

# AudioDSP zestaw z procesorem Sigma DSP ADAU1701

Na łamach EP opublikowany został cykl artykułów w formie kursu o procesorach Sigma DSP od Analog Devices. W ofercie sklepu Kamami dostępny jest zestaw uruchomieniowy AudioDSP dla procesora tej rodziny typu ADAU1701A. Jest to doskonała platforma uruchomieniowa. Pozwoli poznać możliwości sprzętowe, opanować zasady konfiguracji procesora DSP oraz praktycznie korzystać ze środowiska Sigma Studio.

AudioDSP jest przystępną cenowo platformą sprzętową dla procesora sygnałowego Analog Devices ADAU1701A z rodziny Sigma DSP. Zestaw wraz z programatorem USBi i darmowym środowiskiem Sigma Studio umożliwia obróbkę sygnału audio zarówno ze źródeł analogowych jak i cyfrowych (SPDIF/I<sup>2</sup>S). Modułowa budowa zestawu AudioDSP umożliwia elastyczne dopasowanie zasobów sprzętowych do wymogów aplikacji, ułatwiając szybką rozbudowę funkcjonalną przy zastosowaniu modułów własnego pomysłu lub gotowych z oferty AVT, Kamami czy Digilent.

Wygląd zestawu prezentuje **fotografia 1**. Pełny zestaw składa się z czterech modułów:

- płytki bazowej z procesorem DSP ADAU1701A\_DSP,
- płytki interfejsu użytkownika ADAU1701A\_GPIO,
- płytki interfejsu cyfrowego audio ADAU1701A\_SPDIF (2 sztuki).

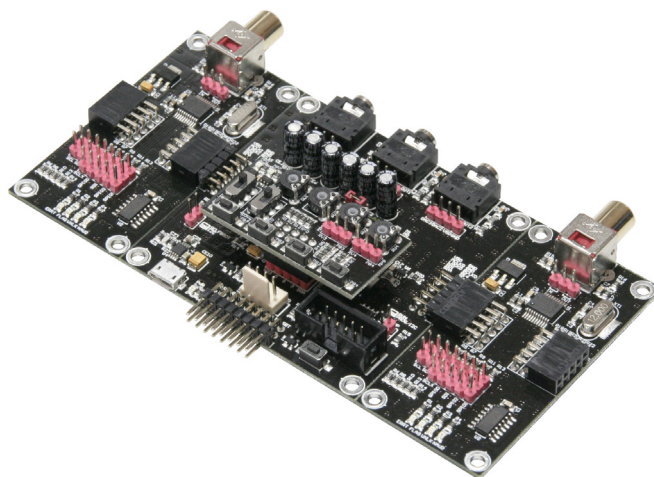
Dla rozpoczęcia pracy z AudioDSP konieczny jest jeszcze programator USBi (**fotografia 2**). Umożliwia on pełną konfigurację sprzętową ADAU1701A, symulację w czasie rzeczywistym oraz programowanie pamięci programu (EEPROM) zestawu oraz konfigurację poprzez magistrale I<sup>2</sup>C układów audio produkowanych przez Analog Devices.

## Procesor

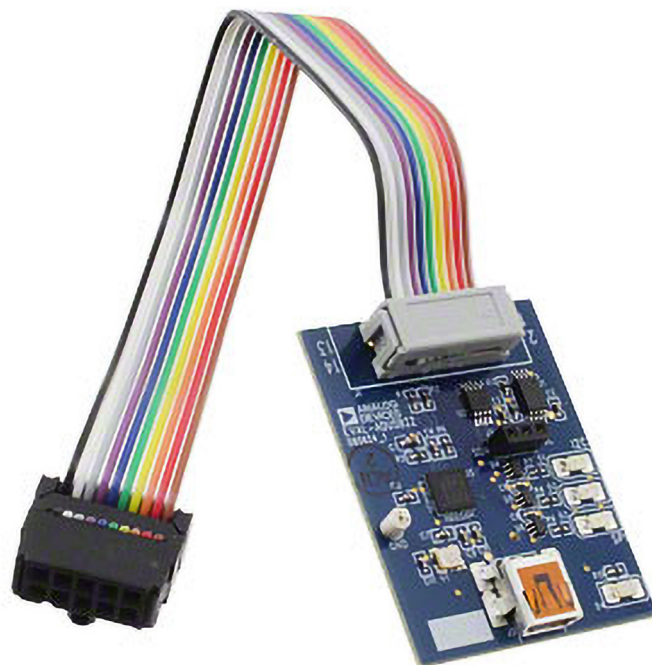
Aby w pełni wykorzystać zestaw AudioDSP konieczne jest zapoznanie się z budową blokową jego serca, czyli procesora DSP. Układ ADAU1701A jest nie tylko procesorem DSP, ale całym zintegrowanym systemem cyfrowej obróbki sygnału audio, wyposażony w przetworniki AD/DA, uniwersalne porty GPIO oraz cyfrowe interfejsy audio. Współpracuje z zewnętrzną pamięcią programu EEPROM I<sup>2</sup>C, dzięki czemu możliwa jest budowa systemu obróbki sygnału audio, bez zewnętrznego procesora sterującego i przy zastosowaniu niewielkiej liczby elementów.

