej częstotliwości taktowania, na jedną próbkę sygnału cyfrowego przypada 3584 możliwości do wykonania instrukcji programowych.

Rdzeń ADAU144x umożliwia pracę z podwójną lub poczwórną częstotliwością oscylatora, jednak wtedy proporcjonalnie zmniejsza się liczba instrukcji możliwych do wykonania podczas jednej próbki sygnału (dokładne opisy w karcie katalogowej).

Montaż

Płytki STK_ADAU144x „Mega DSP” jest zmontowany na niewielkiej, dwustronnej płytce drukowanej. Wszystkie sygnały GPIO oraz dla/z przetwornika są wyprowadzone na złącza szpilkowe umożliwiające wykorzystanie modułu jako „gotowego klocka DSP” we własnych projektach. Rozmieszczenie elementów przedstawia rysunek 3.

Sposób montażu jest klasyczny i nie wymaga opisu, należy tylko sprawdzić jego poprawność. Bardzo istotne jest poprawne przylutowanie padu termicznego ADAU1442. Przed uruchomieniem należy wybrać kwarc w zależności od częstotliwości próbkowania, skonfigurować układ taktowania DSP zwróci M0...M2, (GND/V33/GND) oraz ustalić tryb pracy ADAU144x zwróci SBT (V33

W ofercie AVT* AVT-5442 A

Podstawowe informacje:

- Dwustronna płytka drukowana o wymiarach 62 mm \times 64 mm.
- Zasilanie ze źródła o wydajności 5 V/500 mA.
- Wszystkie sygnały GPIO oraz dla A/C i C/A wyprowadzone na złącza szpilkowe.
- Możliwość zastosowania jako modułu we własnym urządzeniu.
- Układ ADAU1442 z rodziny Sigma DSP.
- Programowanie za pomocą darmowego IDE.

Dodatkowe materiały na FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 74373, pass: 30pmy528

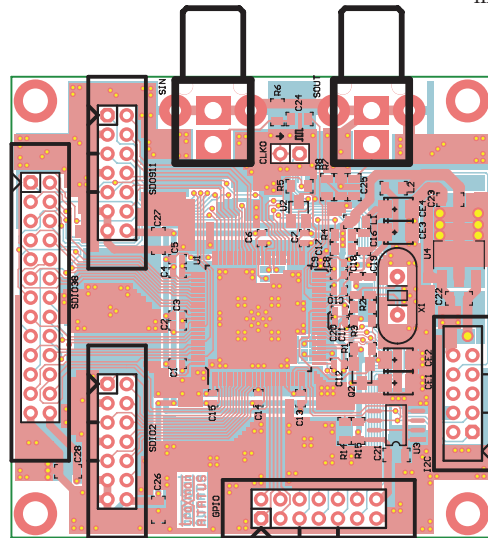
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na FTP:

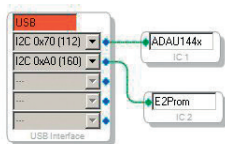
(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-5403	DSP dla każdego – ADAU1701 (EP 7-8/2013)
AVT-5385	Przetwornik D/A z układem TDA1541 (EP 3/2013)
AVT-5359	1-bitowy przetwornik A/D wysokiej klasy (EP 9/2012)
AVT-5346	Wielobitowy przetwornik cyfrowo-analogowy audio z PCM1704 (EP 6-7/2012)
AVT-5335	DAC TDA1543 (EP 3/2012)
AVT-5188	Kompaktowy przetwornik C/A dla Audiofiolów (EP 6/2009)
AVT-5159	SDSP procesor (EP 11/2008)
AVT-5148	Stereofoniczny kodek z interfejsem SPDIF (EP 9/2008)
AVT-931	DsPICorder (EP 6/2006)
AVT-450	Przetwornik A/C z interfejsem ADAT (EP 11-12/2005)
AVT-384	Przetwornik audio analogowo-cyfrowy z wyjściem S/PDIF (EP 4/2005)
AVT-379	Audiofiolki przetwornik C/A (EP 2/2005)
AVT-566	Procesor audio z wejściem S/PDIF (EP 3-4/2004)
AVT-5084	Audiofiolki przetwornik C/A Audio (EP 10-11/2002)
AVT-5082	Cyfrowy procesor dźwięku (EP 9/2002)
AVT-244	Procesor dźwięku z układem LM1036 (EP 8/1996)
AVT-196	Procesor audio na układzie TDA1524A (EP 2/1995)

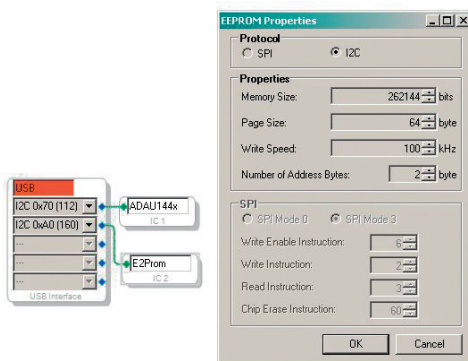
* Uwaga:
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku pdf
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wylutowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf
AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>



