

VS1053 Hi-Fi Player

Odtwarzacz multimedialny firmy VLSI

Digitalizacja analogowego sygnału audio przez wiele lat kojarzyła się przeciętnemu odbiorcy muzyki z płytą kompaktową CD. Płyta mogła być odtwarzana przez specjalizowane odtwarzacze produkowane przez firmy dysponujące odpowiednim zapleczem konstruktorskim i technologicznym, jednak współcześnie sytuacja jest zupełnie inna. Utwory muzyczne są często odtwarzane z innych nośników, których użycie nie wymaga aż takiego zaplecza technicznego i skomplikowanej mechaniki. Spowodowało to powstanie rynku zupełnie nowych urządzeń – odtwarzaczy przenośnych.

Pojawienie się czytników płyt CD oraz ich masowe użycie w komputerach PC pozwoliły na kopiowanie zawartości płyt muzycznych na dyski i odtwarzanie z innego nośnika. Początkowo taki sposób archiwizacji nagrań nie zdobył sobie zbyt dużej popularności, a to ze względu na dużą wielkość plików zapisywanych na płytach CD. Prawdziwa rewolucja dokonała się po wprowadzeniu kompresji mp3. Przeciętny utwór muzyczny skompresowany z zadowalającą dla większości odbiorców jakością zajmuje kilka MB. Używane dzisiaj najbardziej po-

pularne nośniki danych mają pojemności rzędu kilku GB, więc jest łatwo policzyć, jak wiele plików muzycznych można na nich zamieścić.

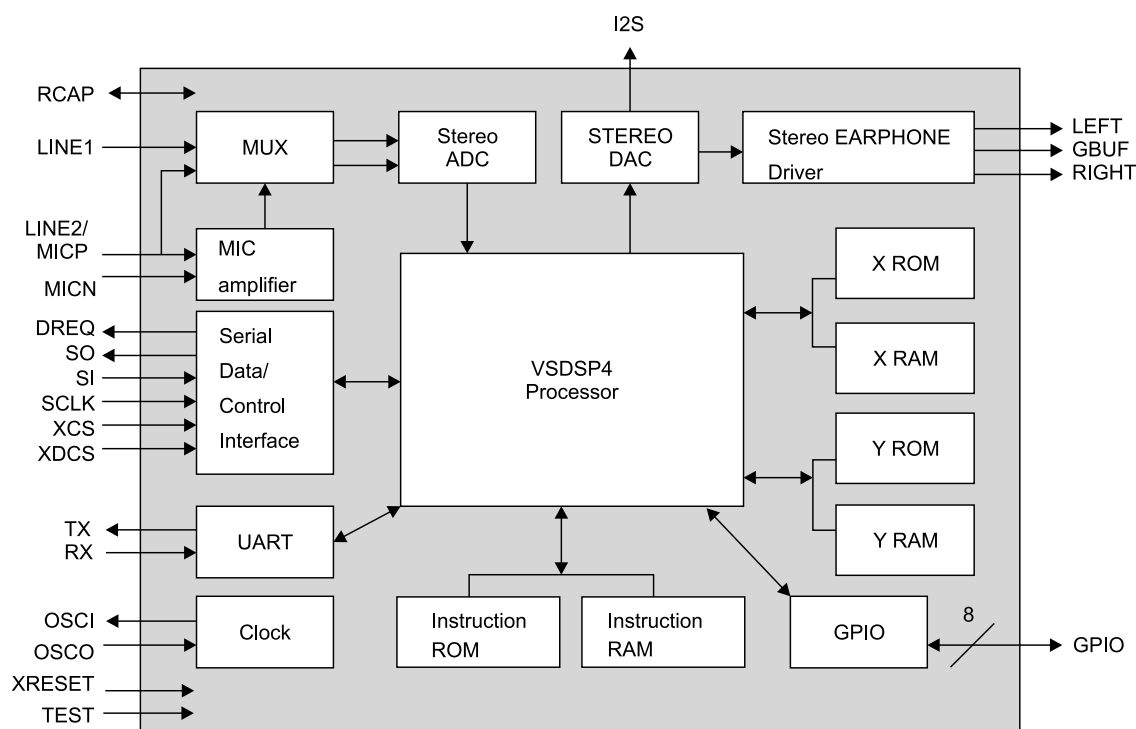
Sukces formatu mp3 spowodował, że zaczęto poszukiwać jeszcze bardziej efektywnych metod kompresji przy zachowaniu wystarczającej jakości nagrań. Obecnie jest znanych i używanych kilka formatów, a wśród nich najbardziej popularne to MP3, AAC, WMA, FLAC i OGG. Szczególnie ten ostatni format jest godny uwagi ze względu na dobrą jakość kompresji i darmowa licencję.



