

Przedwzmacniacz mikrofonowy z procesorem DSP typu ADAU1772

Zastosowanie procesora DSP w przedwzmacniaczu mikrofonowym daje możliwość szeroko rozumianej korekty dźwięku, a w tym zmiany pasma przenoszenia, filtrowania niepożądanych składowych, miksowania sygnałów oraz ograniczania poziomu. Na otrzymywany na wyjściu sygnał można wpływać programowo, nie do poznania zmieniając głośność użytkownika.

Rekomendacje: przedwzmacniacz oprócz podstawowej funkcjonalności, może być bazą dla układów formowania wiązki z dwóch mikrofonów, eksperymentów z aktywnym tłumieniem zaburzeń, budowy mikrofonu z blokadą szumów lub mikrofonu stereofonicznego.

Na łamach „Elektroniki Praktycznej” opisywałem kilka przedwzmacniaczy mikrofonowych. W tym projekcie pierwszy raz do obróbki sygnału z mikrofonu zastosowałem procesor sygnałowy typu ADAU1772. Jest on dobrze znany czytelnikom chociażby z lektury artykułów lub projektu PicoDSP.

Wykaz elementów:

Rezystory: (SMD 0805, 1%)

R1, R7, R12: 100 Ω
R2, R5, R10: 10 kΩ
R3, R4, R8, R9: 2,2 kΩ
R6, R11: 47 kΩ

Kondensatory: (SMD 0805)

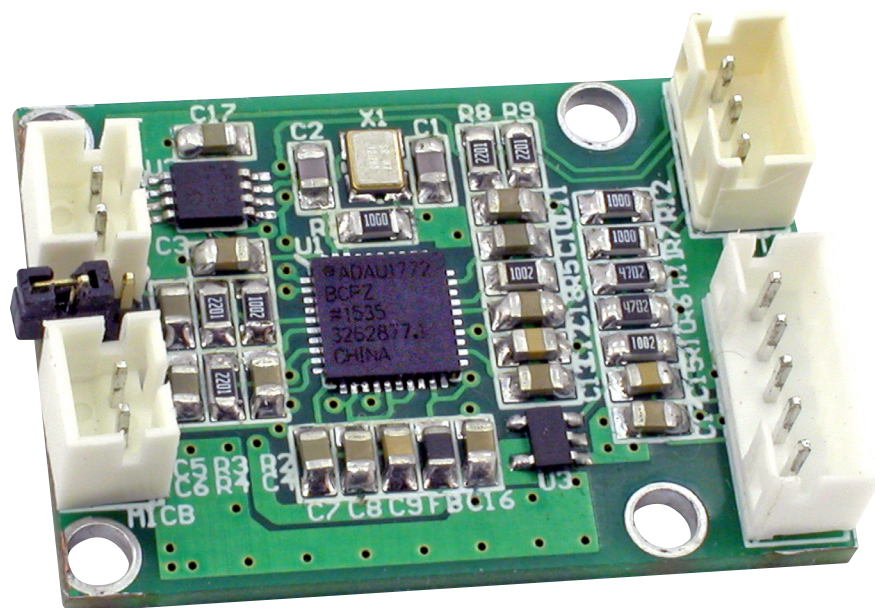
C1, C2: 22 pF
C3, C4, C8, C11, C13, C14, C16, C18: 2,2 μF
C5..C7, C9, C10, C12, C15, C17: 100 nF

Półprzewodniki:

U1: ADAU1772BCPZ (LFCSP40)
U2: 24LC32A (MSOP8)
U3: ADP160AUJZ-3.0 (SOT-23-5)

Inne:

FB: 1 μH (dławik 1 μH/150 mA, SMD 0805)
MICA, MICB, OUT, PWR: złącze JST R=2 mm, proste
SB: złącze SIP2, R=2 mm + zwora
X1: rezonator kwarcowy 12,288 MHz



Procesor ADAU1772

Procesor jest kompletnym systemem audio typu SoC (rysunek 1). Zintegrowano w nim nie tylko rdzeń DSP, ale także kodek audio z przedwzmacniaczami, blokami programowalnego wzmocnienia PGA oraz pomocniczymi modułami peryferyjnymi, takimi jak np. obwody polaryzacji mikrofonów pojemnościowych. Układ ADAU1772 jest przeznaczony głównie do aplikacji mobilnych, w których jest niezbędna podstawowa obróbka sygnału audio, taka jak: korekta pasma przenoszenia, filtrowanie zaburzeń, miksowanie oraz ograniczanie poziomu sygnału audio. Opisany przedwzmacniacz może być bazą testową dla układów formowania wiązki z dwóch mikrofonów (Beam-Forming), eksperymentów z aktywnym tłumieniem zakłóceń, budowy mikrofonu z aktywnym tłumieniem szumów (Active Noise Cancellation) lub mikrofonu stereofonicznego. Takich możliwości nie ma żaden z modułów przeznaczonych do współpracy z mikrofonem.

