

# Moduł AIC3262 EVM

## Szałość cyfrowego audio

*Od jakiegoś czasu firmy oferują rozbudowane układy służące do przetwarzania zapisu cyfrowego na dźwięk, wyposażone w więcej funkcji, niż tylko konwersję A/C. Są one nazywane kodekami.*

*Wbudowane filtry cyfrowe umożliwiają regulowanie pasma przenoszenia i na przykład zmianę barwy tonu. Dodatkowo, układy mają funkcje miksowania i regulowania poziomu sygnału. Te najbardziej rozbudowane mają coś w rodzaju programowanego procesora sygnałowego DSP i są zintegrowane ze wzmacniaczami mocy klasy D. Przykładem takiego nowoczesnego układu kodeka ze wzmacniaczem klasy D jest TLV320AIC3262 produkowany przez firmę Texas Instruments.*

Od wielu lat z zaciekawieniem obserwuję rozwój elementów i urządzeń przeznaczonych dla cyfrowych torów audio. Jak wiadomo, w technice konsumenckiej wszystko się zaczęło od wprowadzenia przez Sony i Philipsa standardu cyfrowej płyty CD. Sam standard opracowano pod koniec lat 70-tych, a pierwsze płyty i odtwarzacze pojawiły się w 1983 roku. Parametry konwersji A/C zdefiniowane dla standardu CD obroniły się do dziś. Mimo ciągle pojawiających się prób wprowadzania „gestych” plików, standard CD (44,1 kHz i 16 bitów) nadal jest używany nawet przez wybrednych audiofilów. Drugim milowym krokiem w rozwoju techniki audio nie stało się wprowadzenie rozwiązań gwa-

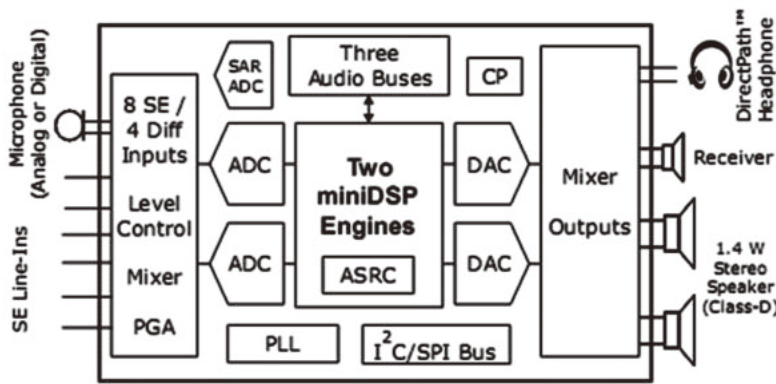
rantujących akceptowaną jakość odtwarzanej muzyki, ale pozwalające na ograniczenie ilości danych potrzebnych do zapisania na przykład jednej piosenki. Mam tu na myśli oczywiście kompresję MP3. Popularne „empe-trójki” mają zadawalającą jakość dźwięku dla większości słuchaczy, a jednocześnie zajmują stosunkowo mało miejsca na nośniku. W czasach nałogowego słuchania muzyki, ale też audiobooków z przenośnych odtwarzaczy, ma to olbrzymie znaczenie.

Oprócz odtwarzaczy przenośnych (w tym telefonów z wbudowaną funkcją odtwarzacza) jako źródło muzyki, a właściwie plików muzycznych, są stosowane komputery PC. Komputery od dawna są wyposażane

**Dodatkowe informacje:**  
Redakcja Elektroniki Praktycznej dziękuje firmie Texas Instruments za udostępnienie modułu AIC3262EVM do testów

w karty muzyczne, a laptopy w kompletne tory audio (nierazko też wideo) ze wzmacniaczami i wbudowanymi głośnikami. Jednak nie są to rozwiązania gwarantujące odtwarzanie muzyki z dobrą jakością. Dlatego od dłuższego czasu poszukuje się sposobu, by „wyprowadzić” cyfrowy sygnał audio z komputera, a konwertować go do postaci analogowej za pomocą zewnętrznego przetwornika cyfrowo-analogowego. W płyty główne stacjonarnych komputerów często do tego celu były wbudowywane są optyczne wyjścia SPDIF. Niestety w komputerach przenośnych takiej możliwości najczęściej nie było. Najprościej byłoby do przesyłania strumienia danych audio wykorzystać łącze USB. Jest ono wbudowane w każdy komputer i ma wystarczającą prędkość przesyłu danych. Jednak przez długi czas było to problem szczególnie po stronie urządzeń zewnętrznych.

Firma Texas Instruments, jeden z czołowych producentów układów scalonych przeznaczonych dla cyfrowych torów audio, jakiś czas temu opracował układy z serii PCM270x. Są to przetworniki cyfrowo – ana-



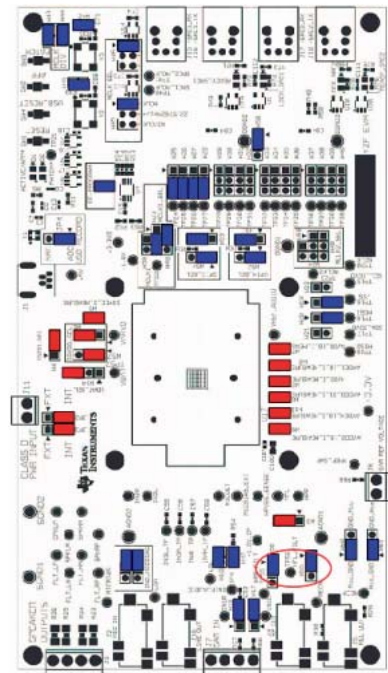
Rysunek 1. Schemat blokowy kodeka TLV320AIC3262

logowe z wbudowanym interfejsem USB. Nowsze wersje zwierały oprócz przetwornika nadajnik SPDIF (np. PCM2707). Stosując te układy można było w prosty sposób zbudować konwerter USB/SPDIF, ale pracujący tylko w standardzie USB1.1. Ze względu na ograniczoną prędkość, w praktyce można tak przesyłać dane o parametrach dźwięku z płyty CD. W międzyczasie powstawały inne układy, w tym programowany TAS1020 mający interfejs USB2.0 i mający możliwość odbierania danych w „gęstych” formatach. Większa prędkość transmisji pozwala też na uniknięcie zakłóceń niekiedy występujących przy przesyłaniu danych przez USB1.1 spowodowanych najprawdopodobniej utratą części przesyłanych próbek. Sygnał z USB przekonwertowany na SPDIF lub I<sup>2</sup>S może być doprowadzony do dowolnego przetwornika cyfrowo-analogowego.

