

Dekoder Dolby Digital/DTS, część 2 AVT-982



Cyfrowy dekodery Dolby to urządzenie na miarę XXI wieku. Jego powstanie było możliwe dzięki postępowi technologicznemu. Urządzenie zostało wykonane z użyciem elementów, które wprawdzie nie są łatwo dostępne, ale gwarantują wysoką jakość urządzenia.

Rekomendacje: wykonanie dekodera będzie zadaniem trudnym, a nawet bardzo trudnym, jeśli jednak zakończy się sukcesem, na pewno dostarczy wiele satysfakcji i zadowolenia.

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytki o wymiarach 137x77 mm
- Zasilanie 8...12 VAC
- Systemy dekodowania wielokanałowego dźwięku dookólnego: Dolby Digital 5.1 i DTS ES
- Odtwarzanie niekodowanych danych PCM
- Automatyczne wykrywanie systemu kodowania AC3/DTS/PCM
- Wykrywanie i dekodowanie sygnału Dolby Surround Pro Logic
- Cyfrowa regulacja poziomu sygnału (głośność) Master Volume
- Regulacja balansu w każdym z kanałów
- Regulacja opóźnienia w każdym z kanałów
- Możliwość aplikacji systemów SRS, VMAX i Circle Surround (zależnie od wersji dekodera STA310)
- Wejście S/PDIF (standard RS422)
- Opcjonalne wejście I2S
- Liczba kanałów przetwornika DAC: 6
- Liczba kanałów wyjścia sygnału analogowego: 6
- Liczba kanałów analogowego filtra dolno-przepustowego: 6

Działanie dekodera

Dekodowanie sygnału wejściowego zostało funkcjonalnie podzielone na kilka etapów.

Pierwszy etap to operacja *parsingu*. *Parsing* jest wykonywany w procesorze wejściowym i jego działanie jest podzielone na dwie części: *parser* pakietów i *parser* audio.

Parser pakietów dzieli na pakiety strumień danych wejściowych, następnie je sortuje i przesyła do *parsera* audio. Żeby ze strumienia danych wejściowych poprawnie „wyłowić” początek pakietu, trzeba najpierw wykryć słowo synchronizacyjne pakietów. Możliwe jest zaprogramowanie automatu wyszukiującego słowa synchronizacyjne na znalezienie jednego lub dwu słów przed rozpoczęciem pakietowania danych. *Parser* pakietów może być również zaprogramowany na detekcję tylko jednego typu danych na podstawie identyfikatora ID. Pakiety o innym ID będą ignorowane (nie przesyłane do następnej fazy *parsingu*).

Parser audio wykrywa słowo synchronizacyjne audio. To słowo synchronizacyjne musi odpowiadać typowi danych, które mają być dekodowane (na przykład DTS). Możliwe jest zaprogramowanie wykrycia 2 słów synchronizacyjnych przed rozpoczęciem *parsingu*.

Stan synchronizacji *parsera* można określić odczytując zawartość rejestru SYNC_STATUS.

Pokazany na rys. 2 przełącznik kieruje dane audio (zakodowane

lub nie) na podstawie informacji otrzymanej z *parsera* do odpowiedniego bloku dekodera, gdzie następuje właściwe dekodowanie.

Kolejnym etapem jest właściwe dekodowanie. Na wejściu bloku dekodera pojawiają się dane wyjściowe z *parsera*. Układ może dekodować formaty AC3 (Dolby Digital), MPEG1, MPEG2 layer II, LPCM, MP3 i DTS.

Dekodowanie sygnału podzielone jest na fazy:

- faza idle,
- faza inicjalizacji,
- faza dekodowania.

Faza idle jest wprowadzana po sprzętowym lub programowym zerowaniu dekodera. Procesor DSP nie dekoduje danych wejściowych i czeka na komendę RUN. Po komendzie RUN mikrokontroler musi wpisać do rejestrów STA310 wszystkie niezbędne dane inicjalizacyjne. W fazie inicjalizacji nawet wtedy, kiedy dane nie są przetwarzane możliwe jest takie zaprogramowanie układu, że są generowane sygnały zegarowe interfejsu wyjściowego PCM (MUTE=1). Umożliwia to komunikację i inicjalizację z zewnętrznym przetwornikiem cyfrowo-analogowym i jest również bardzo przydatne w tym rozwiązaniu, bo PCM1680 wymaga programowego ustawienia wejściowego formatu I2S.