Schemat wewnętrzny układu ADAU1701 pokazano na **rysunku 3**. Jego najistotniejsze cechy to:

- wydajność na poziomie 50 MIPS, 28/56 bitowy rdzeń DSP,
- wbudowany oscylator i konfigurowalny blok PLL,
- obsługa częstotliwości próbkowania do 192 kHz,
- wbudowane dwa przetworniki ADC 24 bitowe (SNR 100 dB),
- wbudowane cztery przetworniki DAC 24 bitowe (SNR 104 dB),
- dwukierunkowy interfejs cyfrowy (8 kanałów), z możliwością elastycznej konfiguracji dwukanałowego cyfrowego interfejsu szeregowego (I<sup>2</sup>S, LJ, RJ) oraz wielokanałowego trybu multiplexowanego czasowo (TDM),
- programowalne GPIO, w tym cztery wejścia analogowe, dla realizacji interfejsów użytkownika, bez konieczności zastosowania procesora zewnętrznego,

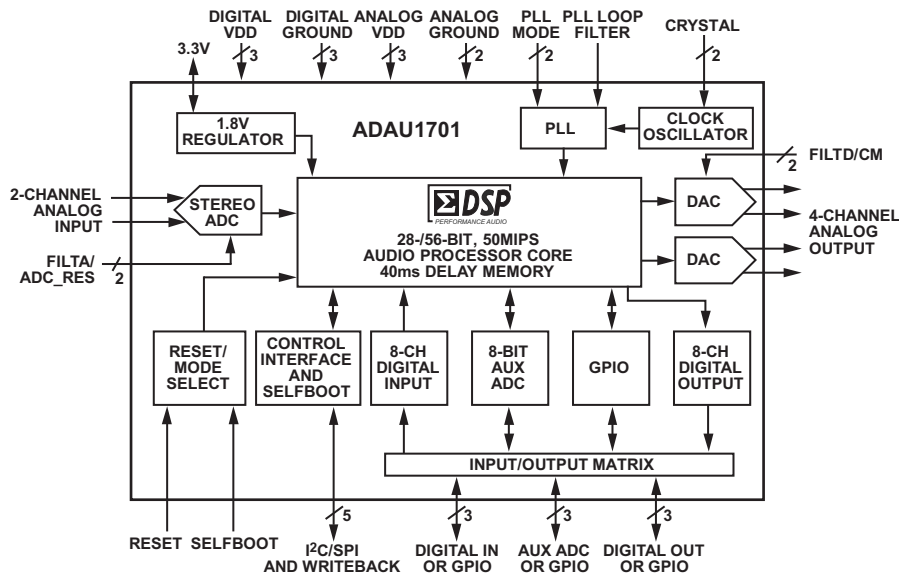


Fotografia 1. Wygląd zestawu AudioDSP

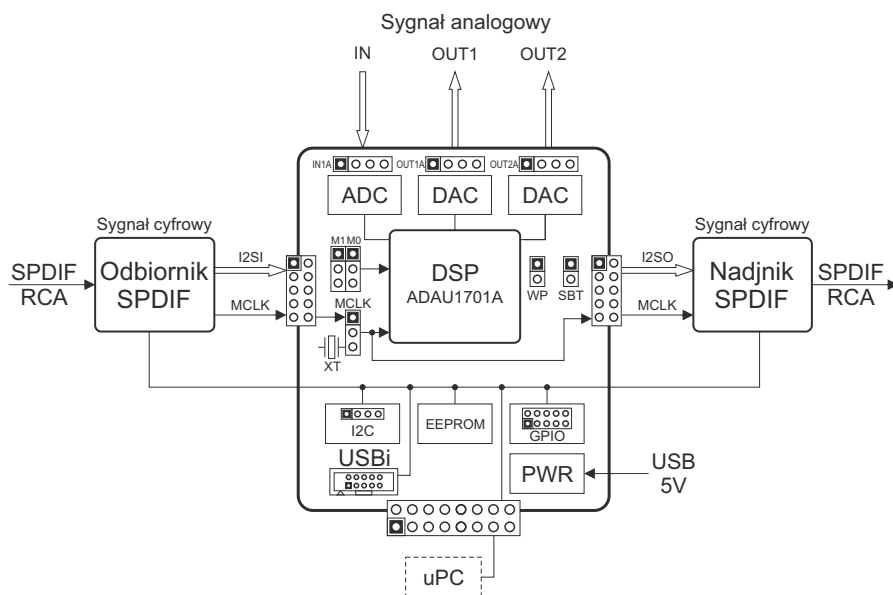


Fotografia 2. Programator USBi

- obsługa zewnętrznej pamięci programu i konfiguracji I<sup>2</sup>C EEPROM,
- możliwa samodzielna praca DSP (tryb *SELFBOT*), bez zewnętrznego procesora sterującego,
- tryb *WriteBack*, umożliwiający zachowanie parametrów aplikacji DSP w pamięci EEPROM przy pracy samodzielnej, podczas zaniku zasilania,
- zasilanie 3,3 V, wbudowany stabilizator dla zasilania rdzenia DSP 1,8 V,
- konfiguracja i programowanie za pomocą intuicyjnego graficznego środowiska Sigma Studio.



Rysunek 3. Schemat blokowy ADAU1701A