Konstruowanie typowych przetworników jest dzisiaj łatwiejsze niż kiedykolwiek. Są dostępne odpowiednie układy scalone, a w Internecie można znaleźć niezbędną wiedzę. Nawet średnio zaawansowany konstruktor może zaprojektować i wykonać niezły przetwornik, tym bardziej, że w większości wypadków nie trzeba stosowania mikroprocesora i pisania programów. Od jakiegoś czasu oferowane są bardziej rozbudowane układy mające znacznie więcej funkcji, niż tylko konwersję A/C. Są one nazywane kodekami, bo zawierają w swojej strukturze przetworniki A/C i C/A. Wbudowane filtry cyfrowe umożliwiają regulowanie pasma przenoszenia i na przykład zmianę barwy tonu. Dodatkowo, często te układy mają funkcje mikrowania i regulowania poziomu sygnału. Te najbardziej rozbudowane mają coś w rodzaju programowanego procesora sygnałowego DSP i są zintegrowane ze wzmacniaczami mocy klasy D. Przykładem takiego nowo-

czesnego układu jest główny bohater tego artykułu – układ TLV320AIC3262 produkowany przez firmę Texas Instruments. Kiedyś natrafiłem na niego przeglądając ofertę nowych kodeków audio. Opis możliwości był bardzo interesujący i nawet zacząłem się rozglądać za możliwością zdobyciem próbek, ale mój zapal ostudziła obudowa układu. Ma ona wymiary ok. 5 mm×5 mm z 81 stykami BGA i leży raczej poza zasięgiem możliwości przylutowania bez specjalnego wyposażenia. Dlatego o układzie „zapomniałem” do momentu, gdy pojawiła się możliwość przetestowania fabrycznej płytki ewaluacyjnej AIC3262 EVM.

Ten moduł to coś znacznie więcej niż sam kodek. Ma na zamontowany wspomniany układ TAS1020 przeznaczony do konfiguracji kodeka i jednocześnie do odbierania strumienia danych audio przesyłanych przez USB2.0. Jest to o tyle istotne, że TAS1020 nie jest układem działającym autonomicznie i wymaga napisania własnego firmware. A nie jest to zadanie łatwe i na pewno wymaga poświęcenia długiego czasu. Tutaj mamy wszystko gotowe i sprawdzone, więc można skupić się na testowaniu możliwości samego kodeka. Ponieważ ma on tylko porty cyfrowe I<sup>2</sup>S, to oprócz wspomnianego konwertera USB/I<sup>2</sup>S mogą być potrzebne odbiorniki i na-



Rysunek 3. Domyślna konfiguracja modułu

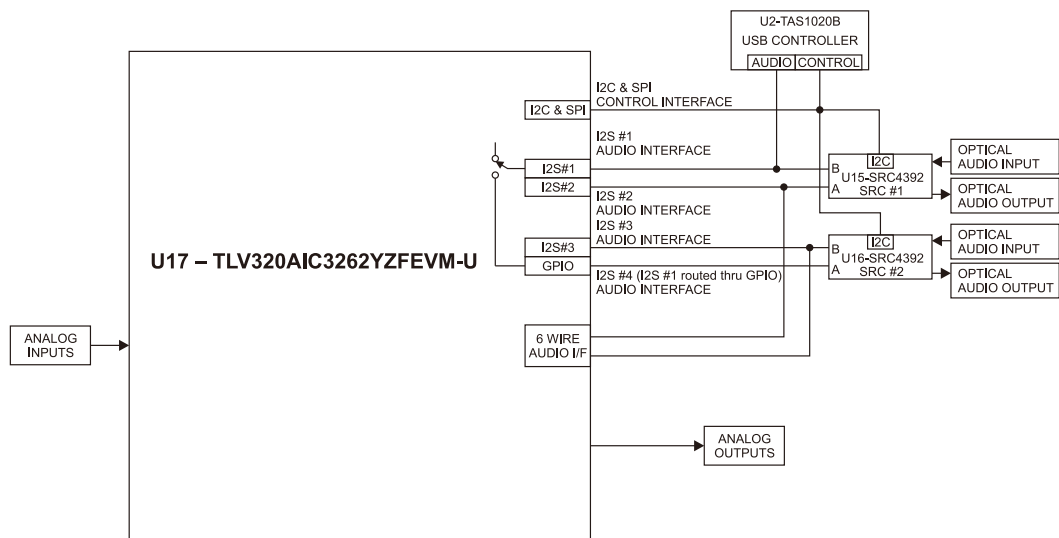
dajniki SPDIF. Tu tę funkcję spełniają konwertery SRC4392.