Przedwzmacniacz mikrofonowy z procesorem DSP, którego schemat ideowy zaprezentowano na rysunku 2, opracowano jako uniwersalny blok funkcjonalny. Współpracuje z dwoma typowymi, miniaturowymi mikrofonami pojemnościowymi i ma dwa wyjścia liniowe. Ze względu na niewielki pobór mocy moduł może być zasilany

REKLAMA

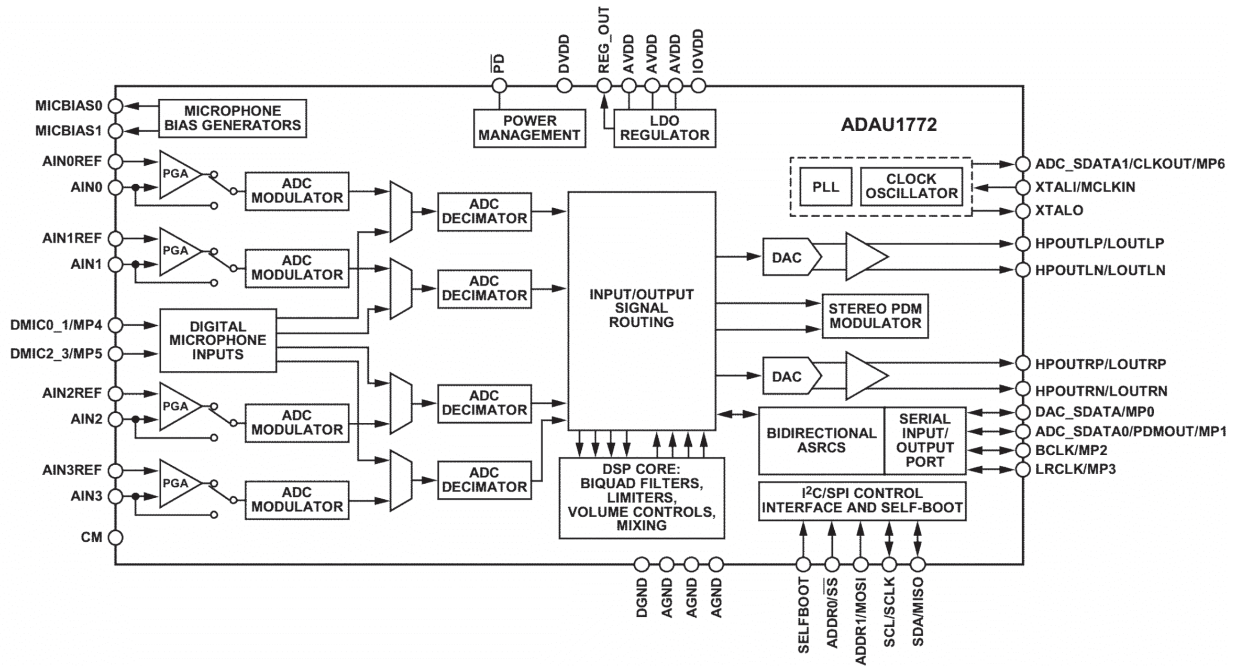
Specjalistyczne szkolenia dla elektroników i automatyków



