

# DSP dla każdego (2)

## Zestaw z ADAU1701

**AVT**  
**5403/2**

*Aby ułatwić uruchamianie modułu STK\_ADAU1701 opisanego w poprzedniej części artykułu (EP 7/2013) opracowano płytkę bazową umożliwiającą wygodne podłączenie DSP w realny tor audio i przetestowanie jego możliwości pod kontrolą oprogramowania Sigma Studio.*

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

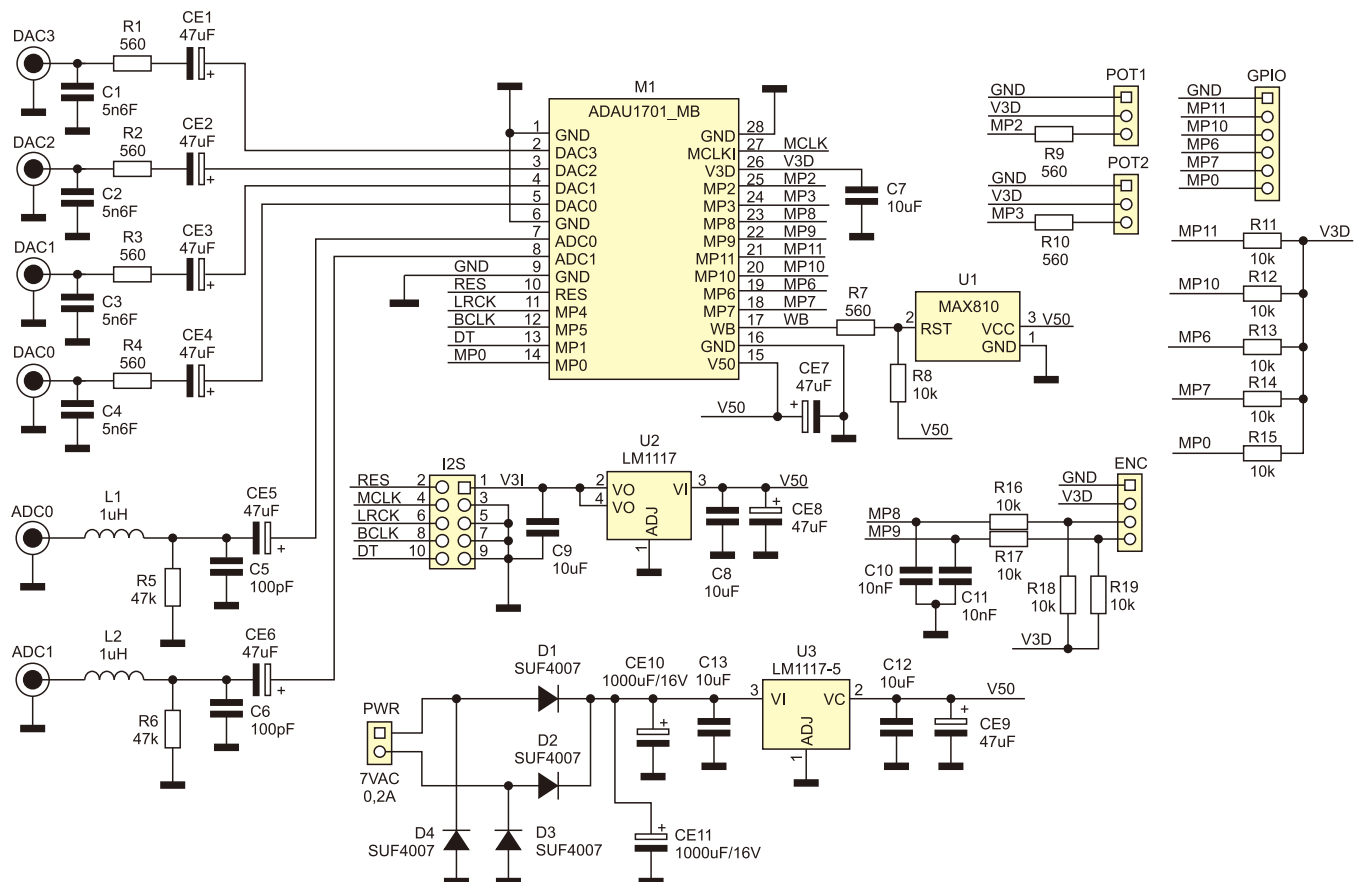
Schemat płytki bazowej ADAU1701\_CNB pokazano na **rysunku 1**. Umożliwia ona:

- zasilanie modułu ADAU1701\_MB,
- podłączenie sygnałów wejściowych i wyjściowych poprzez gniazda RCA,
- filtrację bierną sygnałów ADC/DAC,

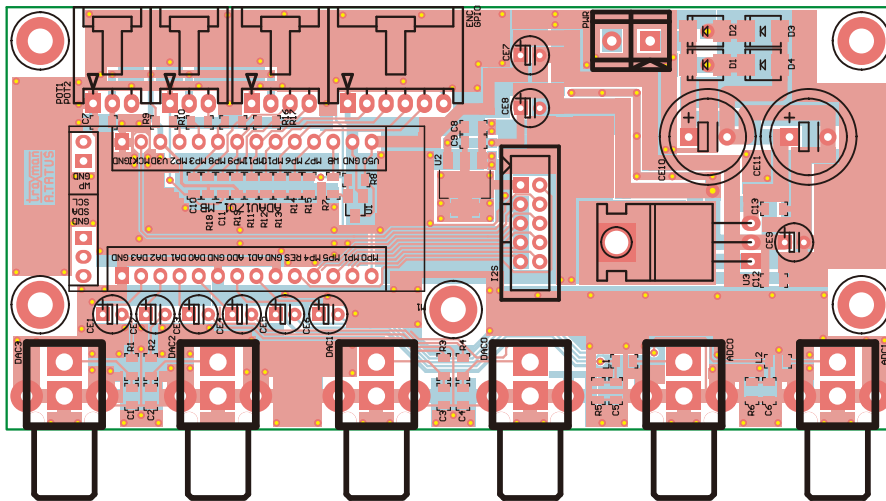
- dołączenie poprzez dedykowane złącze odbiornika SPDIF lub zewnętrznego A/C z interfejsem I<sup>2</sup>S (ze względu na możliwość przenikania zaburzeń płytka ma wydzielony zasilacz dla modułu I<sup>2</sup>S),
- dołączenie do portów GPIO poprzez złącza: potencjometru, enkodera i sygnałów cyfrowych GPIO.
- generowanie sygnału WB (Write Back) dla zapisu parametrów ADAU do pamięci nielotnej po zaniku napięcia zasilania. Moduł jest zasilany napięciem przemiennym 7...9 V/200 mA poprzez złącze PWR. Po wyprostowaniu, odfiltrowaniu oraz stabilizacji poprzez U3 otrzymujemy napięcie 5 V dla modułu M1 (STK\_ADAU1701, opis w EP 7/2013). Układ generowania sygnału zerowania U1 (MAX810) wytwarza podczas zaniku zasilania 5 V narastające zbocze sygnału WB umożliwiające zapisanie przez ADAU1701 parametrów do zewnętrznej pamięci EEPROM. Sygnały wejściowe ADC0/1 poprzez filtry biernie złożone z cewki L1, rezystora R5 i kondensatora C5 oraz przez kondensator CE6 separujący składowa stała doprowadzone są do wejść A/C modułu M1. Sygnały

wyjściowe DAC0...DAC3, także po filtracji bierniej za pomocą rezystora R4 i pojemności C4 oraz odseparowaniu składowej stałej za pomocą pojemności CE4, doprowadzone są do gniazd wyjściowych DAC0...DAC3. Złącze I<sup>2</sup>S umożliwia doprowadzenie sygnałów wejściowych z odbiornika SPDIF lub zewnętrznego przetwornika A/D. Sygnały muszą być zgodne z 3,3 V. W wypadku współpracy z wejściem I<sup>2</sup>S, układ ADAU1701 nie jest taktowany kwarem XT1, ale zewnętrznym sygnałem MCLK i jest konieczne przelutowanie zwory OSC w module MB oraz ewentualne skonfigurowanie mnożnika M0/M1 w zależności od częstotliwości próbkowania sygnału wejściowego I<sup>2</sup>S. Stabilizator U2 dostarcza napięcia 3,3 V przeznaczonego dla I<sup>2</sup>S.