### Kodek TLV320AIC3262

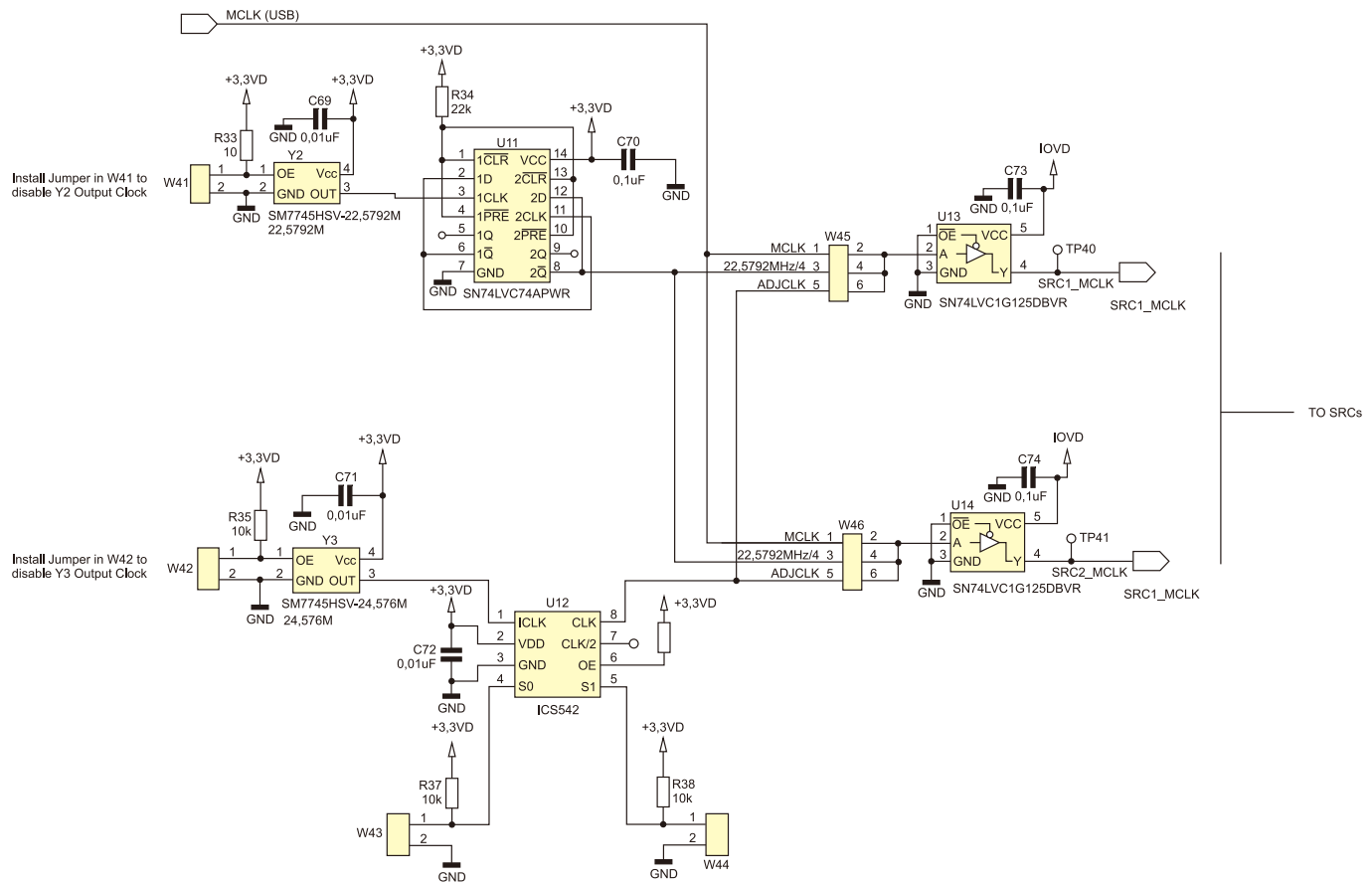
Schemat blokowy kodeka pokazano na rysunku 1. Jest on najważniejszym komponentem modułu, więc opiszę go nieco dokładniej.

Już na pierwszy rzut oka widać spory stopień skomplikowania układu. Do dyspozycji konstruktora oddano następujące wejścia sygnałów:

- 8 analogowych wejść SE lub 4 wejścia różnicowe. Wejścia są połączone w grupach po 4 poprzez programowany selektor do 2 przetworników A/C. Daje to możliwość dołączenia 4 analogowych sygnałów stereofonicznych SE lub dwóch różnicowych. Przetworniki pracują z częstotliwością próbkowania w zakresie od 8...192 kHz.



Rysunek 2. Schemat blokowy modułu ewaluacyjnego AIC3262EVM

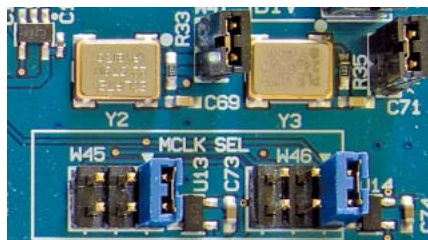


Rysunek 4. Schemat układu generowania i konfiguracji sygnału zegara dla układów SRC4392

- Wejście mikrofonowe, stereofoniczne, analogowe z układem polaryzacji wstępnej. Wejście jest programowane cyfrowo, a sygnał z wyjścia wzmacniacza mikrofonowego jest podawany na przetwornik A/C.
- Wejście mikrofonowe, stereofoniczne, cyfrowe w standardzie PDM (*Pulse Density Modulator*), pracujące z częstotliwością próbkowania 64Fs lub 128Fs.
- 3 stereofoniczne wejścia cyfrowe *Digital Audio Serial* mogące pracować w formatach: I<sup>2</sup>S, DSP/DTM, RJF, LJF i PCM mono.
- 12-bitowy przetwornik SAR przeznaczony do pomiaru napięcia stałego z wejść IN1L, IN1R, Vbat lub z wewnętrznego czujnika temperatury. Wszystkich wejścia są konfigurowane przez zewnętrzny sterownik – host TAS1020.