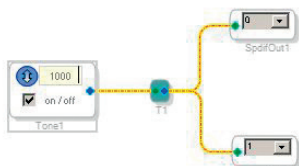
Rysunek 3. Schemat montażowy modułu/płytki uruchomieniowej Mega DSP



Rysunek 4. Podstawowa konfiguracja modułu Mega DSP



Rysunek 5. Konfiguracja pamięci EEPROM

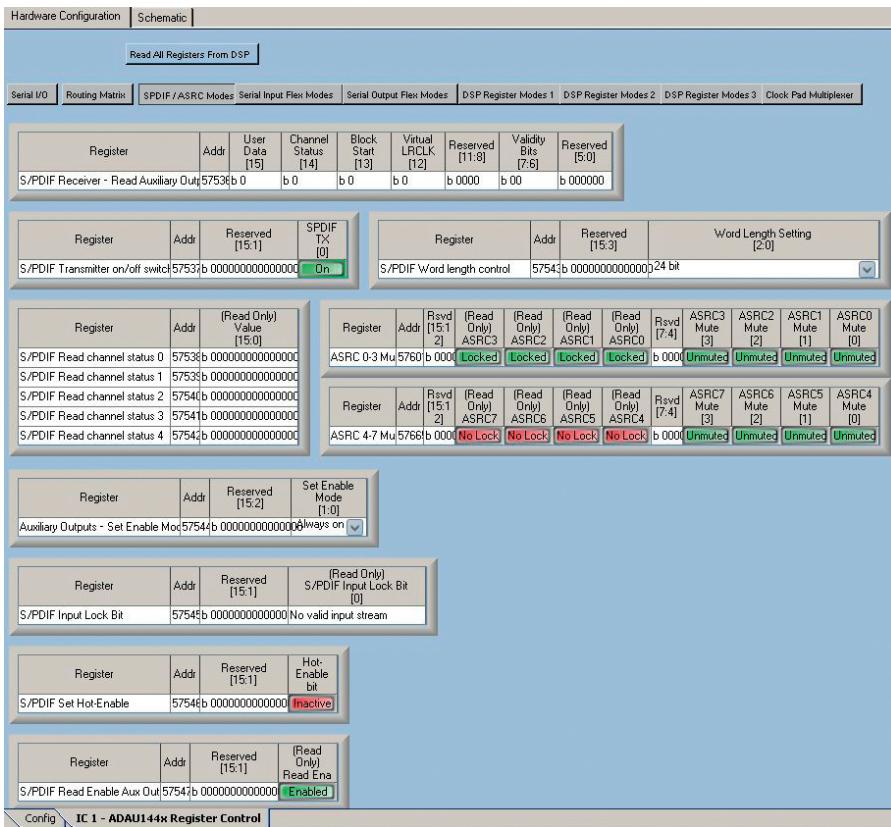


Rysunek 6. Schemat aplikacji testowej

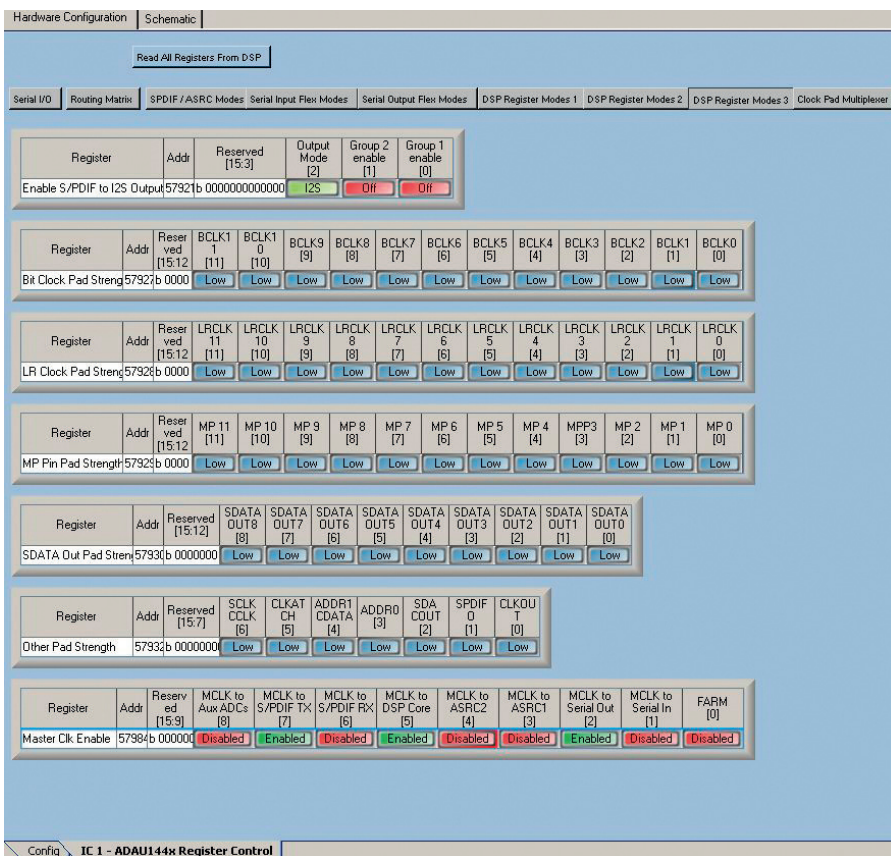
Selfboot), w zależności od aplikacji. Moduł wymaga zasilania ze źródła o wydajności 5 V/500 mA doprowadzonego do złącza I²C (z zasilacza zewnętrznego w docelowej aplikacji lub z programatora USBi podczas testowania oprogramowania).