Redakcja „Elektroniki Praktycznej” dziękuje firmie TME z Łodzi za udostępnienie zestawu ewaluacyjnego VS1053 Hi-Fi Player do testów

VS1053

Kompresja materiału audio mimo niezaprecjalnych zalet (mniejsze pliki) komplikuje odtwarzanie muzyki. Algorytm dekompresji wymaga sporej mocy obliczeniowej



Rysunek 1. Schemat blokowy układu VS1053

CPU oraz jest trudny do zaimplementowania. Nawet użycie gotowych rozwiązań nie jest gwarancją, że wszystko będzie działać prawidłowo i nie spędzimy kilku miesięcy przy uruchomieniu gotowego odtwarzacza.

Urządzenia odtwarzające są w znakomitej większości przenośne, a co za tym idzie – zasilane bateryjnie. Ich istotnym parametrem jest ograniczenie poboru mocy. Niestety, w większości mikrokontrolerów zapotrzebowanie na energię rośnie wraz z zapotrzebowaniem na moc obliczeniową.

Ominięcie opisywanych wyżej problemów umożliwia zastosowanie gotowych, specjalizowanych dekodów produkowanych przez fińską firmę VLSI Solution. W ofercie firmy jest dostępnych wiele interesujących układów przeznaczonych do stosowania w odtwarzaczach audio. Nie dosyć, że są to bardzo dobre produkty (czego mogłem doświadczyć, stosując układ VS1011 w zbudowanym przez mnie radiu internetowym), to jeszcze dzięki krajowemu dystrybutorowi nie ma problemu z kupieniem pojedynczych egzemplarzy w Polsce. To ostatnie spostrzeżenie na pewno ucieszy wszystkich tych, którzy często znajdują ciekawy układ, po czym dowiadują się, że owszem można kupić, ale minimum (np.) 20000 sztuk.

VLSI Solution stara się zachęcić potencjalnych użytkowników do stosowania swoich wyrobów przez udostępnianie wyczerpujących danych katalogowych, not aplikacyjnych oraz pełnej dokumentacji gotowych rozwiązań łącznie ze schematami, plikami źródłowymi i wynikowymi. Jedną z form zachęcania jest możliwość sprawdzenia działania produktów firmy przez testowanie gotowych modułów ewaluacyjnych. Dzięki uprzejmości firmy TME, dystrybutora produktów VLSI, mogłem przetestować firmowy moduł Hi-Fi Player oparty na układzie VS1053B.

VS1053 jest w materiałach firmowych określany jako najbardziej zaawansowany i wszechstronny kodek audio (możliwość odtwarzania i nagrywania) w portfolio VLSI. Jego schemat blokowy pokazano na rysunku 1. Dekoduje pliki kompresowane w stratnych formatach: Vorbis Ogg, MP3, MP2, MPEG4/AAC, WMA4.0, MIDI. Można też za jego pomocą odtwarzać pliki w bezstratnym formacie WAV (niekompresowany format używany do zapisywania muzyki na płytach CD).