Na wejściach IN1, IN2 i IN3 umieszczono programowany tłumik o tłumieniu -12 dB, -6 dB i 0 dB. Pozwala to na wstępne wyrównanie poziomów sygnałów wejściowych. Wejście IN4 ma tłumik -6 dB. Za tłumikami umieszczono selektor wejść i programowany wzmacniacz PGA o wzmocnieniu regulowanym w zakresie 0...+47 dB z krokiem co 0,5 dB. Sygnał z wyjścia PGA jest podawany równolegle na wejście przetwornika A/C i na wejście tłumika -36...0 dB. Sygnał z wyjścia tego tłumika może być dostępny na wyjściu liniowym.

Przetwornik A/C jest oparty na topologii modulatora delta – sigma o programowanym współczynniku nadpróbkowania. Nadpróbk-



Fotografia 5. Fragment płytki z generatorami scalonymi i zworkami W45 i W46 w położeniu domyślnym

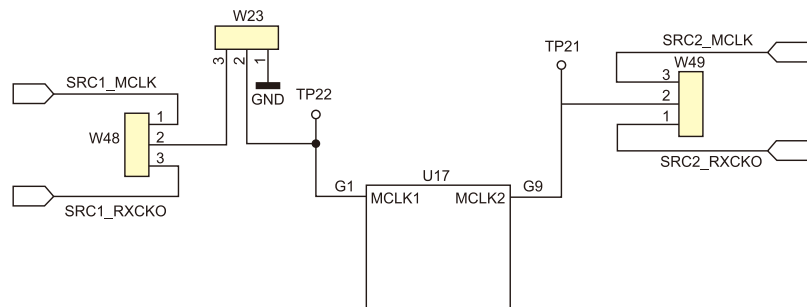
kowanie jest wykonywane przez filtr decymatora. Charakterystyka filtra decymatora może mieć 3 ustawienia zależne od charakterystyki częstotliwościowej, opóźnienia grupowego lub wyjściowej częstotliwości próbkowania.

Blok miniDSP podzielono na 2 części. Pierwsza z nich jest związana przetwornikiem A/C i wykonuje operacje miksowania (jeżeli

jest konieczna) oraz cyfrowej regulacji poziomem.

Kodek ma następujące sygnały wyjściowe:

- 2 wyjścia liniowe SE stereo lub jedno wyjście różnicowe. Wyjście można obciążać impedancją od 600 Ω...10 kΩ
- Wyjścia RECP i RECM wzmacniacza o obciążalności 32 Ω i mocy 128 mW dla konfiguracji BTL (mono) o regulowanym w zakresie -6...+29 dB (receiver amplifier) poziomie sygnału wejściowego. Wyjście można skonfigurować jako stereofoniczne SE lub pojedyncze, różnicowe
- Wyjścia HPL i HPR wzmacniacza słuchawkowego o mocy 30 mW w konfiguracji SE stereo lub mono w układzie mostkowym. Każde z wyjść można obciążyć impedancją 16 Ω. W strukturę wzmacniacza jest wbudowana przetwornica napięcia ujemnego (charge pump). Takie rozwiązanie pozwala na obciążenie wyjście bez konieczności sto-



Rysunek 6. Schemat konfiguracji zegarów MCLK1 i MCLK2

sowania dużego kondensatora wyjściowego. Poziom sygnału na wyjściu jest regulowany w zakresie  $-6...+14$  dB.

- Wyjścia SKPLP/SKPLN i SKPRP/SKPRN wzmacniacza mocy klasy D o obciążalności  $8 \Omega$ . Wzmacniacz jest zasilany przez osobne wyprowadzenia SLVDD i SRVDD napięciem w zakresie  $+2,7...5,5$  V. Zależnie od napięcia zasilającego ma moc wyjściową  $750$  mW ( $8 \Omega/3,6$  V/THND=10);  $1,7$  W ( $8 \Omega/5,5$  V/THND=10) lub  $1,4$  W ( $8 \Omega/5,5$  V/THND=1%).
- 3 stereofoniczne wyjścia cyfrowe Digital Audio Serial mogące pracować w formatach: FS, DSP/DTM, RJF, LJF i PCM mono.

Wyjścia analogowe i cyfrowe są powiązane z przetwornikiem cyfrowo analogowym D/C. Sygnał cyfrowy z wyjścia A/C lub interfejsu Digital Audio Serial trafia na wejście miniDSP ASRC, a z jego wyjścia na blok DAC. Ten blok składa się filtra interpolacyjnego, modulatora sigma – delta i dolnoprzepustowego, analogowego filtra rekonstruującego.

Filtr interpolacyjny zapewnia nadpróbkowanie i przesunięcie energii szumów poza pasmo użyteczne (powyżej  $20$  kHz) konieczne dla modulatora sigma – delta. Charakterystyka interpolatora jest zmienna i zależna od częstotliwości próbkowania. Jest to niezbędne dla uzyskania dobrych parametrów przy tak dużym zakresie zmian Fs ( $8...192$  kHz). Według zapewnień producenta, jest możliwe uzyskanie SNR na poziomie  $101$  dB. Jest to wartość imponująca zważywszy, że w układzie są bloki DSP i impulsowe wzmacniacze mocy.

Część procesora miniDSP ASRC związana z przetwornikiem ADC umieszczono w filtrze interpolacyjnym. Ma ona wbudowane:

- Filtr pierwszego rzędu IIR.
- Skalowane filtry bikwadratowe (dolno- i środkowoprzepustowe).
- Generator efektu 3D.
- Generator beep.

Moduły przetwarzania są dostosowane do najbardziej charakterystycznych zastosowań w układach tego typu i charakteryzują się wysoką jakością przetwarzania i małym opóźnieniem grupowym. Wszystkie filtry mają możliwość programowania współczynników.