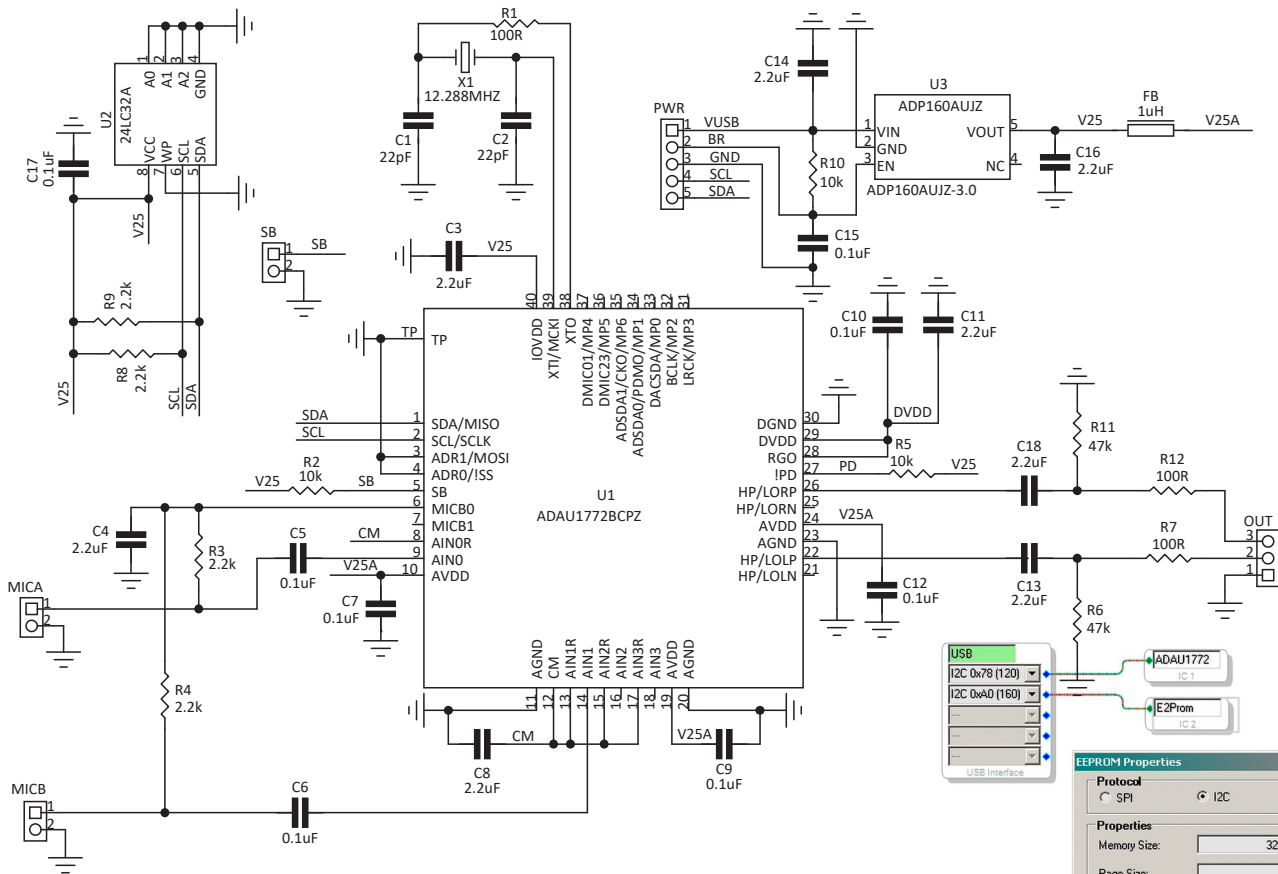
TECHDAYS

techdays@techdays.pl
TECHDAYS.PL

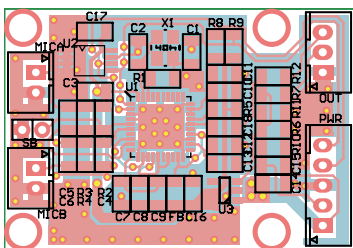
CERTYFIKOWANY PARTNER SZKOLENIOWY



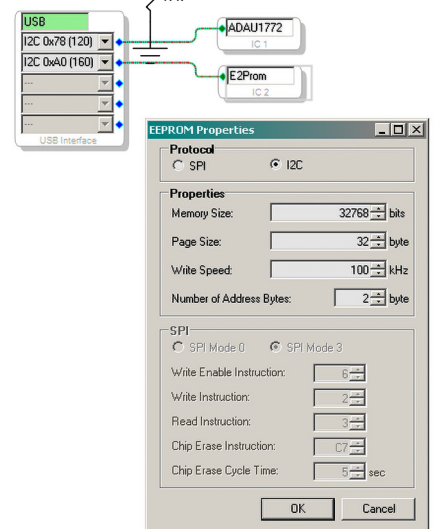
Rysunek 1. Schemat blokowy procesora ADAU1772 (źródło: karta katalogowa Analog Devices)



