

Wielokanałowy mikrofon cyfrowy

Dostępność procesorów sygnałowych, rozwój systemów rozpoznawania głosu, sztucznej inteligencji, systemów aktywnej redukcji hałasu – te czynniki zachęcają do budowy i eksperymentów z systemami sterowanymi głosem. Jednak żaden tego typu system nie obędzie się bez mikrofonu dobrej jakości. Podłączenie jednego lub dwóch mikrofonów jest łatwe, ale nie zawsze wystarczające. Opisany moduł umożliwia podłączenie np. do procesora DSP, do ośmiu mikrofonów poprzez szeregowy interfejs audio pracujący w trybie wielokrotnym TDM.

Urządzenie umożliwia połączenie i kontrolę maksymalnie czterech modułów na jednej magistrali sterującej I²C, co razem daje 32 obsługiwane mikrofony. Przy tej liczbie nie jest problemem zbudowanie np. mikrofonu matrycowego o dowolnie kształtowanej charakterystyce kierunkowej. Urządzenie podzielone jest na dwa bloki, pierwsza płytkę zawiera konwerter ADAU7118, druga – cyfrowe mikrofony z interfejsem PDM typu MP34DT05TR.

Moduł konwertera PDM/TDM

Konwerter PDM/TDM bazuje na układzie typu ADAU7118, którego budowę wewnętrzną pokazano na **rysunku 1**, a schemat modułu konwertera na **rysunku 2**. Układ U1 (ADAU7118) odpowiada za translację sygnałów cyfrowych z mikrofonów PDM na standard TDM. Pracuje na magistrali szeregowej audio jako urządzenie slave, wymaga więc

dostarczenia zegarów FSYNC oraz BLCK (złącze TDM) z portu szeregowego DSP lub SoC. ADAU7118 wymaga spełnienia minimalnej zależności: $BCLK = < 64 \cdot FCLK$, ale obsługuje też krotności 128, 192, 256, 384, 512. Z sygnałów tych generowany jest przebieg zegarowy PDMCK (PCM_CLKx)=64 FSYNC taktujący mikrofony, krotność PDM CLK można zmienić podczas konfiguracji układu, aby zapewnić częstotliwość zegara transmisji PDM w zakresie dopuszczanym przez mikrofon.

Układ ma dwa kanały generatora zegarowego, które mogą zostać niezależnie wyłączone w celu obniżenia poboru mocy, gdy nie wszystkie mikrofony są dołączone, np. w trybie TDM4, I²S. Interfejs wejściowy PDM zawiera cztery dwukanałowe porty PDDT0...3 (PDMDAT0...3) do podłączenia maksymalnie ośmiu mikrofonów. Układ ADAU7118 umożliwia elastyczną konfigurację

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-----

Podstawowe parametry:

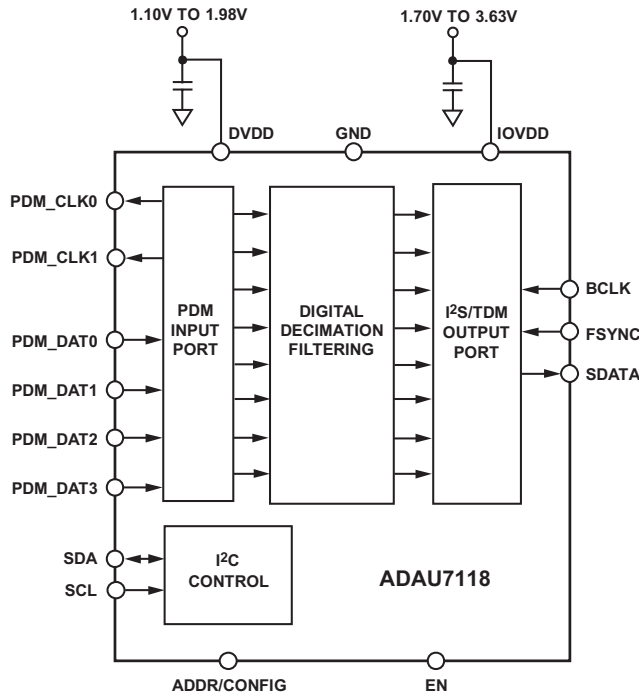
- jeden moduł umożliwia dołączenie 8 mikrofonów,
- do jednej magistrali sterującej można dołączyć do 4 modułów,
- łączna maksymalna liczba mikrofonów (4 moduły) wynosi 32,
- komunikacja i sterowanie poprzez magistralę TDM i I²C,
- sygnały TDM/I²C zgodne z logiką 3,3 V,
- zasilanie 3,3..5 V.