### Oszczędzanie energii i taktowanie

Z racji bardzo małych wymiarów i wbudowania w układ wzmacniaczy mocy, jednym z głównych zastosowań przewidzianych przez producenta jest użycie TLV320AIC3262 w układach przenośnych zasilanych bateryjnie. Aby zminimalizować pobór energii, zastosowano mechanizm ograniczania poboru prądu nazwany PowerTune. Daje on konstruktorowi możliwość osiągnięcia kompromisu pomiędzy skrajnymi wymaganiami: niskim poborem mocy a niezbędną wydajnością.

Układ umownie podzielono na 2 części:

- Część wejściową (record path) z przetwornikiem ADC.

- Część wyjściową (playback path) z przetwornikiem DAC.

Dla każdej z nich można ustawić jeden z 4 dostępnych trybów PTM\_R1...PTM\_R4 (A/C) i PTM\_R4...PTM\_P4 (A/C).

Po włączeniu zasilania wszystkie bloki analogowe są domyślnie wyłączone i prawie nie pobierają prądu. Zależnie od potrzeb, można włączać całe bloki lub tylko niezbędne fragmenty ścieżek sygnałów analogowych na odcinku od wejść analogowych do przetwornika A/C i od D/C do wyjść analogowych. Ograniczeniu poboru mocy służy też możliwość konfigurowania połączenia wejść analogowych z wejściami wzmacniaczy mocy (bypass). Jest wtedy omijany tor cyfrowy z A/C, D/C i procesorem miniDSP pobierającym z sporo mocy z zasilania.

W układach cyfrowych audio najmniejsze zużycie mocy jest wtedy, gdy sygnał zegara wzorcowego (*master clock*) jest wielokrotnością częstotliwości próbkowania Fs. Wtedy wszystkie wewnętrzne sygnały zegarowe są generowane przez dzielniki przy minimalnym zużyciu energii. Jeżeli układ pozwala na pracę z różnymi częstotliwościami taktowania, to wybór zewnętrznego zegara *master clock* spełniającego ten warunek jest trudny do spełnienia. Dlatego układ jest taktowany poprzez wbudowany, programowany układ PLL pozwalający na dowolne dobranie częstotliwości sygnału zegara systemowego. Układ TLV320AIC3262 obsługuje szeroką gamę opcji do generowania sygnałów zegarowych dla przetworników A/C i D/C oraz interfejsu Digital Audio Serial i układów typu miniDSP. Wymagane sygnały referencyjne dla przetworników mogą pochodzić z jednego lub z dwóch źródeł. Mogą to być wyprowadzenia BCLK1 MCLKx, BCLK2, GPI1, GPI2 lub GPIOx. Zegary, ADC\_CLKIN i DAC\_CLKIN można wykorzystać dzieląc je odpowiednio przez programowane dzielniki dla sekcji ADC, DAC i miniDSP. W wypadku, gdy moduł miniDSP nie może być taktowany sygnałem pochodzącym z zegarów odniesienia dostępnych na MCLKx, BCLK1, BCLK2 lub GPIOx, kodek zapewnia również możliwość taktowania z wbudowanym układem PLL.

### Moduł AIC 3262EVM

Jak już wspomniałem, użycie „gołego” układu scalonego kodeka do celów testowych jest dość trudne głównie z powodu trudności w zamontowaniu układu w warunkach warsztatu domowego. Dlatego należy pochwalić producenta za wykonanie zestawu ewaluacyjnego i umożliwienie zapoznania się z układem. Ponadto, współcześni elektronicy – konstruktorzy są przyzwyczajeni do korzystania z gotowych modułów ewaluacyjnych. Oszczędza to wiele czasu potrzebnego na zaprojektowanie i wykonanie układu próbnego. Moduł TLV320AIC3262EVM-U jest kompletną platformą sprzętową uzupełnioną o niezbędne oprogramowanie firmowe.

Schemat blokowy pokazano na **rysunku 2**. Oprócz układu kodeka na płytce zamontowano kontroler USB z zaprogramowanym układem TAS1020B oraz dwa konwertery częstotliwości próbkowania zintegrowane z nadajnikiem i odbiornikiem SPDIF SRC4392. Do generowania sygnału zegara systemowego zastosowano dwa scalone generatory kwarcowe o częstotliwości  $24,576$  MHz i  $22,579$  MHz. Płytkę wyposażono we wszystkie niezbędne złącza:

- Optyczne wejścia i wyjścia SPDIF.
- Złącze USB.
- Wejście mikrofonowe mini jack.
- Wyjścia mini jack słuchawkowe, liniowe i REC.
- Złącza śrubowe służące do dołączenia kabli głośnikowych, napięcia referencyjnego przetwornika ADC SAR i napięcia zasilania wzmacniacza klasy D.

Jeżeli popatrzymy na płytke modułu, to rzuci się w oczy duża ilość zworek konfiguracyjnych. **To nieskomplikowane rozwiązanie pozwala na elastyczne konfigurowanie układu, ale wymaga wnikliwego studiowania dokumentacji. Każda zmiana musi być poprzedzona analizą konsekwencji.** Nowy moduł jest skonfigurowany domyślnie w sposób opisany w dokumentacji (**rysunek 3**). Ponieważ są dostępne schemat, opis zworek konfiguracyjnych, dokumentacje kodeka i układu SRC4392, to nic nie stoi na przeszkodzie, by poprobować modyfikowania.