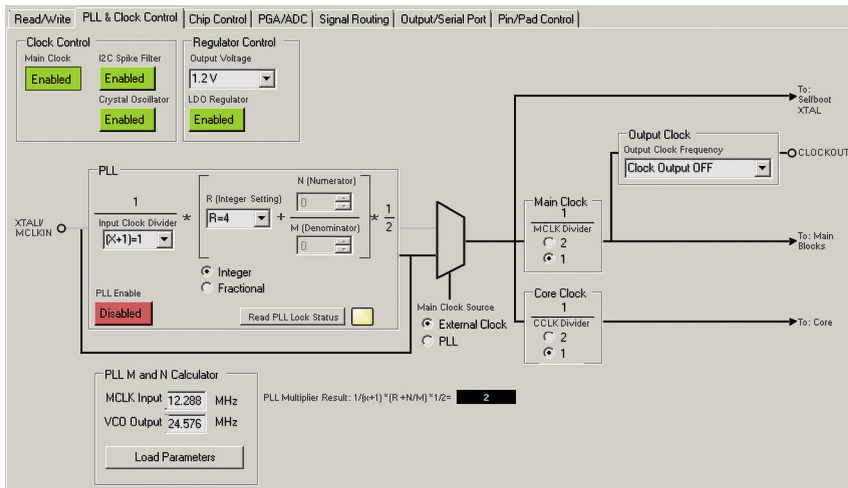
Rysunek 2. Schemat ideowy przedwzmacniacza z procesorem ADAU1772



Rysunek 3. Schemat montażowy przedwzmacniacza z procesorem ADAU1772

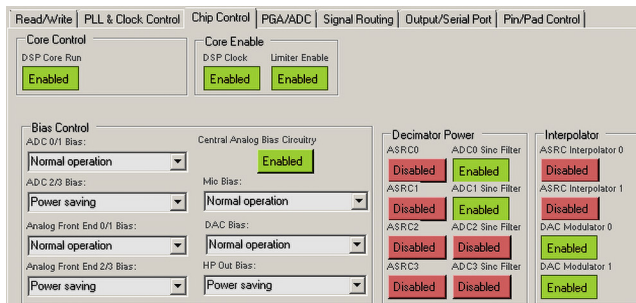


Rysunek 4. Konfiguracja procesora i pamięci EEPROM



Rysunek 5. Konfiguracja bloku PLL ADAU1772

z akumulatora Li-Po lub trzech połączonych szeregowo ogniw AA, co ułatwia zastosowania mobilne. Funkcjonalność jest definiowana programowo, a program jest zapamiętany w pamięci nieulotnej EEPROM.



Rysunek 6. Konfiguracja rdzenia ADAU1772

Budowa przedwzmacniacza

Sercem płytki są procesor ADAU1772 (U1) i współpracująca z nim pamięć programu EEPROM typu 24LC32 (U2) z interfejsem I²C. Po skonfigurowaniu trybu selfboot moduł może pracować samodzielnie bez procesora nadzorującego jego pracę (wyciągnięta zwora SB). W zasilaczu zastosowano 3-woltowy stabilizator LDO typu ADP160AUJZ-3.0 (U3), umożliwiający zasilanie zestawu napięciem stałym w zakresie 3,2...5,5 V.

Zestaw ma dwa gniazda wejściowe dla mikrofonów pojemnościowych MICA i MICB. Polaryzację mikrofonów zapewnia wbudowany w DSP blok zasilacza o napięciu wyjściowym (AVDD) ustawianym na 0,6 V lub 0,95 V. Rezystory R3 i R4 polaryzują mikrofony, a kondensator C4 filtruje ich zasilanie. Wydajność prądowa jest wystarczająca do zasilania kilku mikrofonów, więc można eksperymentować z ich połączeniem równoległym (na przykład 4 sztuki równolegle) w celu podwyższenia czułości lub obniżenia poziomu

- Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl**
- W ofercie AVT* AVT-----**
- Podstawowe parametry procesora ADAU1772:**
- Obróbka sygnału z częstotliwością próbkowania do 192 kHz.
 - 4 przetworniki A/C o rozdzielczości 24 bitów, 2 przetworniki C/A również o rozdzielczości 24 bitów.
 - Tor audio o małej latencji.
 - Wbudowane obwody polaryzacji dla mikrofonów elektretowych.
 - Wbudowany driver dla słuchawek (do 30 mW przy 16 V).
 - 4 bloki wzmacniacza o programowym wzmacnieniu (PGA) w torze przetwornika A/C.
 - Dwukierunkowy interfejs I²S, TDM.
 - Możliwość współpracy z mikrofonem z interfejsem cyfrowym.
 - Wbudowany modulator PDM dla wzmacniaczy cyfrowych.
 - 7 konfigurowalnych GPIO.
 - Tryb selfboot umożliwiający pracę bez zewnętrznego mikrokontrolera.
 - Napięcie zasilania z zakresu 1,8...3,3 V, pobór mocy nieprzekraczający 50 mW.
 - Łatwe programowanie za pomocą środowiska graficznego Sigma Studio (od wersji 3.14).

- Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:**
- AVT-5621 Sterownik różnicowy kolektora słonecznego (EP 3/2018)
 - AVT-5618 Sterownik bojlera do instalacji PV (EP 2/2018)
 - AVT-5620 Wielozadaniowy termostat (EP 1/2018)
 - AVT-5589 4-kanalowy termostat z alarmem (EP 6/2017)
 - AVT-5354 Zaawansowany, funkcjonalny termostat (EP 11/2016)
 - AVT-1908 Termostat 4-kanalowy (EP 5/2016)
 - AVT-1878 Prosty termostat cyfrowy (EP 8/2015)
 - AVT-3131 Uniwersalny termostat (EDW 6/2015)

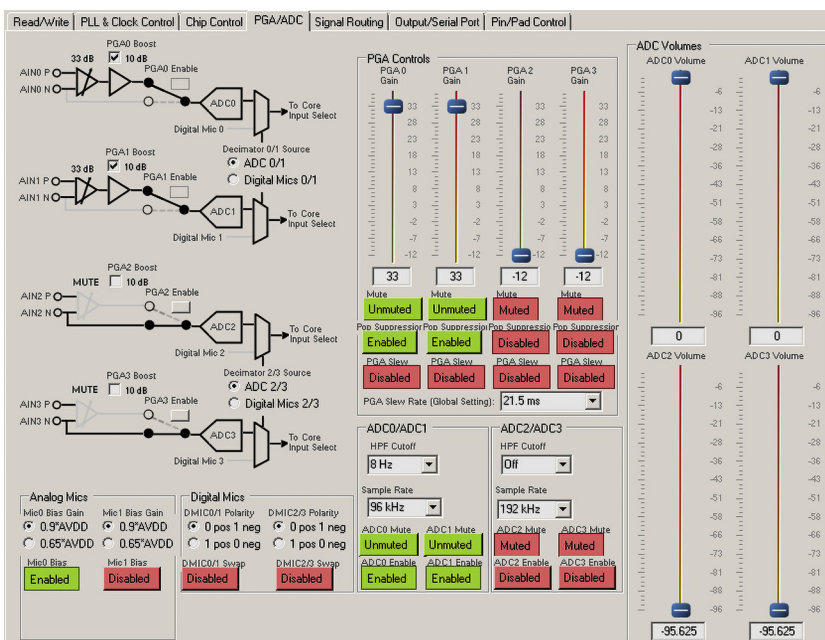
Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawowa wersja zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym UK) – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
 - wersja [A+] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] + dokumentacja
 - wersja [UK] – zaprogramowany układ

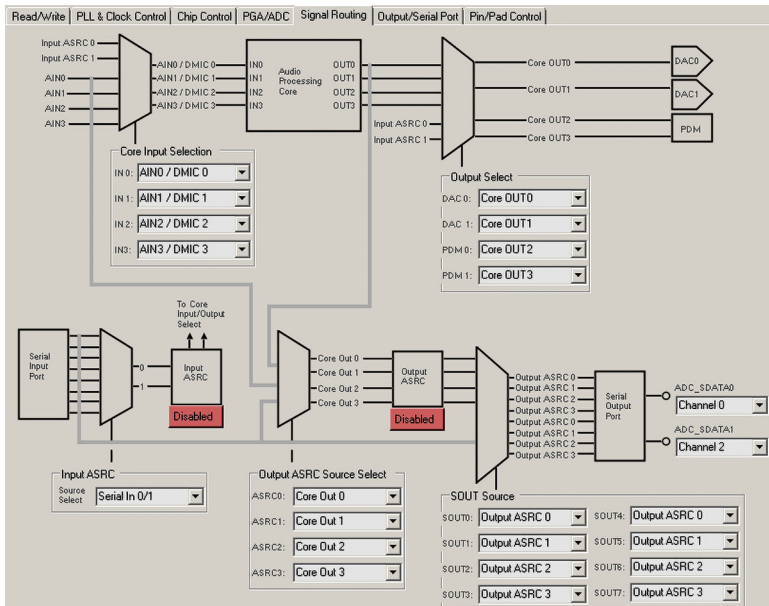
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.