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

----	Przedwzmacniacz mikrofonowy z procesorem DSP typu ADAU1772 (EP 2/2019)
AVT-1968	Miniatury przedwzmacniacz mikrofonowy z układem SSM2167 (EP 9/2017)
AVT-5559	Przedwzmacniacz mikrofonowy o wysokiej jakości (EP 11/2016)
AVT-1837	Przedwzmacniacz do mikrofonu piezoelektrycznego (EP 12/2014)
AVT-1760	MicroMic – przedwzmacniacz mikrofonowy (EP 8/2013)
AVT-1721	Miniatury wzmacniacz mikrofonowy (EP 1/2013)
AVT-2728	Wzmacniacz mikrofonowy (Edw 7/2004)
AVT-575	Wzmacniacz mikrofonowy (EP 5/2004)
AVT-2703	Ultraniskoszumny wzmacniacz mikrofonowy do komputera (Edw 1/2004)
AVT-2392	Wzmacniacz mikrofonowy SMD (Edw 2/2000)
AVT-2326	Wzmacniacz mikrofonowy (Edw 2/1999)
AVT-2017	Niskoszumny przedwzmacniacz mikrofonowy (Edw 10/1996)
AVT-1033	Przedwzmacniacz mikrofonowy (EP 2/1995)

Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętność lutowania!
Podstawową wersją 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 wzlutować 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 wzlutowane 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] i 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 1. Budowa ADAU7118 (za notą Analog Devices)

przyporządkowania slotów TDM do kanałów PDM.

Moduł zasilany jest napięciem 3,3 V ze stabilizatora LDO U2 typu ADM7160. Do złącza TDM doprowadzone są wszystkie sygnały TDM/I²C zgodne z logiką 3,3 V oraz zasilanie 3,3...5 V.

Konfiguracja

Pełna konfiguracja układu ADAU7118 odbywa się poprzez magistralę I²C, adres bazowy ustalany jest wyprowadzeniem ADR/CFG i położeniem zwory na szpilkach oznaczonych ADR. Zwarcie wyprowadzenia ADR/CFG:

- do masy (szpilki ADR zwora 4–6) ustala adres = 0010100,

- do VCC (szpilki ADR zwora 2–4) adres = 0010111,
- poprzez rezystor 47 kΩ do masy (szpilki ADR zwora 3–5) adres = 0010101,
- poprzez rezystor 47 kΩ do VCC (szpilki ADR zwora 1–3) adres = 0010110.

Umożliwia to współpracę do czterech ADAU7118 na jednej magistrali I²C. Dla zapewnienia komunikacji szpilki oznaczone SDA i SCL muszą mieć założone zwory zwiernające wyprowadzenia 3–4.

W aplikacjach, gdzie nie jest wymagana nietypowa konfiguracja ADAU7118, dopuszczany jest tryb pracy samodzielnej wymuszany pozostawieniem niepodłączonego

Wykaz elementów:

Moduł konwertera

Rezystory:
R1, R4, R5: 4,7 kΩ 1% SMD0603
R2, R3: 47 kΩ 1% SMD0603

Kondensatory:
C1, C2: 4,7 μF SMD0603 ceramiczny
C3...C6: 100 nF SMD0603 ceramiczny

Półprzewodniki:
U1: ADAU7118ACPZ
U2: ADM7160AUJZ-1.2

Pozostałe:
PDM0...PDM3: złącze JST 1 mm 4 piny
TDM: SIP8 2,54 kątowe
ADR, SCL, SDA: IDC6 + zwory

Moduł mikrofonów

Kondensatory:
C1, C3, C5, C7, C9, C11, C13, C15: 100 nF SMD0603 ceramiczny
C2, C4, C6, C8, C10, C12, C14, C16: 1 μF SMD0603 ceramiczny