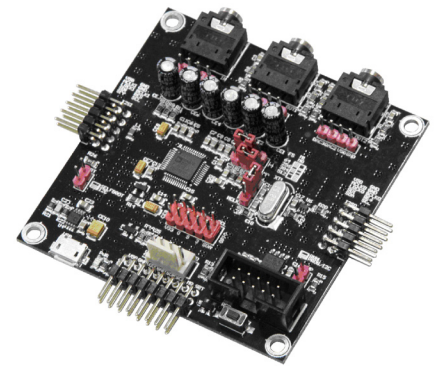


Rysunek 4. Schemat blokowy zestawu AudioDSP

## Opis elementów zestawu

Schemat blokowy zestawu, ilustrujący przepływ sygnałów audio, sterujących oraz połączenia pomiędzy poszczególnymi modułami przedstawia **rysunek 4**. Podstawą zestawu jest płytka bazowa ADAU1701A\_DSP, której wygląd pokazano na **fotografii 5** a schemat na **rysunku 6**. Umożliwia bezpośrednią obróbkę analogowego sygnału audio z próbkowaniem 44,1 kHz dla wlutowanego rezonatora 11,2896 MHz lub 48 kHz dla rezonatora 12,288 MHz. Zwora MCLK umożliwia wybór źródła taktowania DSP – z wbudowanego rezonatora lub zewnętrznym sygnałem MCLK np. z modułu interfejsu cyfrowego (złącze I2SI). Buforowany sygnał zegarowy MCLK doprowadzony jest na złącze I2SO i można wykorzystać go do taktowania zewnętrznych układów DAC, np. cyfrowych wzmacniaczy mocy, nie posiadających własnego oscylatora. Dwie zwory M0 i M1 ustawiają mnożnik pętli PLL rdzenia DSP.

Płytkę AudioDSP wyposażoną jest w dwa wejścia analogowe (stereo) i cztery wyjścia analogowe (dwa kanały stereo) o poziomie liniowym. Sygnały audio doprowadzone są do DSP poprzez gniazda mini Jack 3,5 mm stereo oraz dodatkowo wraz z zasilaniem 5 VDC wyprowadzone na złącza szpilkowe IN1A, OUT1A, OUT2A. Ułatwia to podłączenie zgodnych modułów rozszerzeń m.in. dla przedwzmacniaczy, mikrofonów MEMS, wzmacniaczy mocy SSM itp.