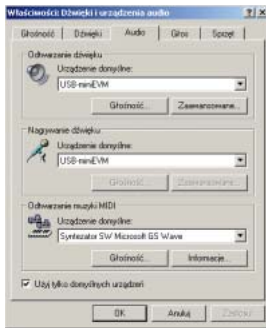
Możliwości konfigurowania prześledzimy na przykładzie sygnału zegara taktującego konwertery częstotliwości SRC4392 i sam kodek TLV320AIC3262. Na **rysunku 4** pokazano fragment schematu układu generowania i konfigurowania zegara systemowego dla konwerterów SRC4392. Mamy do wyboru 3 możliwości taktowania:

- Za pomocą sygnału MCLK odtworzonego przez układ TAS1020 z sygnału audio przesyłanego przez złącze USB.
- Za pomocą sygnału z generatora o częstotliwości  $22,5792$  MHz podzielonej przez 4.
- Za pomocą sygnału z generatora o częstotliwości  $24,576$  MHz (ADJCLK).

Zworka W45 konfiguruje sygnał zegarowy dla SRC1, a W46 dla SRC2 (**fotografia 5**). Domyślnie oba układy są taktowane sygnałem odtworzonym z USB.

Kodek wymaga dwóch sygnałów zegarów systemowych MCLK1 i MCLK2. Ich pierwszym źródłem może być sygnał taktujący konwertery SRC4392. Jego konfigurację analizowaliśmy przed momentem. Drugim może być sygnał wyjściowy RXCKO z konwertera SRC4392 oznaczony na schemacie (**rysunek 6**) jako odpowiednio SRC1\_RXCKO i SRC2\_RXCK2. Wyboru źródła dokonuje się zworkami W48 (MCLK1) i W49 (MCLK2). Dodatkowo można odłączyć MCLK1 zworką W23.

Mając stosowną wiedzę na temat działania układu taktowania kodeka i układów konwerterów częstotliwości próbkowania, ewentualnie



Rysunek 7. Wykrycie płytki ewaluacyjnej w oknie *Dźwięk i urządzenia audio*

alnie posiłkując się oscyloskopem cyfrowym lub licznikiem częstotliwości można skonfigurować układ taktowania według uznania. Podobnie jest z pozostałymi konfiguracjami. Po wnikliwej lekturze opisu „SLAU386A TLV320A-IC3263EVM-U Evaluation Module User's Guide” nie powinno być z tym większego problemu.

### Aplikacja Codec Control

Ustawienie zworek pozwala na prawidłowe skonfigurowanie otoczenia kodeka. Jest to ważny krok, ale niewystarczający by układ zaczął działać. TLV320AIC3262 jest dość skomplikowany, a jego działanie jest określone przez zawartość rejestrów wewnętrznych. Ale tych rejestrów jest sporo i poznanie wszystkich zajmuje trochę czasu. Do tego trzeba napisać program potrafiący skomunikować się z układem i zapisać rejestry konkretną wartością, a na koniec to wszystko przetestować. Teraz warto sobie przypomnieć, że przecież chcieliśmy tylko poznać właściwości i działanie układu po to, aby podjąć decyzję o ewentualnym jego zastosowaniu. Wykonanie tak dużej pracy, aby w końcu dojść do wniosku, że układ jest dobry, ale nie jest tym, o co dokładnie chodzi w danej aplikacji, wiąże

się ze sporym ryzykiem straty czasu i pieniędzy. Dlatego producent przygotował darmową aplikację *Codec Control* pozwalającą na szybkie skonfigurowanie układu, tak aby można było rozpocząć testy funkcjonalne. Program jest bezpłatny i można go pobrać ze strony TI.

Moje pierwsze próby uruchomienia zainstalowanego programu zakończyły się kompletną kląpą. W czasie uruchomienia był zgłaszany błąd i *Codec Control* w ogóle nie chciał działać. Jak się okazało problem wynikał z wewnętrznego błędu, który można stosunkowo łatwo ominąć zmieniając ustawienia systemu Windows *Ustawienia* → *Panel sterowania* → *Opcje regionalne i językowe* → *Angielski (Stany Zjednoczone)*. Program zgłasza błąd przy formacie liczb dziesiętnych z przecinkiem, co jest częstym niedopatrzaniem „zachodnich” producentów. W USA jest kropka po części całkowitej, a w Europie jest stosowany przecinek i to często jest powodem zamieszania. Po zmianach ustawień w systemie Windows wszystko działa poprawnie i możemy zacząć testować układ.

Po dołączeniu płytki do złącza USB komputer powinien ją wykryć jako urządzenie audio. Jest to sygnalizowane na płycie przez świecenie się diod D1 i D2. W komputerze można sprawdzić prawidłowość zainstalowanie się sterownika we właściwościach systemu (*Panel Sterowania* → *System* → *Sprzet* → *Menadżer urządzeń* → *kontrolery USB* → *Urządzenie kompozytowe USB*). W oknie *Panel Sterowania* → *Dźwięk i urządzenia audio*, w zakładce *audio* nasze urządzenie powinno być widoczne jako *USB-miniEVM* (rysunek 7). Teraz uruchamiamy *Codec Control* i pojawia się ekran główny ze schematem blokowym kodeka (rysunek 8). Pierwsze, co rzuca się w oczy to możliwość ustawienia ścieżki sygnału z wejścia do wyjścia. Przy blokach PGA, miksera i wzmac-

niaczy końcowych są umieszczone kontrolki pozwalające na ich włączanie i wyłączenie oraz na ustawianie poziomu sygnału tam, gdzie jest to możliwe. Połączenia sygnałów ustala się klikając na symbolu wyłącznika. Każde kliknięcie powoduje sekwencyjne zamykanie lub otwieranie wyłącznika.