Półprzewodniki:
MIC1...MIC8: mikrofon PDM MP34DT05TR

Pozostałe:
PDM0...PDM3: złącze JST 1 mm 4 piny

wyprowadzenia ADR/CFG (usunięte wszystkie zwory ze szpilek ADR). Przy konfiguracji sprzętowej dostępne są tryby TDM4/6/8:

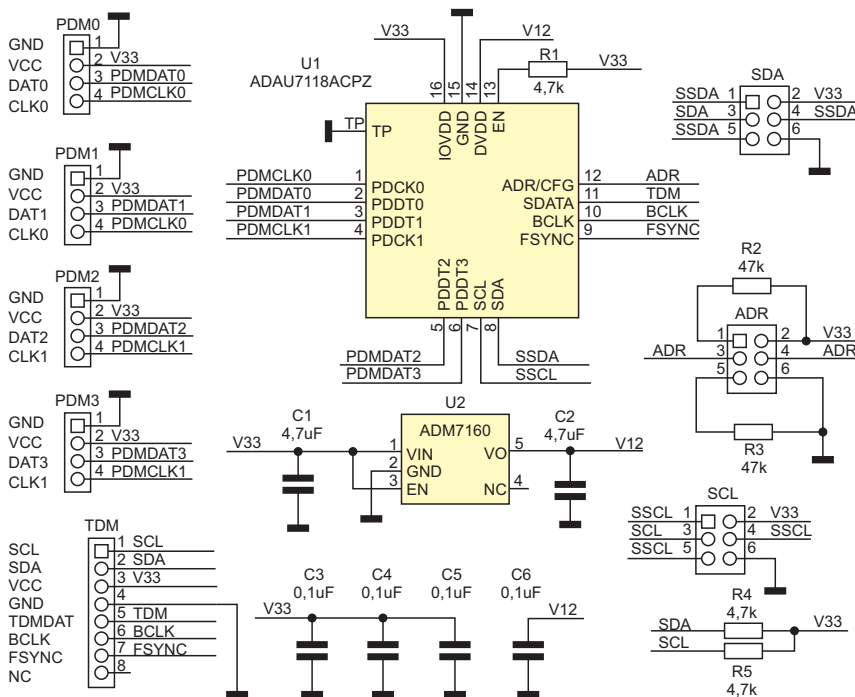
- TDM4 wybieramy, zwiernając szpilki SDA i SCL do zasilania VCC (zwora 1–2),
- TDM6 wybieramy, zwiernając szpilki: SDA do VCC (zwora 1–2) i SCL do masy (zwora 5–6),
- TDM6 w trybie wysokiej wydajności buforów: SDA i SCL do masy (zwora 5–6),
- TDM8 wybieramy, zwiernając szpilki: SDA do masy (zwora 5–6) i SCL do VCC (zwora 1–2).

ADAU7118 obsługuje też dwukanałową konwersję PDM/I2S, ale użycie jej jest nieekonomiczne, gdyż prościej jest to zrealizować na układzie ADAU7002 opisanym w kursie AudioDSP cz. 6. Sprzętowy tryb TDM8 pozwala na najprostsze połączenie konwertera z DSP, przebiegi magistrali szeregowej w trybie TDM8 pokazano na **rysunku 3**.

Moduł mikrofonów

Z płytką konwertera PDM/TDM współpracuje moduł mikrofonów PDM, którego schemat pokazano na **rysunku 4**. Zawiera osiem mikrofonów MP34DT05. Pracują one parami 1/2, 3/4, 5/6, 7/8. Mikrofony MIC1...4 taktowane są zegarem PDCK0, MIC5...8 zegarem PDCK1. Płytkę dopuszcza mechaniczne rozdzielanie