Po zainstalowaniu programowego plug-inu możliwe jest odtwarzanie skompresowanych bezstratnie plików w formacie FLAC. Odtwarzanie plików WAV i FLAC na pewno zainteresuje zwolenników budowy odtwarzaczy materiału muzycznego wysokiej jakości, tym bardziej że układ ma wbudowany interfejs I²S pozwalający na dołączenie zewnętrznego DAC wysokiej jakości.

Ponieważ zgodnie z przeznaczeniem VS1053 ma odtwarzać skompresowane pliki w przenośnych odtwarzaczach, został wyposażony w wewnętrzny stereofoniczny DAC i wzmacniacz słuchawkowy, który można obciążać słuchawkami o impedancji od 30 Ω. Wzmacniacz ma możliwość regulacji poziomu sygnału wyjściowego oraz jego barwy.

Projektanci z firmy VLSI zadbałi o to, by aplikacja układu była tak prosta, jak to tylko możliwe. Wbudowany wzmacniacz mikrofonowy pozwala uprościć tor nagrywania. Nagrywać można w formacie PCM lub po zainstalowaniu programowego plug-inu – w formacie Vorbis Ogg.

VS1053 nie jest dekodem sprzętowym, jak VS1011. Do działania wymaga napisania programu i załadowania go do wbudowanej pamięci RAM o pojemności 16 kB. Połączenie w jednej strukturze programowanego mikrokontrolera z wbudowanym rdzeniem DSP umożliwia zbudowanie kompletnego playera bez konieczności stosowania zewnętrznego mikrokontrolera.

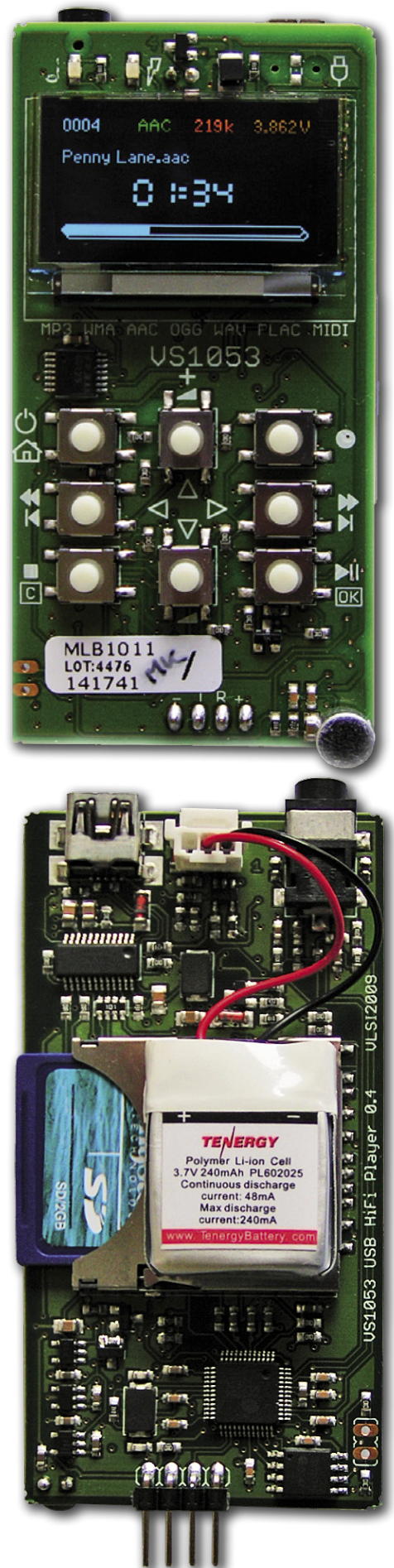
Zestaw ewaluacyjny

Moduł VS1053 USB HiFi player jest wyposażony w efektowny kolorowy wyświetlacz OLED DD-32645C o rozdzielczości 132×64 piksele, 8 klawiszy sterujących, złącze mini-USB, gniazdo kart SD, złącze słuchawkowe stereo jack i mikrofon elektretowy. Zasilanie zapewnia akumulator Li-Ion 3,7V o pojemności 240 mAh. Płytkę jest wykonana solidnie i wizualnie sprawia dobre wrażenie. Jej widok pokazano na fotografii 2.