Rysunek 5. Płytkę bazowa AudioDSP

Wszystkie porty ADAU1701A wyprowadzono na złącza szpilkowe ( $R=2,54$  mm) i pogrupowano funkcjonalnie na port sterujący GPIO, wejście I2SI oraz wyjście I2SO sygnału cyfrowego interfejsu audio.

Płytkę wyposażoną jest w złącze magistrali I<sup>2</sup>C w standardzie 3,3 V, zgodne m.in. z modułem ADUCino360, oraz port UPC udostępniający sygnały niezbędne do sterowania DSP także poprzez zewnętrzny mikrokontroler.

Wbudowana pamięć EEPROM typu 24LC256 przechowuje program i dane aplikacji w trybie samodzielnym (*SELFBOOT*) zwalniając z konieczności sterowania DSP zewnętrznym mikrokontrolerem.

Wszystkie złącza rozszerzeń posiadają wspólną magistralę I<sup>2</sup>C ułatwiającą konfigurowanie DSP oraz współpracujących układów zewnętrznych. Płytkę posiada wbudowany niskoszumny stabilizator 3,3 V typu ADP3338 zasilający procesor ADAU1701A. Napięcie 1,8 V zasilające rdzeń DSP stabilizowane jest w obwodzie tranzystora Q1. Podczas programowania zestaw zasilany jest z programatora USBi. W przypadku pracy samodzielnej w docelowej aplikacji przewidziano dodatkowe

gniazdo zasilające mikro USB (5 V/500 mA lub większej dobranej w zależności od poboru mocy modułów rozszerzeń). Led PWR sygnalizuje obecność zasilania 5 V.

Na płytce znajdują się także dwa obwody pomocnicze. Pierwszy ADM811 generuje sygnał RESET (RES), z możliwością zdalnego wyzwolenia poprzez programator USBi oraz manualnie z przycisku RES. Drugi obwód oparty o ADM812, odpowiada za automatyczne generowanie sygnału *WriteBack* (WB) informującego DSP o zaniku zasilania i uruchamiającego procedurę zapisu parametrów i konfiguracji aplikacji do pamięci nieulotnej EEPROM. Zwory SBT (*Selfboot*) oraz WP (*Write Protect*) konfiguruje tryb pracy DSP.