REKLAMA

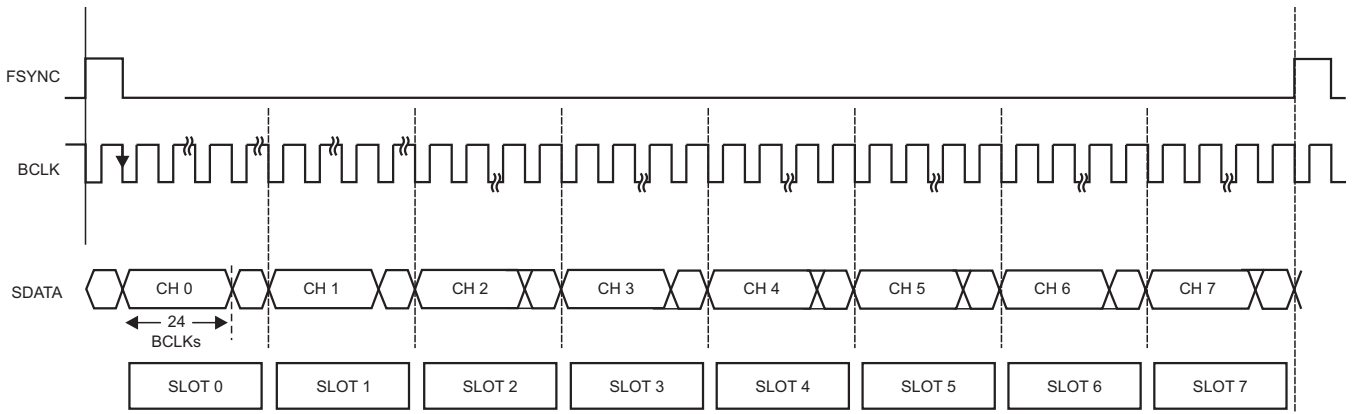


Rysunek 2. Schemat modułu konwertera

SoMLabs
www.somlabs.com

nowość!

VisionSOM-STM32MP1
Moduły serii VisionSOM z procesorem STM32MP1, z rdzeniami Cortex-A7 oraz Cortex-M4



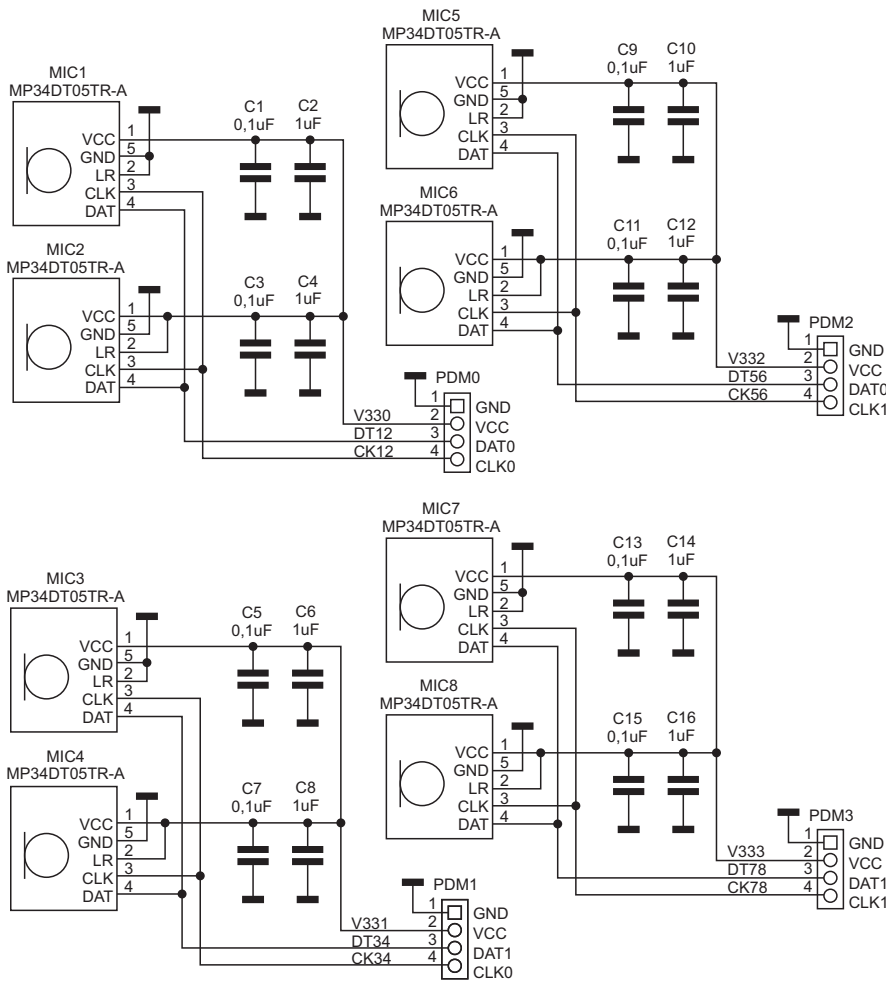
Rysunek 3. Przebiegi magistrali w trybie konfiguracji sprzętowej TDM8 (za notą Analog Devices)