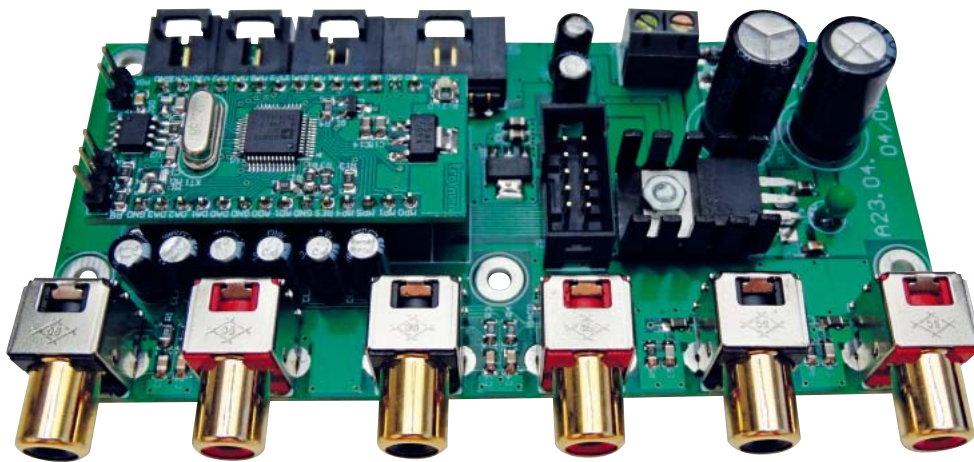
Układ ADAU1701 dla ułatwienia sterowania w przypadku, gdy pracuje samodzielnie, jest wyposażony w uniwersalne GPIO. Płytkę bazową jest wyposażona w specjalne złącza POT1/POT2 do dołączenia potencjometrów 10 kΩ (regulacja i sterowanie analogowe, np. głośność). Złącze ENC umożliwia dołączenie enkodera cyfrowego.