Pliki muzyczne mogą być zapisane na 2 nośnikach: karcie SD lub zamiennie – pamięci Flash. Moduł jest fabrycznie wyposażony w jedną z tych pamięci. W testowanej płytce było zainstalowane złącze kart SD, a w komplecie była karta o pojemności 2 GB.

Dostęp do karty SD mają 2 układy: VS1053 w czasie odtwarzania plików i zapisywania sygnału z mikrofonu oraz CBM4082, który jest specjalizowanym sterownikiem umożliwiającym komputerowi PC dostęp do karty SD przez interfejs USB. Po dołączeniu kabla USB do złącza automatycznie jest włączany dostęp do karty przez interfejs USB, a wyłączany przez VS1053. Program główny przerywa odtwarzanie bieżącego pliku i wyświetla komunikat VLSI Solution VS1053 – USB oraz wartość napięcia baterii.

Karta SD powinna być wykrywana przez komputer PC jako pamięć masowa (dysk). Po podłączeniu kabla USB jest ładowany akumulator zasilający. Ładowarka wykorzystuje układ LTC4054. Po odłączeniu kabla USB odtwarzanie rozpoczyna się od początku ostatniego utworu. Program



Fotografia 2. Widok od spodu modułu VS1053 USB Hi-Fi Player

odłącza zasilanie, gdy napięcie baterii spadnie poniżej 3,6 V.

Odtwarzaczem można sterować za pomocą 8 klawiszy. Ich funkcje są opisane bezpośrednio na płytce (**rysunek 3**).

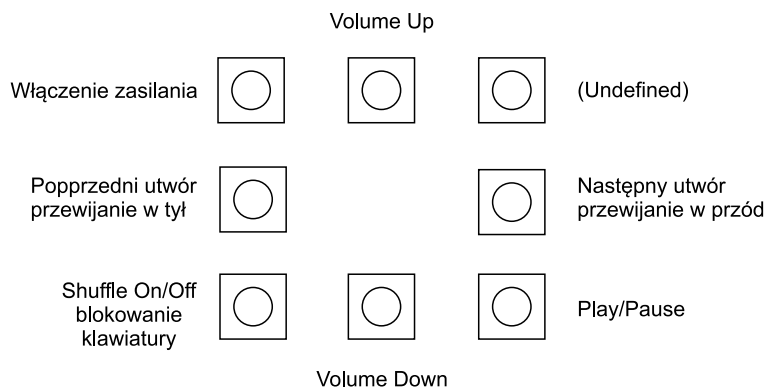
Górny lewy klawisz (z symbolem domu) włącza i wyłącza urządzenie. Po włączeniu zasilania automatycznie rozpoczyna się odtwarzanie pierwszego utworu z listy. W górnej linijsce, od lewej są wyświetlane: numer utworu, typ pliku (kompresji), prędkość przepływu danych i napięcie baterii. Dolna pokazuje: nazwę utworu, czas odtwarzania i pasek postępu. Według producenta zestaw umożliwia odtwarzanie plików w formatach: Vorbis Ogg, MP3, WMA, AAC, MIDI i WAV. Postanowiłem to sprawdzić. Ściągnąłem z Internetu shareware'owy program Audio Commander do konwersji i przekonwertowałem plik WAV na format Ogg. Plik zapisałem na karcie SD za pomocą czytnika kart SD dołączanego do PC. Niestety, układ nie chciał odtwarzać tego pliku. Próba jego otwarcia z mniejszym bitrate zakończyła się zawieszeniem się programu. Po przeszukaniu zasobów Internetu okazało się, że pliki Ogg mogą różnić się między sobą, a tu potrzebujemy konwertera Vorbis Ogg, co zostało wyraźnie zaznaczone w materiałach firmowych VLSI. Na stronie <http://www.rarewares.org/ogg.php> można znaleźć prosty konwerter *oggdropXPd* konwertujący pliki WAV na format Vorbis Ogg. Teraz skonwertowany plik został odtworzony bez żadnych problemów (**fotografia 4**). Później znalazłem na stronie firmowej w zakładce *support/software/vs1000tools* konwerter plików z formatu mp3 na format Vorbis Ogg.