Montaż i uruchomienie

Konwerter i mikrofony zmontowane są na dwustronnych płytkach drukowanych. Rozmieszczenie elementów pokazano na **rysunku 5** oraz **6a** i **6b**. Montaż jest klasyczny i nie wymaga opisu, należy jednak zachować ostrożność przy montażu delikatnych obudów mikrofonów. Zmontowane moduły pokazano na fotografii tytułowej.

Aby przetestować moduł w praktyce, użyłem płytki STK_ADAU1442 – Mega DSP opisanej w EP 3/14 oraz modułu wyjść analogowych z EP 10/14. Interfejs cyfrowy audio modułu podłączony jest do pierwszego portu szeregowego w gnieździe SDI02 (sygnały SDATAIN0 – TDM, LRCK0 – FSYNC, BCLK0 – BCK, V33D – VCC, GND – GND), interfejs I²C podłączony jest do gniazda programatora I²C, użyty kwarc XT=12,288 MHz (fs=48 kHz), zwory w położeniu domyślnym 256 fs. Do testów przygotowano projekt PDM8_Test1442, którego schemat pokazano na **rysunku 7**. Projekt dostępny jest w materiałach dodatkowych.

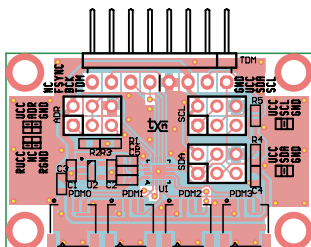
Aplikacja odczytuje dane z interfejsu szeregowego pracującego w trybie TDM8, w każdym dekodowanym kanale usuwana jest składowa stała i mierzony jest poziom sygnału. Następnie parami sygnały doprowadzone są do multiplexera. Do multiplexera doprowadzony jest też sygnał generatora testowego i miks sygnałów mikrofonów MIC1, 3, 5, 7 i MIC2, 4, 6, 8. Po regulacji poziomu sygnał wysyłany jest na port wyjściowy I²S a stąd do pierwszego kanału karty wyjść audio w celu odsłuchu. ADAU7118 jest konfigurowany przez I²C z SigmaStudio. Schemat połączeń USBi pokazano na **rysunku 8**. Konfigurację testową dla układu taktowania



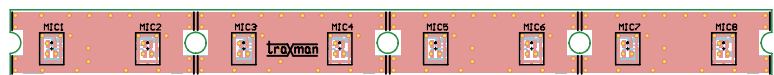
Rysunek 4. Schemat modułu mikrofonów

par mikrofonów w celu montażu uwzględniającego wymogi aplikacji, jak np. detekcja źródła dźwięku. Mikrofony połączone są z płytką

konwertera możliwie krótkimi przewodami, złączami JST 1,00 mm. Przy dłuższych połączeniach konieczne jest zastosowanie przewodów w ekranie (częstotliwość zegarów do 3 MHz).