Faza dekodowania rozpoczyna się po wysłaniu do dekodera komendy RUN, wykonaniu inicjalizacji i wykonaniu komendy PLAY. Dekodowanie jest zatrzymywane przez wysła-

Tab. 4. Działanie komend PLAY i MUTE w fazie dekodowania

Komenda		Wyjście zegara systemowego	Wyjście PCM	Dekodowanie
Play	Mute			
0	0	Brak	0	nie
0	1	Jest przebieg	0	nie
1	0	Jest przebieg	Dane wyjściowe	tak
1	1	Jest przebieg	0	tak

nie do dekodera komendy MUTE. W tab. 4 pokazano kombinacje komend PLAY i MUTE.

Sygnal danych pojawia się na wyjściach danych wyjściowego interfejsu PCM, kiedy jest aktywna komenda PLAY i nieaktywna komenda MUTE, (jeżeli dekoderek jest w fazie dekodowania). Zdekodowane dane wyjściowe z dekodera są poddawane operacjom *post decodingu*, przekierowaniu kanału basowego LFE i regulacji poziomu (głośności), a także balansu kanałów.

W skład operacji *post decodingu* wchodzi filtrowanie składowej stałej, filtrowanie deemfazy i *downsampling*. W bloku *post decodingu* wbudowany jest też dekoderek Dolby Prologic.

Przekierowanie kanału basowego LFE umożliwia wydzielenie niskich częstotliwości z wszystkich kanałów (L,R, C, Ls, Rs, Lfe) i przesłanie ich do specjalnego kanału subwoofera. Funkcja ta musi umożliwiać odtwarzanie niskich częstotliwości przez podstawowe głośniki kanału lewego i prawego (front), kiedy w systemie nie ma głośnika basowego.

Funkcja regulacji głośności i balansu umożliwia regulowanie poziomu sygnału wyjściowego niezależnie w każdym z 6 kanałów.

Taktowanie dekodera

System generowania sygnałów zegarowych dekodera STA310 jest podzielony na 2 niezależne moduły: moduł taktowania rdzenia DSP i moduł taktowania układów wyjściowych PCM. Źródłem sygnału zegarowego dla obu modułów jest przebieg podawany na wyprowadzenie CLK o domyślnej częstotliwości 27 MHz.

Rdzeń DSP może być taktowany na 4 sposoby (rys. 3):

- sygnałem zegara z wyprowadzenia CLK,
- sygnałem zegara z wyprowadzenia CLK o częstotliwości podzielonej przez 2,
- sygnałem z wyjścia układu PLL systemowego,

- sygnałem z wyjścia układu PLL systemowego o częstotliwości podzielonej przez 2

Jeżeli dostępny jest przebieg o częstotliwości 27 MHz, to zazwyczaj nie ma potrzeby taktowania rdzenia z wyjścia układu PLL systemowego. Kiedy zewnętrzny zegar taktujący ma inną częstotliwość lub potrzebna jest większa wydajność rdzenia, to można wykorzystać do taktowania wyjście PLL. Zakres generowania częstotliwości wyjściowych jest stosunkowo duży, a przy tym można je dokładnie ustawiać. Zegar taktujący rdzeń DSP jest dostępny na wyjściu CLKOUT.

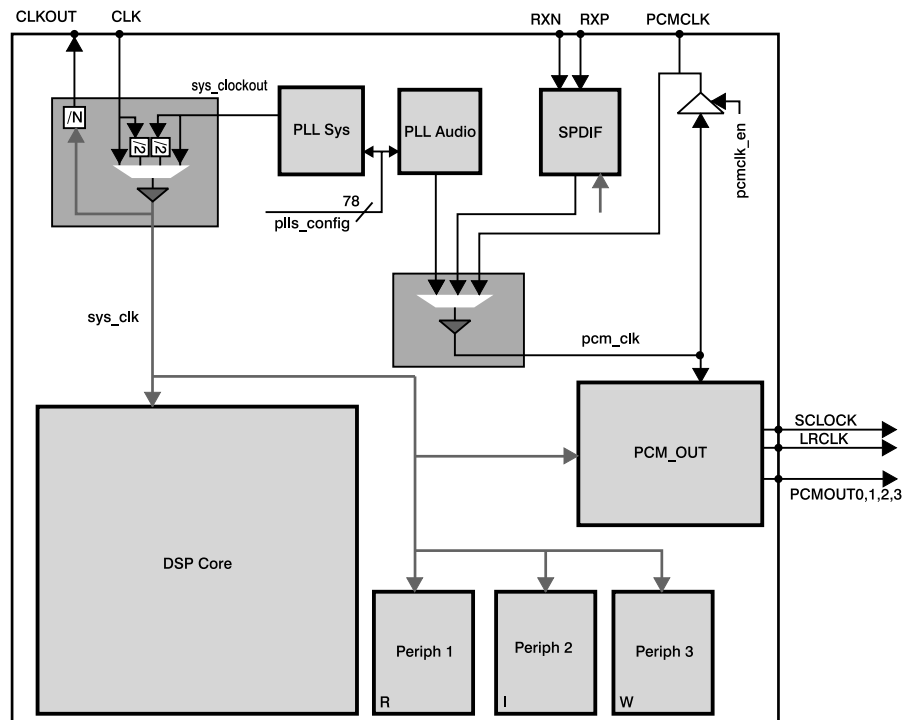
System taktowania układami wyjściowymi PCM przez układ PLL audio jest też zoptymalizowany dla częstotliwości CLK=27 MHz. W trakcie wewnętrznej procedury inicjalizacyjnej wykonywanej po włączeniu zasilania, do rejestrów PLL audio wpisywane są wartości domyślne i nie ma potrzeby ich przeprogramowywania. Jeżeli sygnał wejściowy jest podawany na wej-