Program Audio Commander wykorzystałem z powodzeniem do konwersji plików WAV na pozostałe formaty: AAC, MP3 i WMA. Na karcie nagrałem po jednym pliku w każdym z tych formatów łącznie z samym WAV. Wszystkie zostały odtworzone już bez żadnych niespodzianek. Jakość dźwięku na prostych słuchawkach była bardziej niż zadowalająca.

Nie można mieć zastrzeżeń do sposobu działania interfejsu użytkownika. Prawidłowo działała również funkcja losowego wybierania utworów *shuffle*. Widać, że program przygotowany przez inżynierów firmy VLSI został dobrze sprawdzony. Na uwagę zasługuje też ładnie zaprojektowany interfejs graficzny.

Firmowy program nie obsługuje nagrywania z wbudowanego mikrofonu. Dodanie funkcji nagrywania wymaga modyfikacji programu.

Firmowy projekt pokazuje, że VS1053 radzi sobie bardzo dobrze z deklarowanymi formatami i że można zbudować kompletny odtwarzacz bez dodatkowego mikrokontrolera, używając tylko 8 linii portów GPIO. Mając kompletną platformę sprzętową,



Rysunek 3. Klawisze sterujące playerem

można się pokusić o modyfikację firmware'u lub o napisanie własnego. Na stronie producenta oprócz kompletnej instrukcji użytkowania i schematów ideowych, umieszczono również kod źródłowy najnowszej wersji firmware'u v1.0 z dnia 12.02.2010.

Modyfikacja firmware VS1053

Przyznam, że szczególnie interesował mnie test możliwości wykonywania zmian w programie. Przeczytałem dokładnie instrukcję wgrzywania nowego oprogramowania. Jak wspomniałem, VS1053b pobiera kod z pamięci RAM i po włączeniu zasilania wymaga wykonania sekwencji przepisywania zawartości zewnętrznej pamięci stałej Flash/EEPROM do wewnętrznej pamięci RAM. W module jest zainstalowana pamięć Flash z interfejsem SPI o pojemności 4 MB typu 25×32 (Winbond). Ponieważ złącze USB jest przeznaczone tylko do komunikacji z kartą SD (przez specjalizowany układ), do zapisywania zawartości pamięci przez komputer wykorzystano interfejs RS232. Sygnały w standardzie TTL interfejsu UART VS1053 oraz masa i zasilanie +3,3 V są dołączone do wyprowadzeń złącza szpilkowego umieszczonego w dolnej części modułu. Do połączenia z komputerem konieczne jest zastosowanie konwertera TTL/RS232, na przykład zbudowanego w oparciu o układ MAX3232. Ładowanie pliku do pamięci modułu wykonuje specjalny program *prom24* wywoływany z poziomu konsoli. Wywołanie ma postać *prom24 [nazwa pliku]*. Domyślnie jest używany port COM1, ale w instrukcji opisano sposób zmiany numeru portu.

Programowanie wykonuje się w kilku krokach:

- odłączyć zasilanie z baterii i poprzez złącze USB,
- zewrzeć zworę programowania (umieszczono ją w lewym dolnym rogu płytki),
- podłączyć baterię zasilającą,
- nacisnąć i przytrzymać przycisk włączenia zasilania modułu,
- wysłać komendę *prom24 boot1053b.img*,