Nawet na tym podstawowym poziomie konfiguracji ustawień jest sporo. Warto na początek wczytać ustawienie predefiniowane przez producenta. W tym celu klikamy na okno *View*, potem wybieramy *Example Configurations* i na przykład *HP Playback*. Konfiguracja jest wpisywana do kodeka po kliknięciu na przycisk *Program Codec*. Jest ona przeznaczona do odtwarzania dźwięku przesyłanego z komputera do kodeka przez złącze USB. Jeżeli popatrzymy na ekran główny *Codec Control*, to zauważymy, że wszystkie wejścia analogowe są odłączone i włączony jest jedynie wzmacniacz słuchawkowy z wyjściami HPR i HPL, a reszta wzmacniaczy mody jest wyłączona. Sygnał na wejściu wzmacniacza słuchawkowego pochodzi z wyjścia przetworników D/C. To by się zgadzało, bo chcieliśmy odtwarzać cyfrowy sygnał przesyłany przez USB. A to oznacza, że dane z układu TAS1020B są po odebraniu z USB przesyłane przez interfejs I<sup>2</sup>C do kodeka. To połączenie musimy jakoś zdefiniować. Można to zrobić po kliknięciu na żółty prostokąt *DIGITAL AUDIO PROCESSING SERIAL INTERFACE*. Otwiera się wtedy duże okno z 5 zakładkami i wieloma ustawieniami. Na **rysunku 9** i **rysunku 10** pokazano zakładki *Audio Serial Interface* i *Codec Clocks*. W oknie *Audio Serial Interface* do przesyłania sygnału jest używany *ASI#1*. Pozostałe mają zablokowane wejścia A/C i wyłączone wyjścia D/C. Okno *Codec Clocks* pozwala na włączenie i zaprogramowanie systemu generatora sygnałów zegarowych dla bloków PLL,

REKLAMA

## Handscope HS3 – przystawka oscyloskopowa z generatorem na USB



Moduł był testowany i został opisany w *Elektronice Praktycznej* 11/2010

- 2 wejścia BNC (DSO)
- maksymalne próbkowanie do 100MS/s/kanal
- pasmo DC – 50MHz (–3dB)
- rozdzielczość 8, 12, 14 lub 16 bitów
- zakresy napięć 200mV...80V
- sprzężanie wejścia AC, DC
- impedancja wejściowa 1MΩ / 30pF
- zabezpieczenie wejść ±200V
- pamięć 128kS/kanal
- rozbudowany układ wyzwalania
- interfejs USB 2.0 High Speed
- funkcje: oscyloskop cyfrowy (DSO), generator przebiegów (AWG), analizator widma, woltomierz,
- rejestrator
- praca synchroniczna wielu modułów
- 1 wyjście BNC – generator sygnałowy (AWG)
- maksymalne próbkowanie 50MS/s
- pasmo DC – 2MHz
- rozdzielczość 14 bitów dla 50MS/s
- pamięć: 1kS DDS, 128KS liniowo
- przebiegi: sinus, trójkąt, prostokąt, DC, szumy, zdefiniowany

**Egmont**

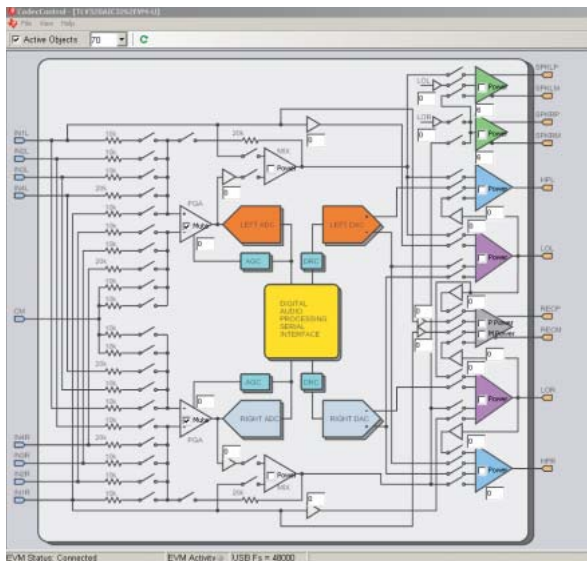


Egmont Instruments, ul. Chłodna 39, pawilon 11, 00-867 Warszawa  
tel. 228506205, 692501750, faks 226540248  
e-mail [tiepie@egmont.com.pl](mailto:tiepie@egmont.com.pl), <http://www.egmont.com.pl/tiepie>

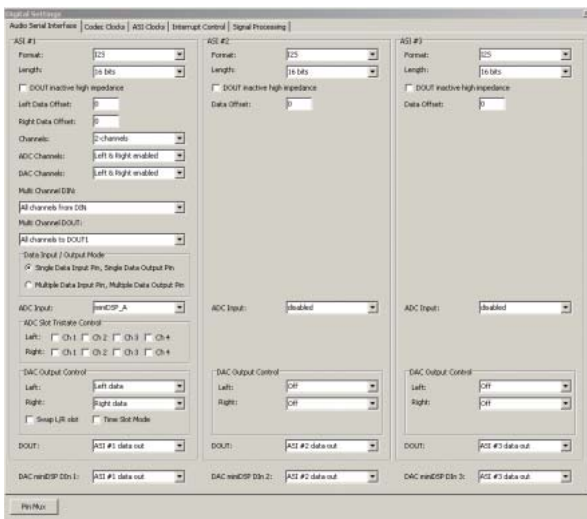
A/C i D/C oraz zegara ogólnego przeznaczenia. Warto przeszedź wszystkie zakładki i opcje programowania okna *Digital Settings*.