Rysunek 1. Schemat ideowy płytki bazowej ADAU1701\_CNB



Rysunek 2. Rozmieszczenie elementów ADAU1701\_CNB

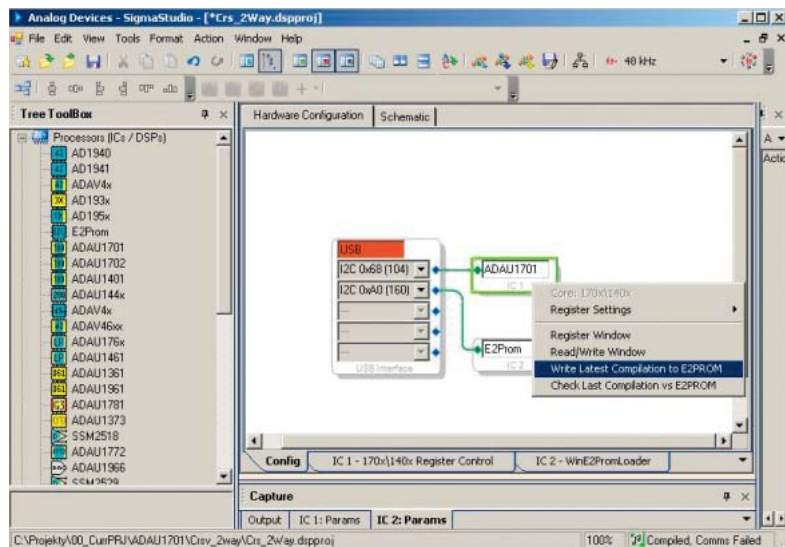


Fotografia 3. Zmontowany ADAU1701\_CNB

**Wykaz elementów**

- Rezystory:** (SMD 0805)  
 R1...R4, R7, R9, R10: 560 Ω (1%)  
 R5, R6: 47 kΩ (1%)  
 R8, R11...R19: 10 kΩ (1%)
- Kondensatory:** (SMD 0805, 5%)  
 C1...C4: 5,6 nF  
 C5, C6: 100 pF  
 C7...C9, C12, C13: 10 μF  
 C10, C11: 10 nF  
 CE1...CE9: 47 μF (elektrolit., LOW ESR, Audio)  
 CE10, CE11: 1000 μF/16 V (elektrolit. LOW ESR)
- Półprzewodniki:**  
 D1...D4: SUF4007 (diody szybkie SMD)  
 U1: MAX810 (SOT-23)  
 U2: LM1117-3.3 (SOT-223)  
 U3: LM1117-5 (TO-220H)
- Inne:**  
 ADC0, ADC1, DAC0...DAC3: gniazdo RCA  
 CC134 do druku  
 ENC: złącze EH 4-pin  
 GPIO: złącze EH 6-pin  
 I2S: złącze IDC10  
 L1, L2: dławik SMD 1 μH/250 mA  
 M1: zmontowany moduł ADAU1701\_MB (opis w EP 7/2013)  
 POT1, POT2: złącze EH 3-pin  
 PWR: złącze ARK2/5 mm

Rezystory R16 i R19 oraz kondensatory C10 i C11 zapewniają polaryzację, i filtrowanie wstępne sygnałów enkodera. Pozostałe sygnały doprowadzone są do złącza GPIO i można wykorzystać je do odczytu przełączników, wystawienia LED lub wprowadzenia wyjściowych sygnałów I2S



Rysunek 4. Schemat połączeń

**W ofercie AVT\***  
**AVT-5403 A**  
**Podstawowe informacje:**

- Płytką bazową dla modułu ADAU1701 opisanego w EP 7/2013.
- Umożliwia łatwe zapoznanie się z podstawowymi funkcjami DSP.
- Programowanie za pomocą SigmaStudio.
- Zasilanie ~9...12 V/200 mA.

**Dodatkowe materiały na CD lub FTP:**  
[ftp://ep.com.pl](http://ep.com.pl), user: 62828, pass: 18ofqn10

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

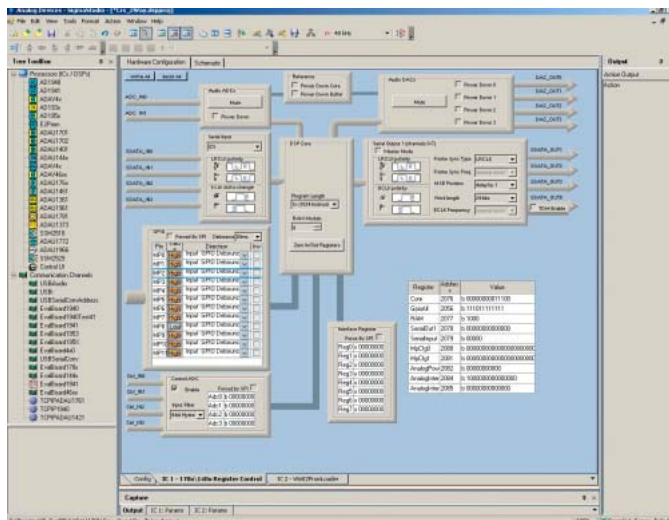
**Projekty pokrewne na CD/FTP:**  
 (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- 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 Audiofilów (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 Audiofilski przetwornik C/A (EP 2/2005)
- AVT-566 Procesor audio z wejściem S/PDIF (EP 3-4/2004)
- AVT-5084 Audiofilski 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)