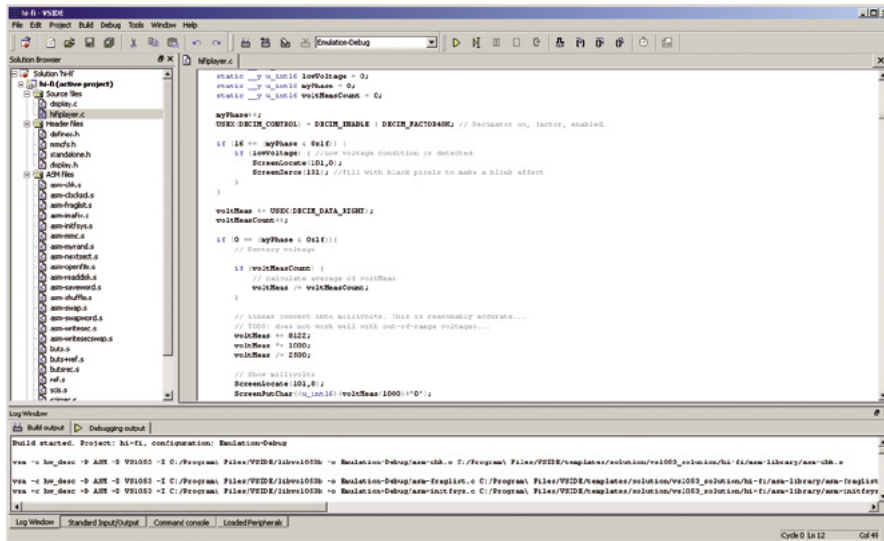
Fotografia 4. Odtwarzanie formatu Vorbis Ogg

- po zakończeniu programowania zwolnić przycisk zasilania modułu,
- rozewrzeć zworę.

W trakcie programowania i po zakończeniu zapisu pamięci na ekranie komputera są wyświetlane komunikaty i na ich podstawie można ocenić, czy zmiana programu się powiodła. Jeżeli programowanie pamięci przebiegło prawidłowo, to można spróbować zmodyfikować firmware lub nawet napisać własny. Dobrym sposobem nauczania się tego jest studiowanie firmowych przykładów i not aplikacyjnych. W wielu przypadkach jest to podstawowe źródło informacji dla programistów zaczynających pracę z nowym rdzeniem. Na stronie firmy VLSI udało mi się znaleźć 3 noty aplikacyjne:

- **VS1053 audio IO** opisująca, jak pobrać dane z wejścia, zaimplementować swoje podprogramy obróbki danych audio i wysłać dane na wyjście,
- **VS1053 audio IO files** z gotowymi przykładami z poprzedniej noty,
- **Internet Radio** opisująca ogólnie wykorzystanie VS1053 do budowy radia internetowego.

Programy przykładowe są przeznaczone głównie dla płytek ewaluacyjnych VLSI, ale



Rysunek 5. Okno VSIDE z otwartym projektem

są też dołączone do środowiska narzędziowego VSIDE.

Zgodnie z obecnie panującym trendami, producent mikrokontrolerów dostarcza do nich narzędzia programowe. Początkowo był to pakiet *vskit134b* zawierający kompilator C, assembler i linker. Programy te były uruchamiane w sadowni, co dla rozpiszczonych przez środowiska graficzne programistów nie jest zbyt wygodne. Trudno w takiej sytuacji zorganizować pracę nad programem w projekcie, a wszystkim musiał zarządzać trudny w edycji plik makefile. Oczywiście, można sobie ułatwić pracę, używając narzędzi typu SlickEdit, ale nadal niezbędne jest ręczne poprawianie makefile. Dla wygody użytkowników powstało firmowe środowisko IDE nazwane VSIDE (rysunek 5). Obecnie jest dostępna najnowsza wersja V2.05. Jak przystało na IDE, można sobie zdefiniować środowisko i uruchomić w nim własny projekt. VSIDE ma wbudowany edytor plików z możliwością kolorowania słów kluczowych i nie odbiega od podobnych pakietów tego typu przeznaczonych dla innych mikrokontrolerów.