ście I2S_1, a CLK ma częstotliwość inną niż 27 MHz, to układ PLL audio musi być przeprogramowany. Układy wyjściowe PCM mogą być też taktowane zegarem odtworzonym z sygnału S/PDIF lub zegarem podanym na wyprowadzenie PCMCLK. Po włączeniu zasilania układ PLL nie jest aktywny, a wyprowadzenie PCMCLK jest ustawione jako wejściowe.

Interfejsy PCM

Dane wejściowe mogą być przesyłane do dekodera przez wejście I2S_1, wejście S/PDIF lub przez interfejs równoległy. Interfejs równoległy do przesyłania danych audio jest współdzielony z interfejsem równoległym do programowania rejestrów konfiguracyjnych. Dane z wejścia I2S_2 nie są dekodowane, ale mogą być miksowane ze zdekodowanymi sygnałami wyjściowymi. To wejście może być wykorzystywane do podłączenia mikrofonu (przez przetwornik analogowo-cyfrowy) w systemie karaoke.

Interfejs równoległy jest przewidziany do specjalnych zastosowań, na przykład do połączenia z innym procesorem DSP. Przez interfejs I2S_1 podawane są dane przeznaczone do dekodowania. Zazwyczaj jest wykorzystywany, kiedy STA310 pracuje w większym



Rys. 3. Schemat blokowy systemu zegarowego

systemie, na przykład w dekoderyze zintegrowanym z układami odtwarzacza DVD.

Z naszego punktu widzenia najbardziej atrakcyjnym wejściem jest wejście S/PDIF. Można przez nie bezpośrednio połączyć sygnał z wyjścia odtwarzacza DVD. Poza tym nie trzeba się martwić o źródło sygnału taktującego układy wyjściowe PCM (zegar systemowy audio). Jest on odtwarzany z bifazowo zakodowanego sygnału wejściowego.

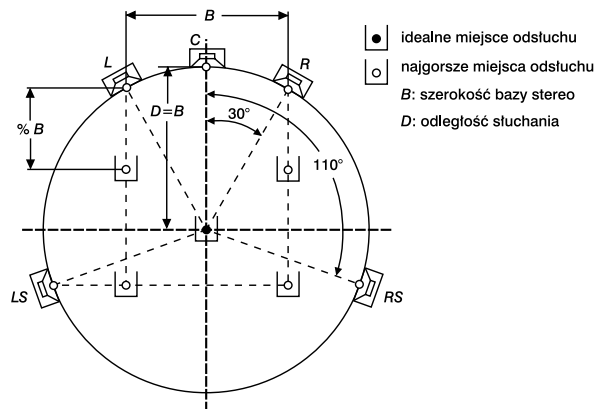
Zastosowanie interfejsu S/PDIF umożliwia wykorzystanie bardzo atrakcyjnej właściwości dekodera. Potrafi on ze strumienia danych w module parsera wydzielić informację o rodzaju dekodowanego sygnału i automatycznie wykryć system dekodowania. Takiej właściwości nie ma przesyłanie danych przez wejście I2S_1.

Dane wyjściowe są formatowane do formatu PCM akceptowanego

przez większość przetworników cyfrowoanalogowych. Format wyjściowy jest programowany przez zapisanie odpowiednich rejestrów układu. W modelowym układzie został zaprogramowany format I2S. Interfejs PCM składa się z linii danych, zegara taktującego przesyłaniem danych, sygnału identyfikacji kanałów i zegara systemowego. Sygnały zegarowe są uzyskiwane z wejściowego zegara systemowego.