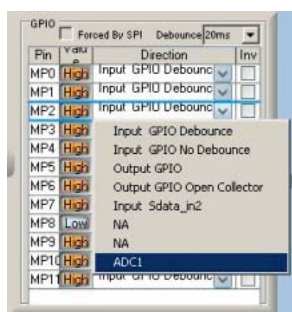
\* Uwaga: Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:  
 AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.  
 AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.  
 AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.  
 AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf 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://isklep.avt.pl>

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

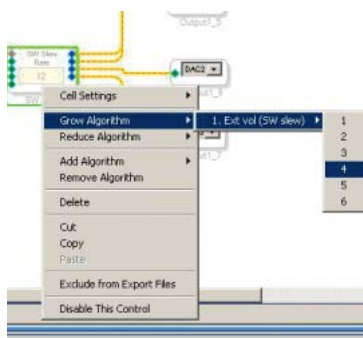




Rysunek 5. Konfiguracja sprzętu w Sigma Studio



Rysunek 6. Konfiguracja wewnętrzna ADAU1701



Rysunek 7. Konfiguracja GPIO

do nadajnika SPDIF lub zewnętrznego C/A. Należy tylko pamiętać o napięciu wyjściowym wynoszącym 3,3 V. Szczegółowy opis użycia GPIO wraz z odpowiednimi przykładami jest zamieszczony w nocie aplikacyjnej firmy Analog Devices AN-951.

Moduł bazowy jest zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów pokazano na **rysunku 2**. Montaż jest typowy i nie wymaga opisu, a uruchomienie sprowadza się do sprawdzenia obecności napięć zasilania. Zmontowany ADAU1701\_CNB pokazano na **fotografii 3**.

### Programowanie modułu

Uruchomiony moduł gotowy jest do oprogramowania za pomocą Sigma Studio. Przed rozpoczęciem pracy należy zarejestrować się na stronie Analog Devices w celu pobrania najnowszej wersji oprogramowania oraz otrzymania kodu aktywacyjnego. Po zainstalowaniu oprogramowania i uruchomieniu należy założyć i zapisać w wybranym katalogu nowy projekt. Uproszczony opis obsługi programu Sigma Studio zostanie przedstawiony na podstawie aplikacji dwudrożnej, stereofonicznej zwrotnicy LR-4, z ustalonym podziałem i regulacją głośności wspólną dla wszystkich kanałów.

Pierwszym krokiem jest konfiguracja sprzętowa układu. Z ToolBox'a należy wybrać układ ADAU1701, pamięć EEPROM oraz programator USBi przeciągając je w obszar roboczy i łącząc je zgodnie z **rysunkiem 4**. W bloku programatora można wybrać adresy magistrali I<sup>2</sup>C ADAU (0x68) i EEPROM (0xA0). Używając programatora USBi należy jedynie uważać na adres wewnętrznej pamięci konfiguracji programatora, ponieważ nie ma ona zabezpieczenia przez zapisem i jakkolwiek pomyłkowy zapis do niej spowoduje unieruchomienie programatora i konieczność odesłania go do serwisu AD.

W głównym menu należy ustawić częstotliwość próbkowania na 48 kHz (kwarc 12,288 MHz, M0=GND, M1=3,3 V). Drugim

REKLAMA

krokiem jest skonfigurowanie układu ADAU1701 za pomocą zakładki *Register Control* (rysunek 5). Zakładka ta umożliwi konfigurację bloków funkcjonalnych, sposobu przepływu strumienia sygnału oraz funkcji GPIO. Konfigurację dla przykładowej aplikacji przedstawiono na rysunku 6. Załączone są bloki A/C oraz C/A, ustawienia I<sup>2</sup>S są domyślne. Dla współpracy z potencjometrem POT1 jest konieczne skonfigurowanie wyprowadzenia MP2 bloku GPIO jako ADC1, zgodnie z rysunkiem 7.