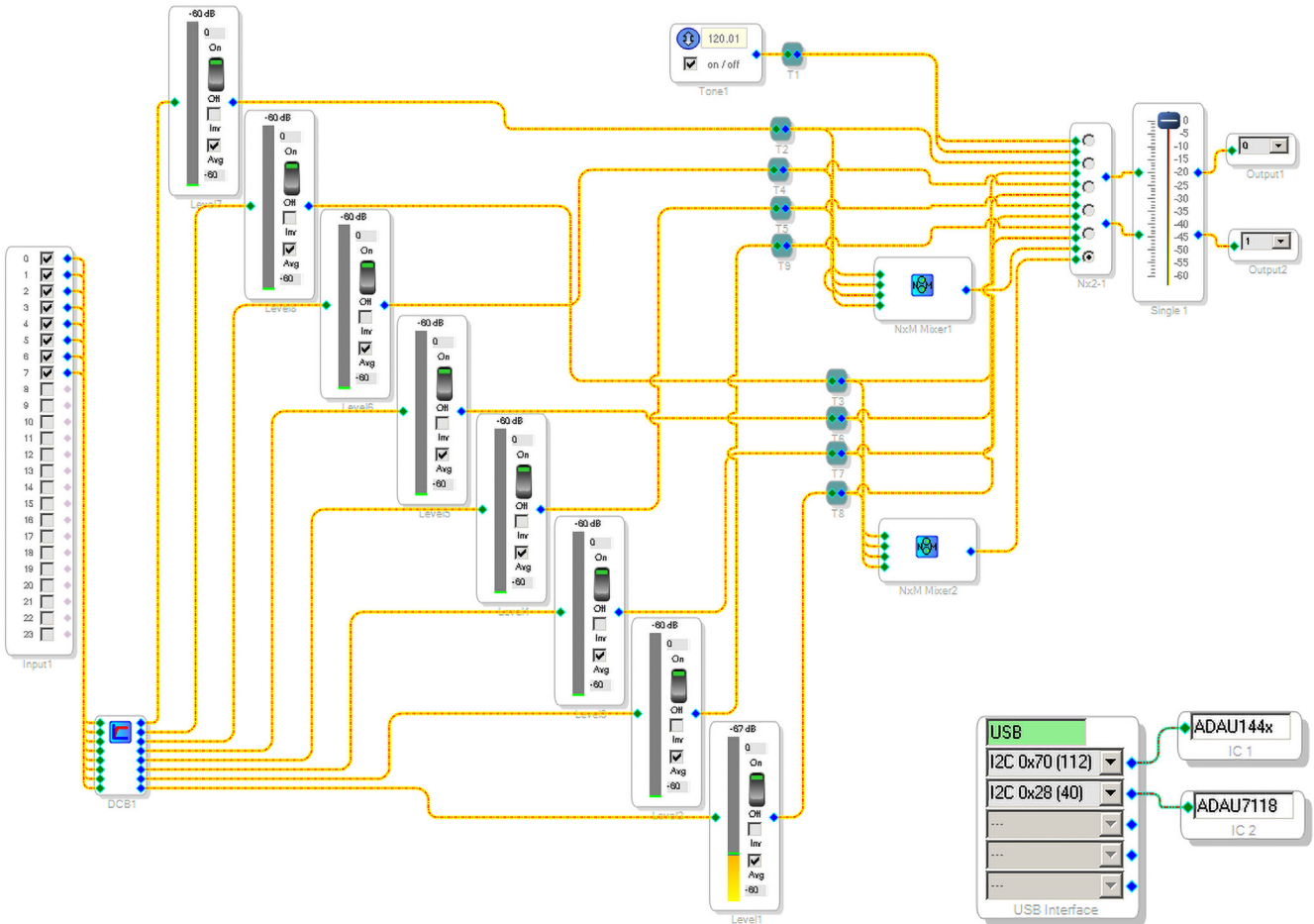
Rysunek 5. Schemat PCB i rozmieszczenie elementów, moduł konwertera



Rysunek 6a. Schemat PCB i rozmieszczenie elementów, moduł mikrofonów, strona TOP PDM_TDM_MicBRD

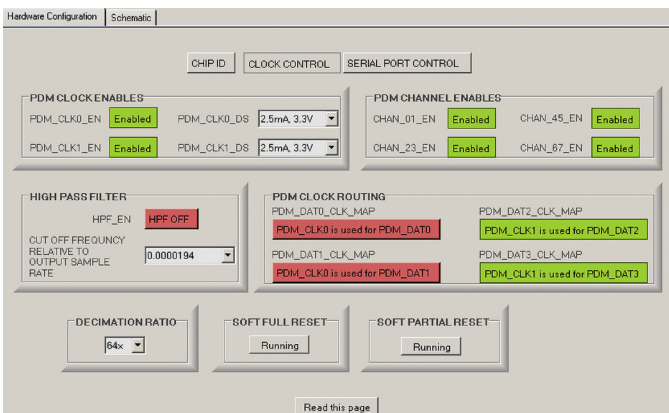


Rysunek 6b. Schemat PCB i rozmieszczenie elementów, moduł mikrofonów, strona BOTTOM