Podobnie można konfigurować bloki ADC, DAC, AGC i DRC. W przetworniku A/C można zdefiniować, które sygnały analogowe trafiają na wejście, wzmacnienie wzmacniacza wejściowego PGA, balans kanałów, wstępną polaryzację wejścia mikrofonowego i całkowite wzmacnienie toru wejść analogowych. W bloku DAC ustawień jest dużo więcej. W oknie ustawień Audio Outputs mamy do dyspozycji zakładki *Output Routing 1* i *Output Routing 2* definiujące ścieżki sygnału z wyjścia D/C i z możliwością włączenia i ustawienia regulacji poziomu sygnału. W zakładce *DAC/REC Outputs* ustawia się poziomy wzmacnienia całego bloku D/C i wyjścia REC, a w zakładce *HP/SPK* wzmacnienie sygnału wejściowego dla wzmacniacza słuchawkowego i głośnikowego. Na **rysunku 11** pokazano okno *Audio outputs* z otwartą zakładką *Output Routing 2*. W oknie kompresora dynamiki DRC jest wyświetlany wykres charakterystyki poziomu sygnału wyjściowego w funkcji poziomu wejściowego. Regulując suwakami *Threshold* i *DAC Gain* zmieniamy kształt wykresu tej funkcji (**rysunek 12**).

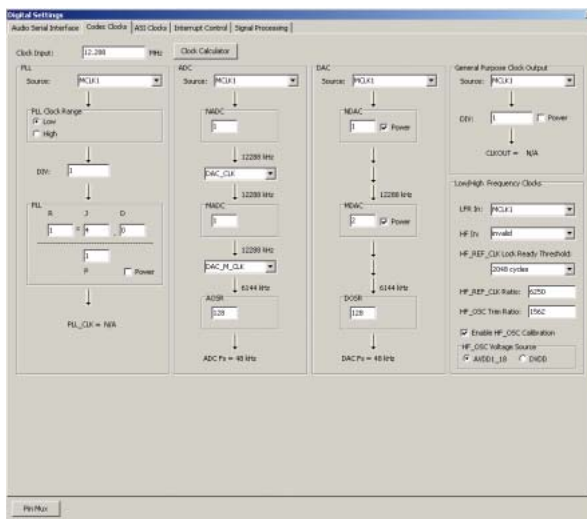
Żeby poznać wszystkie lub przynajmniej interesującą nas część kodeka trzeba poświęcić trochę czasu, nawet mając do dyspozycji gotowy moduł ewaluacyjny i program *Codec Control*. Przy okazji można się przekonać jak skomplikowany jest sam kodek, ale też jak pomocnym narzędziem jest oprogramowanie *Codec Control*. Nawet po podjęciu decyzji o jego zastosowaniu można szybko i wydajnie testować szereg opcji ustawień przydatnych we własnym programie sterującym. Takie działania są wspierane przez możliwość odczytania zawartości wszystkich rejestrów skonfigurowanego kodeka w oknie *Register Inspector* wywoływanym z menu *View -> Register Inspector*.



Rysunek 8. Okno główne programu *Codec Control*



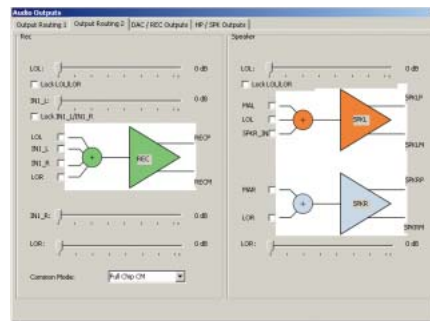
Rysunek 9. Okno *Audio Serial Interface*



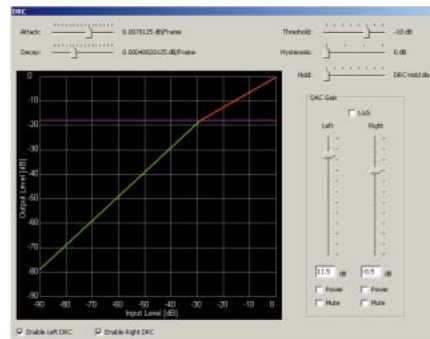
Rysunek 10. Okno *Codec Clocks*

**Podsumowanie**

Przeprowadziłem próby różnych ustawień konfiguracji kodeka za pomocą programu *Codec Control*. Bardzo interesowała mnie możliwość wykorzystania układu jako wzmacniacza słuchawkowego z interfejsem USB. W tej roli



Rysunek 11. Zakładka *Output Routing* okna *Audio Outputs*



Rysunek 12. Okno kompresora DRC

układ spisyuje się znakomicie. Dźwięk jest dobrej jakości, oczywiście pod warunkiem dołączenia dobrych słuchawek. Nie miałem większych zastrzeżeń do całego słyszalnego pasma przenoszenia. Przesyłanie strumienia danych przez USB przebiega prawidłowo. Nie słychać zakłóceń typu „pyknięcie” spotykanych przy transmisji przez USB 1.1.

Texas Instruments stale potwierdza, że jest jednym z liderów układów przeznaczonych dla aplikacji audio. Jestem pod wrażeniem możliwości kodeka, modułu ewaluacyjnego i przygotowanych dla niego narzędzi. Kupując moduł dostajemy wszystko, aby szybko i dokładnie przetestować TLV320AIC3262. Jednak to nie jest tanie testowanie, przynajmniej jak na nasze warunki. TLV320AIC3262EVM-U w firmie Farnell kosztuje ok. 1160 złotych. To sporo i trzeba być przekonany, że ten układ może być tym, czego szukamy. Układ kodeka umieszczony w małej obudowie BGA, to pewna bariera dla zastosowań amatorskich i dla małych firm. Trochę szkoda, bo nie brakuje u nas zaawansowanych amatorów, którzy mogliby ten układ wykorzystać dla własnych celów. Z drugiej strony układy elektroniczne coraz bardziej się miniaturyzują i trudno jest oczekiwać, że taki koncern jak TI będzie umieszczał zaawansowane układy w większych obudowach, po to, aby mogli z nich korzystać hobbyści. No cóż – po szybkim przejściu z montażu przewlekane na układy SMD z rastrem wyprowadzeń 0,5 mm trzeba chyba pomyśleć, jak poradzić sobie z układami w obudowach BGA i płytkami wielowarstwowymi...

**Tomasz Jabłoński, EP**