Dekodowanie systemu AC3 (Dolby Digital)

Jak wiemy, gdy wykorzystywane jest wejście S/PDIF, dekodek może automatycznie wykryć rodzaj zakodowanego sygnału. Informacja o tym, że takie wykrycie nastąpiło i jaki jest rodzaj zakodowanego sygnału jest zapisywana do od-

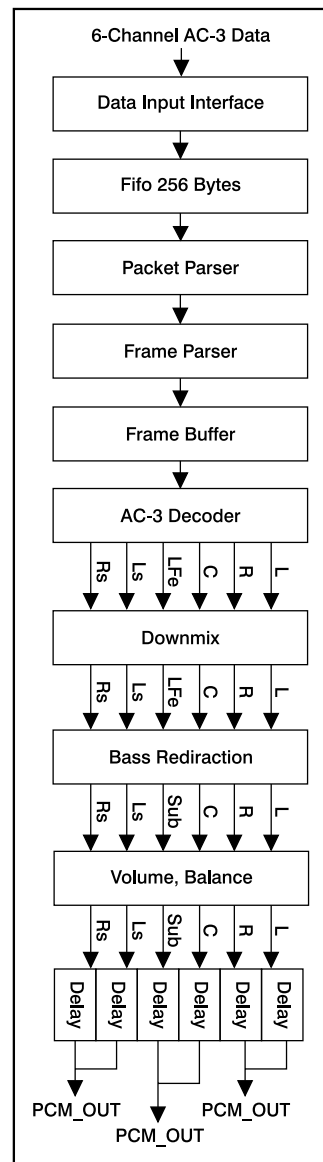


Rys. 4. Rozmieszczenie głośników w systemie Dolby

powiednich rejestrów układu. Ta właściwość została wykorzystana w działaniu opisywanego dekodera. Do detekcji zmiany można również

Tab. 5. Rejestr OCFG

Bit	Konfig.	Specyfikacja Dolby	Opis
OCFG [2...0]			Konfiguracje zarządzania kanałem basowym w powiązaniu ze standardem Dolby. Dla konfiguracji 2, 3, 4 bit LFE może być ustawiony na 1, dla pozostałych konfiguracji LFE nie ma znaczenia
	0	ALL	Wszystkie kanały są przesyłane bez zmian i są poddawane tylko regulacji poziomu sygnału
	1	LSW	Niskie częstotliwości są wydzielane ze wszystkich 6 kanałów wejściowych i kierowane do kanału subwoofera według zależności $SUB=LP(L+R+Ls+Rs+C+LFE)$. W tej konfiguracji niskie częstotliwości są usuwane (filtrowane) z wszystkich 5 kanałów poza kanałem SUB
	2	LLR	Niskie częstotliwości są wydzielane z wejściowych kanałów C, SUB, Ls i Rs i kierowane do przednich kanałów L i R według zależności $L=L+LP(C+LFE+Ls+Rs)$, $R=R+LP(C+LFE+Ls+Rs)$. Jeżeli jest użyty kanał subwoofera (LFE=1), to $SUB=LP(LFE+C+Ls+Rs)$
	3	SLP	Niskie częstotliwości są kierowane do kanałów L, R, Ls i Rs, lub mogą być kierowane do kanału subwoofera. Jeżeli bit LFE=0, to $L=L+LP(C)+LFE$, $R=R+LP(C)+LFE$, $Ls=Ls+LFE$, $Rs=Rs+LFE$. Jeżeli bit LFE=1, to $SUB=LFE$, $L=L+LP(C)$, $R=R+LP(C)$, $Ls=Ls$, $Rs=Rs$
	4	SIMP	Niskie częstotliwości są wydzielane z kanałów C, LFE, Ls i Rs i kierowane: jeżeli bit LFE=0 $SUB=LFE$, $L=L+(C+Ls+Rs)$, $R=R+(C+Ls+Rs)$, jeżeli bit LFE=1
	5	BYP	Wszystkie kanały są przesyłane bezpośrednio do wyjść PCM
	6		Konfiguracja 1 bez filtrowania
BOOST			Jeżeli OCFG=2 (LLR) 0 nie ma znaczenia 1 podbicie niskich częstotliwości +12 dB w przednich kanałach L i R Jeżeli OCFG=3 (SLP) Dla aktywnego subwoofera 0 nie ma znaczenia 1 podbicie niskich częstotliwości +4 dB dla wszystkich kanałów Jeżeli subwoofer nie jest aktywny 0 nie ma znaczenia 1 podbicie niskich częstotliwości +8 dB dla wszystkich kanałów
	LFE		0 - kanał subwoofera jest wyłączony 1 - kanał subwoofera jest aktywny



Rys. 5. Fazy dekodowania sygnału AC3

wykorzystać mechanizm zgłaszania sprzętowego przerwania do mikrokontrolera sterującego.