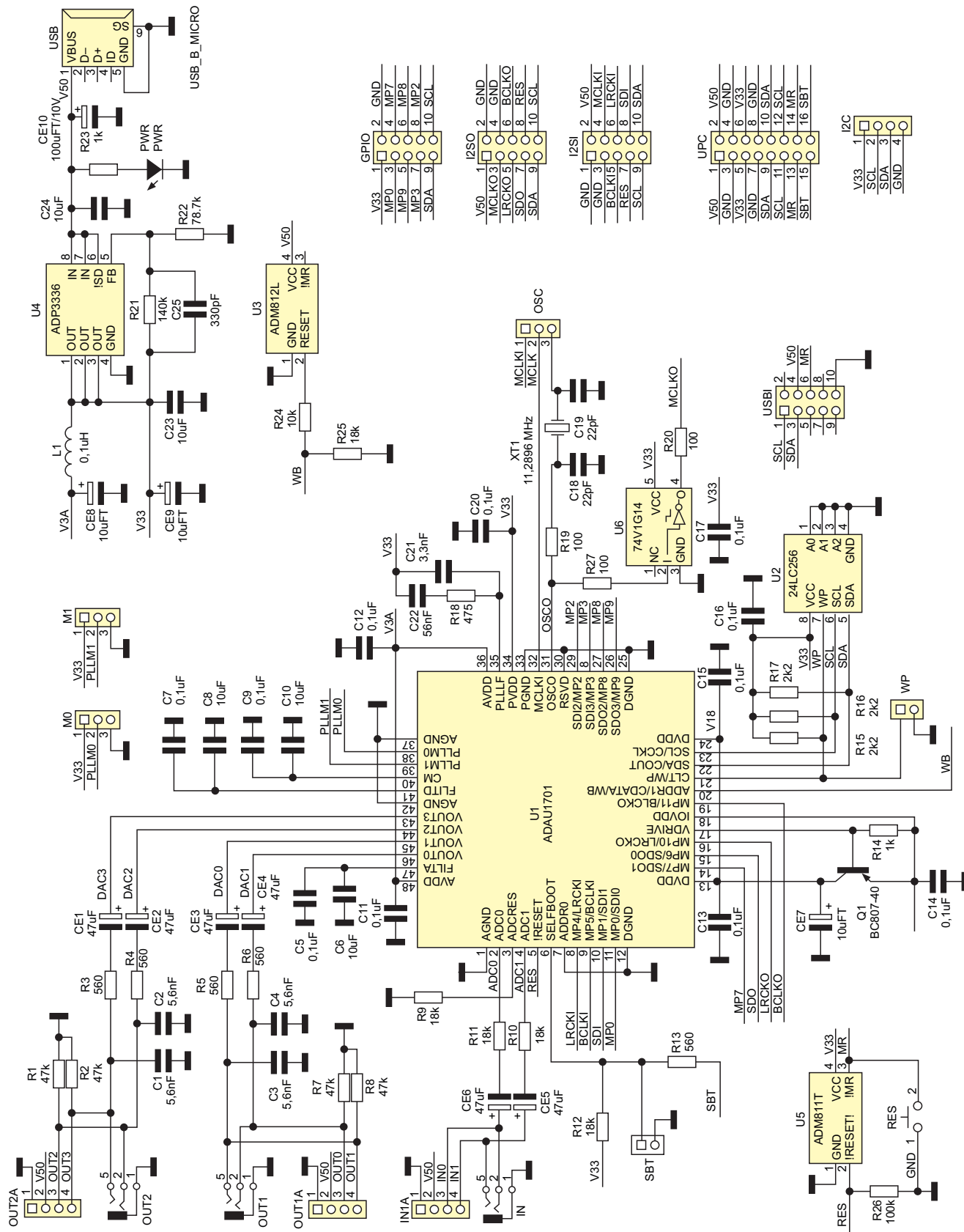
Drugim elementem zestawu jest płytka interfejsu użytkownika – DSP ADAU1701A\_GPIO, której wygląd prezentuje **fotografia 7**. Procesor ADAU1701, posiada programowalne, wielofunkcyjne wyprowadzenia we/wy GPIO umożliwiające sterowanie pracą programu za pomocą zewnętrznych sygnałów analogowych i cyfrowych oraz podstawowe dwustanowe sterowanie układów współpracujących. Pozwala to na rezygnację z zastosowania zewnętrznego procesora sterującego nawet w złożonych aplikacjach.

Płytkę DSP ADAU1701A\_GPIO posiada wbudowane typowe manipulatory GPIO, takie jak cztery przyciski, dwa przełączniki suwakowe, cztery potencjometry oraz dwie buforowane diody LED. Połączenie płytek DSP i GPIO nie wymaga dodatkowych przewodów, płytkę

rozszerzeń GPIO montuje się korzystając z gniazda GPIO, bezpośrednio na płytce bazowej DSP (fotografia 1).

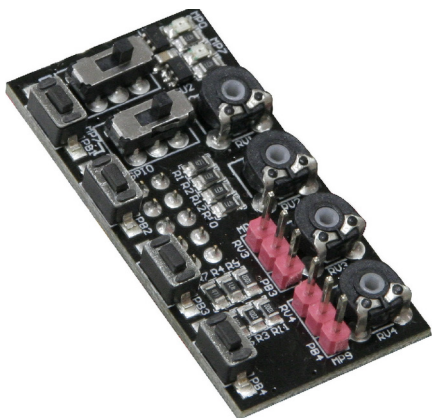
Schemat płytki pokazano na **rysunku 8**. Potencjometry RV1, RV2 podłączone są na stałe do wyprowadzeń GPIO2 i 3. Potencjometry RV3, RV4 współdzielą porty MP8 i 9 z przyciskami chwilowymi PB3 i 4, wybór aktywnej funkcji możliwy jest zworami MP8 i 9. Porty MP0 i 1 połączone są z przyciskami chwilowymi PB1

i PB2 z równolegle połączonymi przełącznikami suwakowymi SW1 i SW2. Porty MP0 i 1 wyposażone są także w diody LED sygnalizujące ich stan, gdy pracują jako wyjścia. Bufory są niezbędne, gdyż wydajność prądowa ADAU1701 jest niewielka, koniecznie trzeba o tym pamiętać w przypadku używania wyjść GPIO we własnej aplikacji. Szeregowe rezystory 470 Ω chronią przed skutkami błędnej konfiguracji. Wyprowadzenia GPIO pracują w standardzie