Skonfigurowaliśmy sprzęt dla przykładowego projektu. Można przejść do narysowania schematu zwrótnicy. W tym celu wybieramy zakładkę *Schematic*. W menu *ToolBox* w zakładce ADAU1701 pojawi się lista gotowych bloków funkcjonalnych możliwych do wykorzystania w przypadku tego typu procesora. Z folderów ADAU1701 IO/ należy wybrać bloki obsługujące wejścia, wyjścia i GPIO. Z zakładki *Filters/Crossover/DoublePrecision/2-Way/Crossover* blok zwrótnicy dwudrożnej oraz z zakładki *VolumeControls/Adjustable Gain/ExtControl/ClicklessSWSlew* blok regulacji wzmocnienia.

Dla każdego bloku funkcjonalnego jest dostępna (zaznaczenie bloku +F1) krótka pomoc ułatwiająca jego skonfigurowanie. W wypadku bloków, które obsługują więcej niż jeden kanał (np. regulacja głośności) jest możliwe zwiększenie lub zmniejszenie liczby obsługiwanych kanałów poprzez zaznaczenie bloku i kliknięcie prawym przyciskiem myszy (rysunek 8). Kompletny schemat przykładowej zwrótnicy przedstawia rysunek 9. Pozostaje konfiguracja podziału pasma częstotliwości, oczywiście pod kątem własnego rozwiązania (rysunek 10).

Po kliknięciu ikonki na bloku filtra otwiera się graficzne menu umożliwiającej skonfigurowanie układu, wybór topologii oraz parametryzację częstotliwości podziału. Oczywiście w przykładzie należy skonfigurować oba bloki filtrów kanałowych.

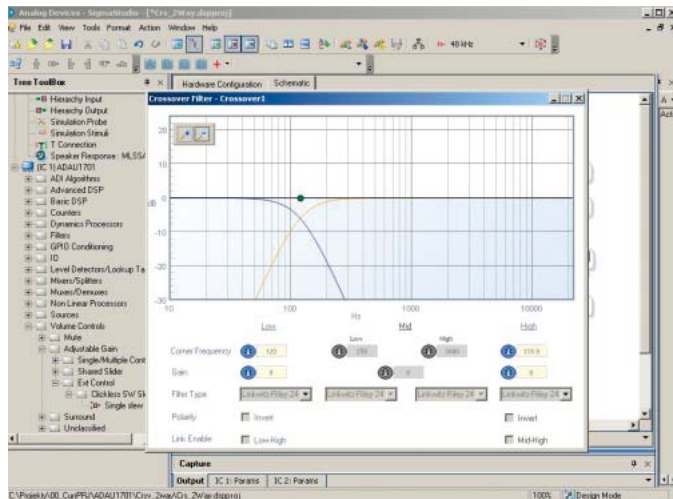
Po połączeniu wszystkich elementów zgodnie ze schematem z rys. 9. projekt jest gotowy do skompilowania. Z menu wybieramy *Action/Link-Compile-Download* (F7). Jeżeli kompilator nie zgłosi błędów, to za pomocą programatora USBI podłączonego do złącza I<sup>2</sup>C oraz po założeniu zwory PGM wprowadzającej ADAU1701 w tryb programowania jest możliwe załadowanie programu i konfiguracji do pamięci EEPROM.

Zakładam jednak, że nie dysponujemy USBI i do zaprogramowania ADAU1701 użyjemy zewnętrznego programatora EEPROM. Konieczne jest wygenerowanie pliku \*.hex z zawartością EEPROM. Można to zrobić poprzez wybór zakładki *Config* (rysunek 11), zaznaczenie procesora ADAU1701 i wybór z menu podręcznego opcji *WriteLatestCompilationtoEEPROM*. Po wygenerowaniu plik \*.hex znajduje się w podkatalogu IC2 naszego projektu i jest gotowy do zaprogramowania pamięci zewnętrznym programatorem.