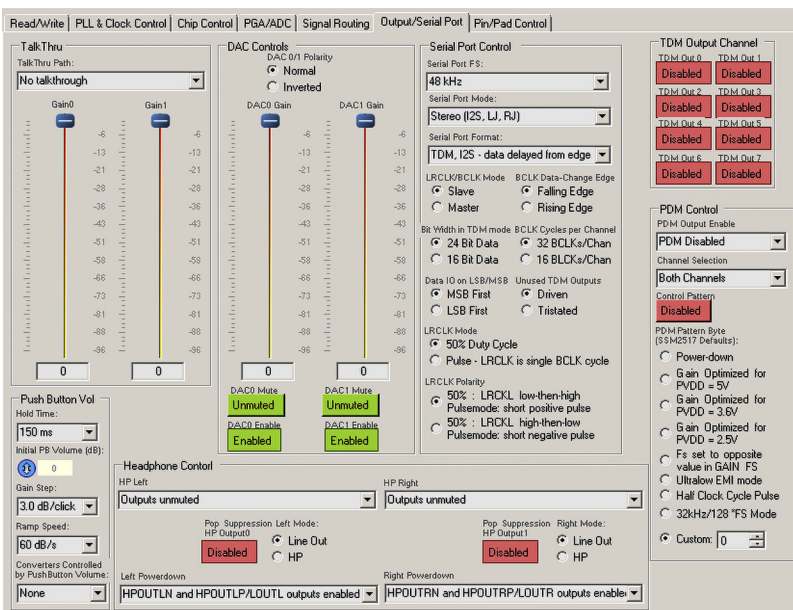
Rysunek 7. Konfiguracja bloków ADC i PGA

szumów. Sygnał wyjściowy (liniowy) jest dostępny na złączu OUT. Kondensatory C13 i C18 separują wyjścia od składowej stałej z DSP. Taktowanie DSP zapewnia wbudowany generator współpracujący z kwarcem XT o częstotliwości 12,288 MHz. Rezystory R8 i R9 zasilają magistralę I²C.

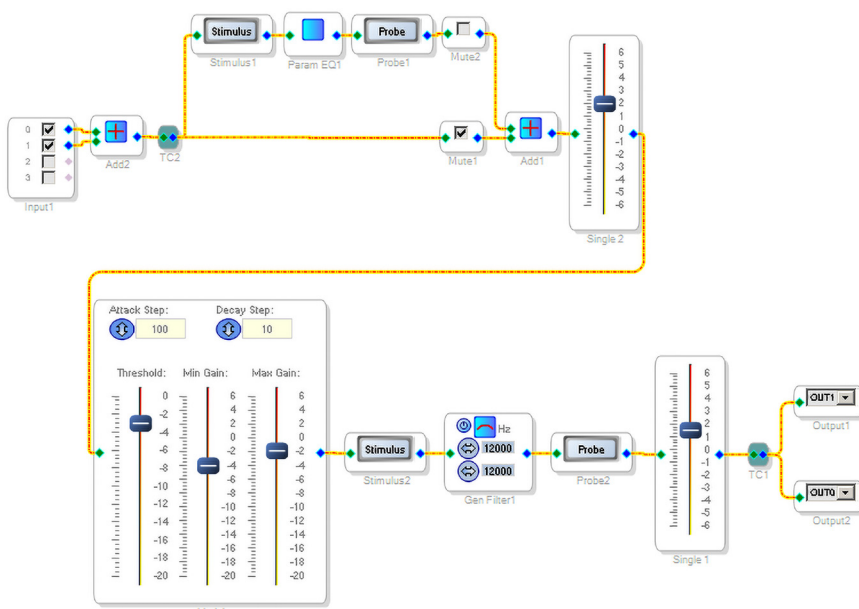
Układ jest programowany oraz konfigurowany tak, jak pozostałe procesory sigma DSP, to znaczy za pomocą interfejsu USBi. Ze względu na konieczność zachowania niewielkich wymiarów płytki drukowanej zrezygnowano z typowego złącza USBi (IDC10) na rzecz miniaturowego złącza PWR i kabla IDC10-JST5 (R=2 mm), służącego do doprowadzenia zasilania i sygnałów interfejsu I²C podczas programowania. Programator zapewnia zasilanie podczas testowania aplikacji. W układzie docelowym zasilanie VUSB (3,2...5,5 V) musi być doprowadzone do pinów 1+3 złącza PWR.