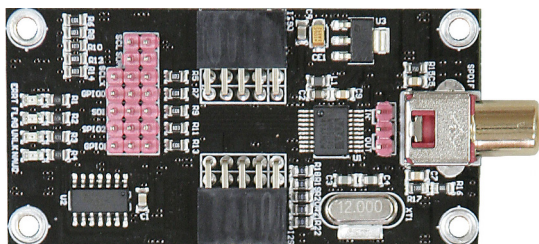


Rysunek 6. Schemat płytki bazowej AudioDSP





Fotografia 7. Płytki interfejsu użytkownika

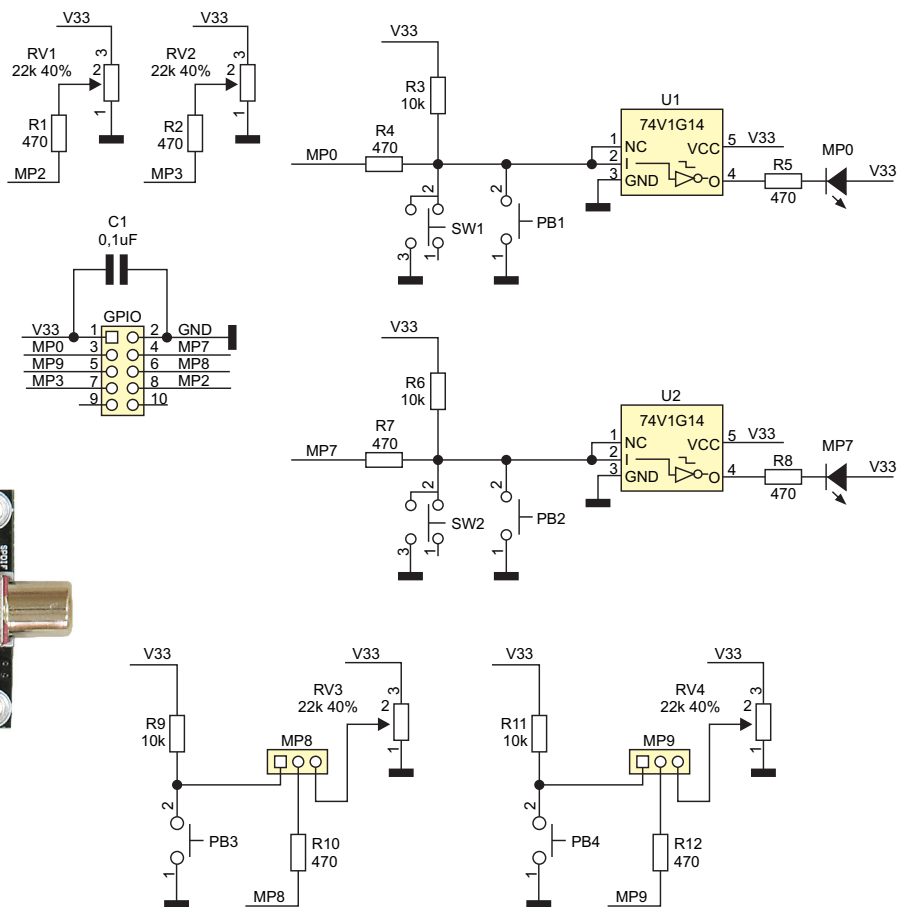


Fotografia 9. Płytki interfejsu cyfrowego

napięciowym 3,3 V, przekroczenie tego napięcia trwale uszkodzi procesor.