Po poprawnym montażu należy sprawdzić obecność napięć zasilających 3,3 V i 1,8 V oraz obecność sygnału zegarowego na złączu CLK0. Jeżeli wszystko jest w porządku można przejść do uruchomienia Sigma Studio w celu przygotowania aplikacji testowej.

Do zaprogramowania ADAU144x konieczny jest interfejs USBi lub programator pamięci EEPROM (tylko w trybie Selfboot,



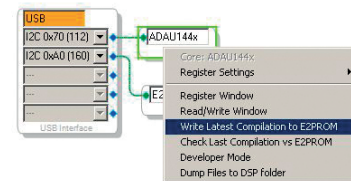
Rysunek 7. Konfiguracja interfejsu SPDIF



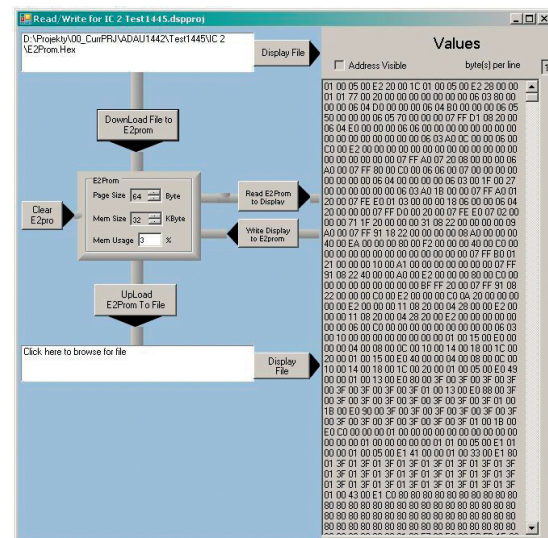
Rysunek 8. Konfiguracja taktowania ADAU144x

rozwiązanie niewygodne, ale najtańsze). Po uruchomieniu środowiska w okienku konfiguracji, w obszar roboczy musimy przeciągnąć, połączyć i skonfigurować elementy USB, ADAU144x oraz E2PROM, zgodnie z rysunkiem 4.

W zależności od zastosowanej pamięci EEPROM (w modelu 24FC/LC256), jest konieczne określenie jej wewnętrznej konfiguracji za pomocą zakładki IC2-E2Prom/Properties (rysunek 5). Należy określić wielkości pamięci, rozmiaru bloku oraz częstotliwości magistrali I²C



Rysunek 9. Programowanie pamięci EEPROM za pomocą programatora USB



Rysunek 10. Ekran programu umożliwiającego zapis pamięci przez I²C

(dostępne od wersji 3.9 Sigma Studio), w przeciwnym wypadku programowanie EEPROM może być niemożliwe lub nieprawidłowe.

W roli aplikacji testowej wykorzystany generator sygnału sinusoidalnego 1 kHz, ale wykorzystujący jako wyjście interfejs SPDIF (jest to blok niewystępujący w ADAU1701). Schemat blokowy aplikacji przedstawia rysunek 6. Konieczne jest ustawienie częstotliwości próbkowania na 44,1 kHz (kwarc 11,2896 MHz, fs×256). Teraz jest wymagane skonfigurowanie zegarów oraz interfejsu SPDIF procesora ADAU1442 (w modelu zastosowano tańszy ADAU1445, lecz nie ma to wpływu na działanie aplikacji testowej) zgodnie z rysunkiem 7 i rysunkiem 8.

Po zapisaniu i skompilowaniu projekt jest gotowy do zaprogramowania pamięci EEPROM (plik *.hex w katalogu IC2 projektu), sprawdzenia w czasie rzeczywistym za pomocą USBi lub zaprogramowania pamięci EEPROM poprzez USBi (rysunek 9 i rysunek 10).

Poprawność zaprogramowaniu warto sprawdzić za pomocą opcji „Check last compilation vs E2PROM”. Po wyłączeniu zasilania można układ podłączyć do zewnętrznego przetwornika C/A, a jego wyjścia audio – uwaga na poziom sygnału, koniecznie należy wyciszyć wzmacniacz przed testem – do wzmocnienia. Po włączeniu zasilania powinny być słyszalne sinus 1 kHz w obu kanałach C/A. A skoro wszystko działa, to MEGA DSP można poddać znacznie bardziej wymagającym testom....

Adam Tatuś, EP