Rysunek 8. Konfiguracja przepływu sygnału



Rysunek 9. Konfiguracja bloku DAC i sekcji wyjść



Rysunek 10. Przykładowa aplikacja wykonana za pomocą Sigma Studio

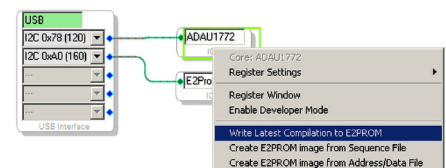
Montaż

Układ zmontowano na niewielkiej, dwustronnej płytce drukowanej – jej schemat montażowy pokazano na **rysunku 3**. Podczas montażu należy zadbać o poprawne przyłączenie pada termicznego procesora DSP.

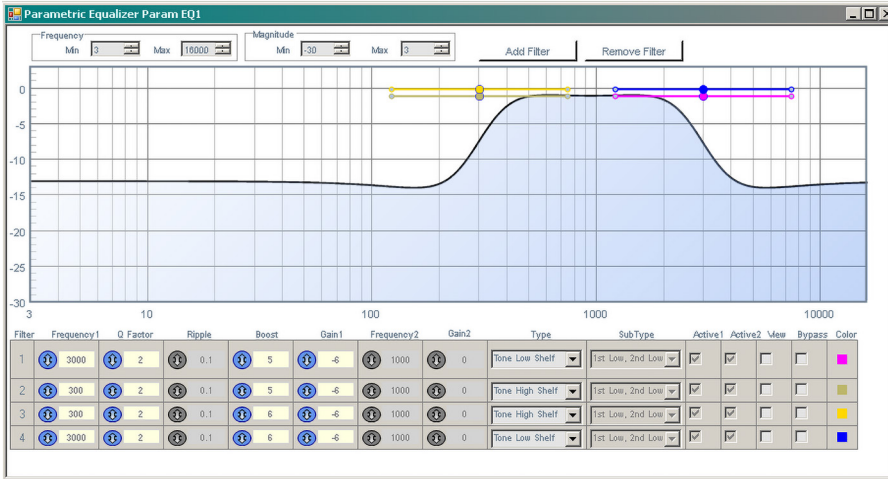
Do programowania, a raczej konfigurowania układu ADAU1772 służy Sigma Studio w wersji od 3.14, które jest udostępnione za darmo, wymaga jedynie rejestracji na stronie producenta. Jest to środowisko graficzne, w którym „rysujemy” schemat z gotowych, parametryzowanych bloków funkcjonalnych oraz określamy konfigurację sprzętową procesora. Po poprawnym zainstalowaniu oprogramowania i sterowników USB jest możliwe rozpoczęcie pracy z modułem przedwzmacniacza. Po skonfigurowaniu układu procesora i pamięci zestawu konieczne jest przejście od konfiguracji DSP zgodnie z **rysunkami 5...9** do „wyrysowania” aplikacji (**rysunek 10**) oraz zaprogramowania pamięci EEPROM (zwraca SB zwarta) według **rysunku 11**. Po zaprogramowaniu, wyłączeniu zasilania, zdjęciu zwory SBT i podaniu zasilania zewnętrznego procesor DSP realizuje funkcje już bez pomocy USB i środowiska Sigma Studio.

Funkcjonalność płytki została określona aplikacją pokazaną na **rysunku 10**. Sygnały z wejść mikrofonowych MICA i MICB są sumowane i podawane na blok filtrów (**rysunek 12**). Dopasowanie wzmocnienia toru odbywa się poprzez zmianę wzmocnienia bloku PGA i załączenie dodatkowego wzmacniacza PGA0/1 Boost +10 dB w konfiguracji ADC/PGA z **rysunku 7**. W tej zakładce jest aktywowany blok zasilacza polaryzacji mikrofonów i zostaje określone napięcie polaryzujące.