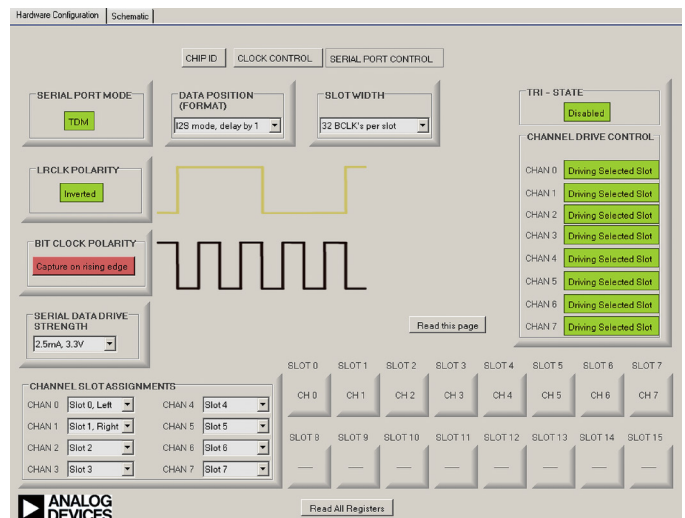


Rysunek 7. Schemat aplikacji testowej PDM8_Test1442

Rysunek 8. Konfiguracja USBi



Rysunek 9. Konfiguracja taktowania ADAU7118



Rysunek 10. Konfiguracja portu szeregowego ADAU7118

Register	Addr	Check	Frame	Master/Slave & Clock Domain	BECK Priority	LRCLK Polarity	Word Length	MSB Position	TDM Type
Serial Input 0	07244	Read/Write	Variable	Master - 48 kHz Clocks (03-10)	High	Negative	24bits	LS (Delayed by 1)	TDM4 or Flexible TDM4 Mode
Serial Input 1	07246	Read/Write	Variable	Slave's Clock Domain 0	High	Negative	24bits	LS (Delayed by 1)	TDM4 (Stems)
Serial Input 2	07248	Read/Write	Variable	Slave's Clock Domain 2	High	Negative	24bits	LS (Delayed by 1)	TDM4 (Stems)
Serial Input 3	0724A	Read/Write	Variable	Slave's Clock Domain 3	High	Negative	24bits	LS (Delayed by 1)	TDM4 (Stems)
Serial Input 4	0724C	Read/Write	Variable	Slave's Clock Domain 4	High	Negative	24bits	LS (Delayed by 1)	TDM4 (Stems)
Serial Input 5	0724E	Read/Write	Variable	Slave's Clock Domain 5	High	Negative	24bits	LS (Delayed by 1)	TDM4 (Stems)
Serial Input 6	07250	Read/Write	Variable	Slave's Clock Domain 6	High	Negative	24bits	LS (Delayed by 1)	TDM4 (Stems)
Serial Input 7	07252	Read/Write	Variable	Slave's Clock Domain 7	High	Negative	24bits	LS (Delayed by 1)	TDM4 (Stems)
Serial Input 8	07254	Read/Write	Variable	Slave's Clock Domain 8	High	Negative	24bits	LS (Delayed by 1)	TDM4 (Stems)

Rysunek 11. Konfiguracja interfejsu IO dla ADAU1442

ADAU7118 pokazano na rysunku 9, a dla interfejsu szeregowego na rysunku 10. Odpowiadającą ustawieniom portu szeregowego ADAU7118 konfigurację interfejsu IO dla ADAU1442 przedstawia rysunek 11.

Pozostałe ustawienia DSP zostaną zmodyfikowane po załadowaniu aplikacji. Po uruchomieniu aplikacji należy załączyć wskaźniki poziomu i sprawdzić, czy po zbliżeniu źródła sygnału do mikrofonów będą aktywne (uwaga: mikrofony w DSP nie są zmapowane w kolejności 1...8). Odsłuch sygnału z poszczególnych par i mixsu możliwy jest po wyborze kanału multiplexerem i po podłączeniu wyjścia OUT1 do wzmacniacza (uwaga na sprzężenia). W podobny sposób można przetestować ustawienia ADAU7118 w trybie konfiguracji sprzętowej i dla innego współpracującego układu.

Adam Tatuś, EP