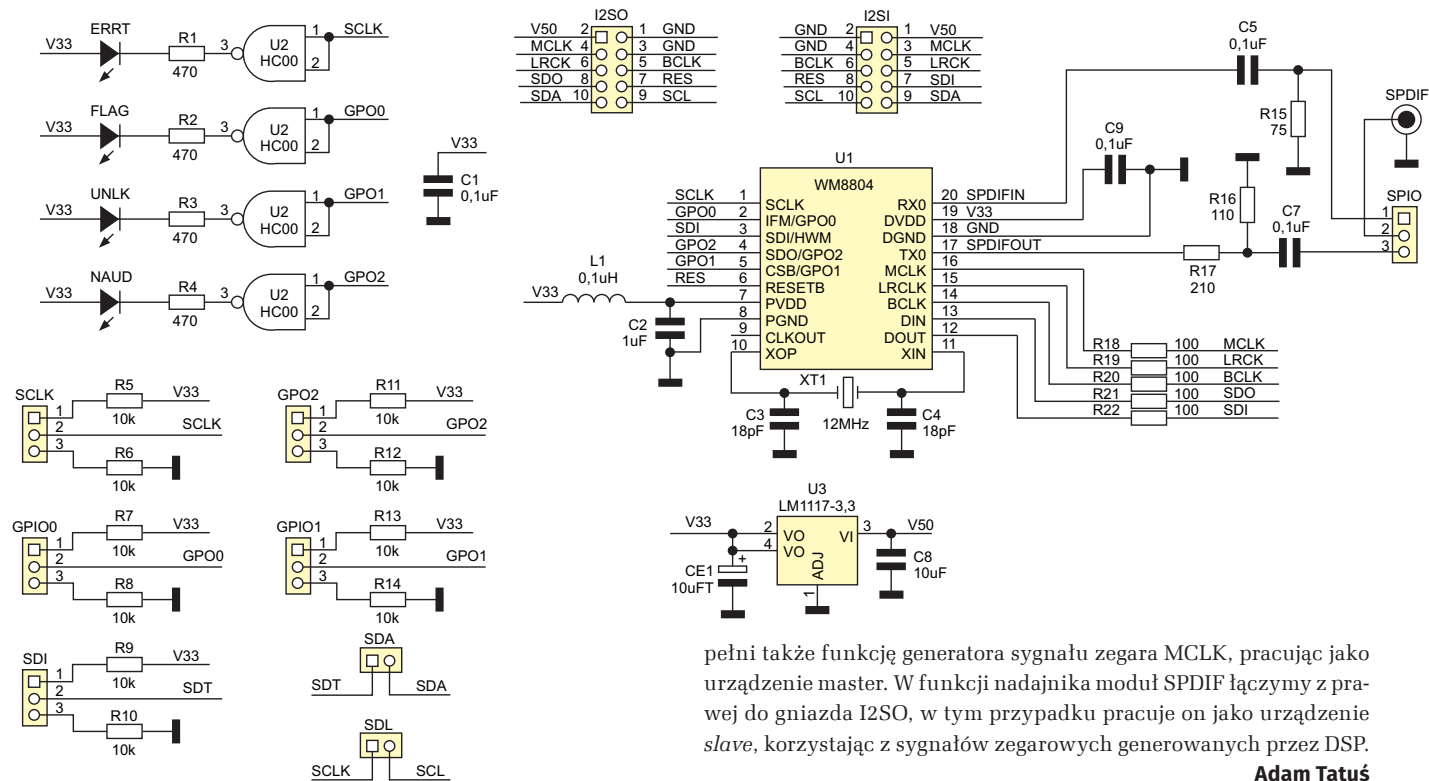
Trzecią i ostatnią płytką zestawu jest płytka interfejsu ADAU1701\_SPDIF (2 sztuki), której wygląd prezentuje **fotografia 9**. Płytką powstała, aby umożliwić bezpośrednią obróbkę sygnału cyfrowego w standardzie SPDIF (ADAU1701A nie posiada wbudowanego interfejsu SPDIF). Schemat modułu pokazano na **rysunku 10**.

Moduł jest konfigurowalny i realizuje funkcje odbiornika lub nadajnika. Bazuje na popularnym układzie WM8804. Zwory konfiguracyjne umożliwiają wprowadzenie WM8804 w tryb pracy samodzielnej



Rysunek 8. Schemat płytki interfejsu użytkownika

lub konfigurowanej przez I<sup>2</sup>C, określają standard transmisji szeregowej oraz konfiguruje tryb odbiornik-nadajnik SPDIF. Diody LED sygnalizują aktualny status WM8804. Po konfiguracji modułu SPDIF w funkcji odbiornika podłączamy go z lewej strony DSP (gniazda w/wy na górnej krawędzi) do złącza I2SI płytki DSP. W tym przypadku



Rysunek 10. Schemat płytki interfejsu cyfrowego

pełni także funkcję generatora sygnału zegara MCLK, pracując jako urządzenie master. W funkcji nadajnika moduł SPDIF łączymy z prawej do gniazda I2SO, w tym przypadku pracuje on jako urządzenie *slave*, korzystając z sygnałów zegarowych generowanych przez DSP.

Adam Tatus  
adam.tatus@ep.com.pl