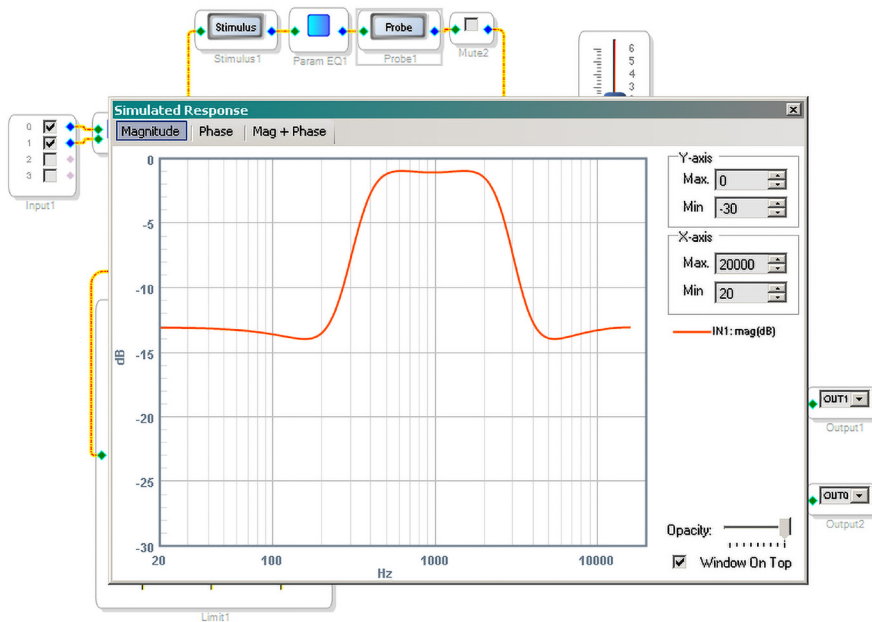
Blok filtrów składa się z kaskady filtrów dolno- i górnoprzepustowych, których realizacja analogowa wymagałaby zastosowania kilkunastu elementów. Dla poprawienia zrozumiałości mowy w bloku są odfiltrowywane niskie i wysokie częstotliwości składowe. Ze względu na brak multiplekserów w bibliotekach ADAU1772 na czas testów filtry „bypass” zrealizowano za pomocą bloków wyciszania Mute i sumatora. Odfiltrowany sygnał jest podawany na regulator poziomu, a stąd do bloku ogranicznika poziomu (limitera), który do poprawnego działania wymaga aktywacji w konfiguracji rdzenia DSP (**rysunek 6**). Zadaniem limitera jest ograniczenie wzmocnienia sygnału po przekroczeniu progu Treshold przez czas dłuższy



Rysunek 11. Programowanie pamięci EEPROM



Rysunek 12. Charakterystyka filtru mowy



Rysunek 13. Przykładowa symulacja filtru mowy w Sigma Studio

od Attack Step. Z limitera sygnał jest doprowadzony do filtra dolnoprzepustowego, eliminującego ewentualne „ostre” skutki pracy limitera. Ostatnim blokiem jest wyjściowy regulator poziomu i rozdzielacz sygnału na dwa wyjścia.

Uwaga! W tym miejscu warto wspomnieć o przeznaczonym dla ADAU1772 rozdzielaczu sygnału T-Block, dostępnym w bibliotece Other System Cells|T Connect|T Connection 1772, ponieważ standardowy blok T Connection nie działa z procesorem ADAU1772. Ta drobna różnica może skutkować nieprzewidywalnym zachowaniem się aplikacji, ponieważ Sigma Studio nie sygnalizuje tego jako błąd.

Przepływ sygnału przez procesor jest standardowy, to jest sygnały z ADC0 i ADC1 są doprowadzone do rdzenia DSP, skąd po obróbce są wysyłane do DAC0 i DAC1 zgodnie z rysunkiem 8. Przetworniki C/A są aktywne i skonfigurowane do pracy jako wyjście liniowe (rysunek 9).

Na schemacie z rysunku 10 są widoczne bloki Stimulus i Probe, które pozwalają na symulowanie charakterystyki przeniesienia amplitudy i fazy sygnału, pomocne podczas uruchamiania układu, szczególnie jeśli wykorzystujemy filtry cyfrowe. Przykład symulacji działania filtru mowy pokazano na **rysunkach 12 i 13**. Oczywiście przykładowa aplikacja nie wyczerpuje możliwości układu ADAU1772, a stanowi tylko szablon i zachętę do własnych eksperymentów z jednym z najprostszycy procesorów rodziny Sigma DSP. Kompletna dokumentacja ADAU1772 jest dostępna na stronie producenta oraz na stronie wsparcia technicznego <https://ez.analog.com>.

Adam Tatuś, EP

REKLAMA

Najlepszy mobilny adres w sieci
<http://m.ep.com.pl>