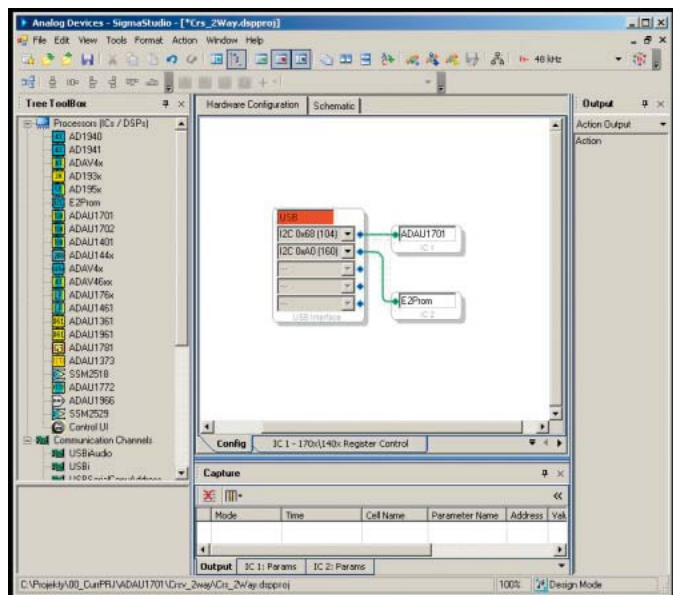
Pamięć I<sup>2</sup>C może być zaprogramowana bezpośrednio w module, gdyż po zwarcie sygnału PGM - ADAU1701 ustawia wyjścia magistrali I<sup>2</sup>C w stan wysokiej impedancji, nie powodując zakłóceń w programowaniu.

Po zaprogramowaniu moduł można podać testom w aplikacji...

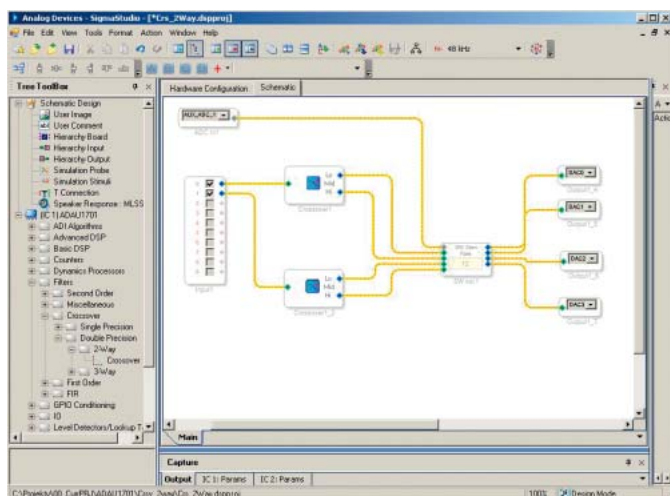
Adam Tatuś, EP



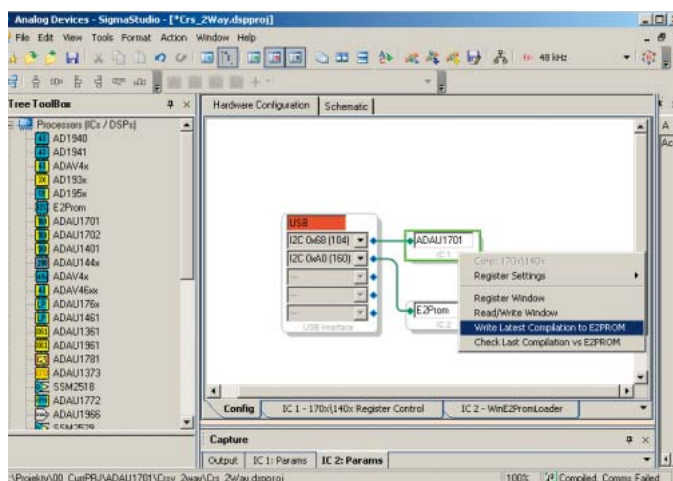
Rysunek 9. Schemat zwrótnicy dwudrożnej



Rysunek 10. Konfiguracja filtra zwrótnicy



Rysunek 8. Konfiguracja bloków wielokanałowych



Rysunek 11. Generowanie zawartości EEPROM