Dodatkowym bonusem dla użytkowników VSIDE są przygotowane przez firmę przykładowe projekty, w tym projekt testowanego przeze mnie odtwarzacza Hi-Fi. Wystarczy tylko otworzyć gotowy projekt i można go wygodnie analizować, a potem próbować modyfikować. Jednak na początku okazało się, że program generuje tylko pliki do symulacji z rozszerzeniem *.coff*. Takiego pliku nie można wgrywać do pamięci playera. Rozwiązanie tego problemu można znaleźć na firmowym forum internetowym w zakładce VSIDE. Jest tam założony temat *How to create an EEPROM Image in VSIDE*. Ze strony trzeba pobrać konwerter *coff-*img**, zapisać go w katalogu */bin VSIDE* i w ustawieniach zaleciłoby po linkowaniu i utworzeniu *.coff* program automatycznie wykonał konwersję na plik z rozszerzeniem *.img*, który można wgrać do pamięci. Przy okazji sprawdziłem działanie wsparcia technicznego ze strony firmy. Okazało się, że nawet w okresie wakacyjnym można liczyć na konkretną, fachową pomoc.

Analiza materiałów firmowych, choć bardzo pomocna, musi być uzupełniona

lekturą opisu rdzenia, organizacji pamięci, sposobów adresowania, strukturą rejestrów SFR i budowy bloków peryferyjnych. Inaczej mówiąc: trzeba szczegółowo poznać budowę rdzenia. Po poszukiwaniach firmowej dokumentacji okazało się, że takiego opisu nie ma, a raczej jest, tylko niedostępny dla szerokiej dystrybucji. Trudno mi się odnieść do motywów takiego postępowania. Usprawiedliwieniem może być udostępnienie dokumentacji rdzenia VS_DSP2 zawartej w pakiecie *vskit134b*. Podobno VS_DSP4 jest wstecznie kompatybilny z VS_DSP2 i można się tą dokumentacją posługiwać przy pisaniu programów dla VS1053. Może to być marne pocieszenie, jeżeli się okaże, iż różnice są na tyle istotne, że nie pozwalają na prawidłowe działanie programu. Pozostaje liczyć na firmowy support i odrobinę szczęścia.

Podsumowanie

Firmowy moduł playera hi-fi z VS1053 uważam za udany. Firmware działa pewnie, a interfejs użytkownika jest dobrze przemyślany. Płytką jest dobrej jakości. Wyglądu całości dopełnia atrakcyjny wyświetlacz OLED. Również bezpłatne narzędzia programowe (VSIDE) i materiały szkoleniowe (noty katalogowe i przykłady) oceniam wysoko. Jedynym zgrzytem jest dla mnie niezrozumiały brak dokumentacji rdzenia.

W czasie testowania starałem się sprawdzić przede wszystkim działanie najważniejszej funkcji: dekodowania kompresowanych strumieni danych audio. W tym zakresie player sprawdził się w 100%, chociaż z oczywistych względów nie mogłem testować wszystkich prędkości kodowania dla każdego rodzaju kompresji.

Polecam każdemu zainteresowanemu tematyką odtwarzaczy audio moduł jako jedną z możliwych platform do rozpoczęcia pracy z układem VS1053B.

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

R E K L A M A

RK-SYSTEM
www.rk-system.com.pl

Profesjonalne narzędzia dla elektroników i programistów

- uniwersalne programatory układów scalonych
- analizatory stanów logicznych
- oscyloskopy cyfrowe
- systemy do wyważania i pomiaru drgań
- oprogramowanie CAD, CAM, CAE
- emulatory, symulatory, debuggery dla różnych rodzin procesorów
- kompilatory C/C++ dla różnych rodzin procesorów
- szkolenia w zakresie FPGA, VHDL
- narzędzia na procesory sygnałowe DSP
- projektujemy, produkujemy, szkolimy, dystrybuujemy

05-825 Grodzisk Maz., ul. Chałmońskiego 30, tel. (022) 724 30 39, 792 05 18, fax: (022) 724 30 37

RAISONANCE Innovative Development Tools
 SIAR SYSTEMS
 SPECTRUM DIGITAL