Kodowanie AC3 jest wykorzystywane w najbardziej znanym systemie dźwięku dookólnego – Dolby Digital firmy Dolby. Praktycznie każdy film oferowany na płytach DVD w naszym kraju ma dźwięk dookólny zapisany w systemie Dolby Digital 5.1

System Dolby Digital 5.1 jest uproszczoną, konsumencką wersją kinowego systemu stosowanego z powodzeniem w profesjonalnej kinematografii od wielu lat. Do odtwarzania dźwięku dookólnego wykorzystuje się 5 kanałów:

- 2 kanałów – prawego R i lewego L, umieszczonych z przodu przed słuchaczem. Są to odpowiedniki kanałów w klasycznej stereofonii,
- kanału centralnego, w którym są przesyłane głównie dialogi,
- 2 kanałów efektów: prawego Rs i lewego Ls, umieszczonych z tyłu za słuchaczem.

Dodatkowo przesyłany jest specjalny kanał subbasowy LFE. Kanał LFE służy do przesyłania niskich częstotliwości akustycznych i jest przeznaczony do sterowania specjalnego głośnika niskotonowego subwoofera. Każdy z kanałów jest

oddzielnie nagrywany i przesyłany z pełną separacją. Jest to spory postęp w stosunku do starszego systemu Dolby Pro Logic, gdzie kanał efektów (*surround*) był wytwarzany w dekodерze. Znormalizowane rozmieszczenie głośników w systemie Dolby zostało pokazane na **rys. 4**.

Kiedy *parser* wykryje rodzaj kodowanego sygnału, to informacja ta jest wpisywana do rejestru DECODESEL. Dla systemu Dolby Digital DECODESEL=0. Po wykryciu, że sygnał jest zakodowany w systemie Dolby Digital, w dekodерze trzeba wybrać jeden z 4 systemowych trybów kompresji:

- Tryb Custom A (custom 0 w specyfikacji Dolby),
- Tryb Custom D (custom 1 w specyfikacji Dolby),
- Tryb Line,
- Tryb RF.

Tryb jest wybierany przez zapisanie rejestru AC3_COMP_MOD. W modelowym rozwiązaniu został wybrany tryb liniowy (Line). Opis działania każdego z trybów można znaleźć w specyfikacji systemu Dolby.

Kolejną czynnością konfiguracyjną jest zaprogramowanie funkcji *downmix*. W wielokanałowych systemach dźwięku dookólnego można zredukować liczbę kanałów, przez

przesyłanie informacji z redukowanego kanału do innych kanałów. Przykładem *downmix'u* jest tryb phantom, gdzie informacja z kanału centralnego (dialogi) jest przesyłana do kanałów przedniego lewego i przedniego prawego. Stosuje się też *downmix* do formatu Dolby 2.0, gdzie cała informacja dźwięku przestrzennego jest przesyłana w systemie dwukanałowym (stereo).

Downmix nie jest prostym sumowaniem kanałów. Musi zapewnić spójność fazową i jednakową głośność kanałów. W dekodерze STA310 *downmix* dla dekodera AC3 programuje się przez zapisanie rejestru AC3_DOWNMIX.

Kolejnym krokiem inicjalizacji dekodera będzie zaprogramowanie funkcji przekierowania kanału basowego (*bass redirection*) przez zapisanie rejestru OCFG – **tab. 5**.

Na **rys. 5** pokazano schematycznie wszystkie fazy dekodowania sygnału AC3. Za regulatorami głośności umieszczone są moduły opóźnień czasowych. Regulacja opóźnień w każdym z kanałów pozwala na kompensowanie wpływu akustyki pomieszczenia odsłuchowego na odtwarzany dźwięk dookólny.

Tomasz Jabłoński, EP
tomasz.jablonski@ep.com.pl

Uniwersalne płytki do montażu SMD



www.sklep.avt.pl
tel. 22-5689950

MS-DIP/PLCC1
 Płytki do montażu elementów PLCC16, PLCC68
Cena: 4,80 zł