

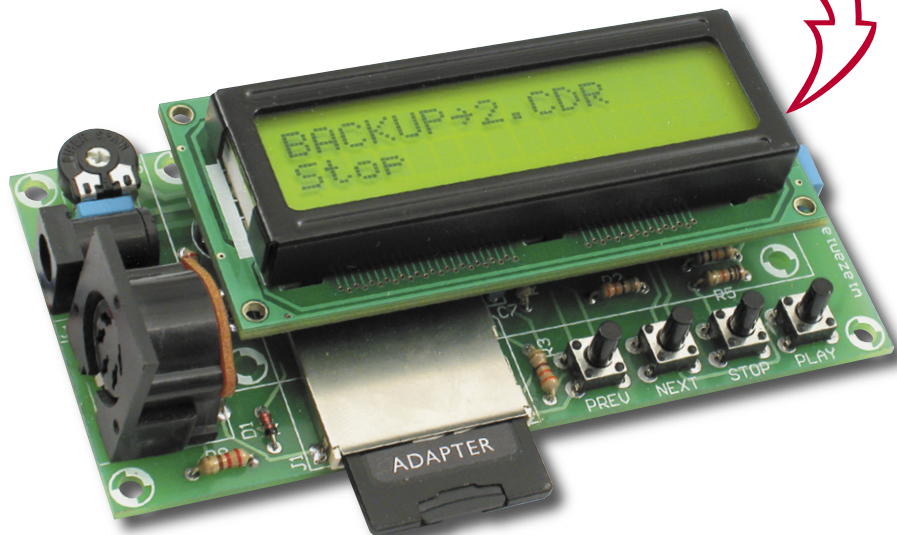
Odtwarzacz plików MIDI

AVT-5107

PROJEKT
Z OKŁADKI

Z wychowaniem muzycznym w naszym narodzie nie jest najlepiej. Świadczą o tym choćby liczne programy telewizyjne, w których przekonujemy się, że śpiewać każdy może. Może więc lepiej ograniczyć się do samego grania, co za sprawą prostego instrumentu klawiaturowego (popularnego keyboardu) wyposażonego w interfejs MIDI nie będzie trudne. Do tego by urządzić prawdziwy koncert na działce potrzebny będzie jeszcze odtwarzacz plików MIDI.

Rekomendacje: projekt na pewno można polecić wszystkim elektronikom „czującym bluesa”, czytającym nuty i potrafiącym samodzielnie zagrać na instrumencie klawiszowym, który może być zresztą zastąpiony nawet najprostszym, programowym sekwencerem.



Do czego może być przydatny prezentowany w artykule odtwarzacz? Na pewno będą wiedzieli użytkownicy wszelkich keyboardów. Najnowsze ich modele są już standardowo wyposażone w czytnik popularnych kart SD/MMC, na których można przechowywać pliki MIDI przeznaczone do odtwarzania. Starsze keyboardy posiadały najczęściej wbudowany napęd dyskietek 3,5 cala, który wyszedł już praktycznie z użycia. Istnieje jednak możliwość unowocześnienia tego typu instrumentów poprzez zastosowanie przystawki służącej do odtwarzania plików MIDI, która będzie podłączana do instrumentu poprzez gniazdo MIDI. Zaprezentowany w dalszej części artykułu odtwarzacz MIDI umożliwia odtwarzanie plików MIDI w formacie 0, odczytywanych z karty SD/MMC. W przypadku plików MIDI zapisanych w innych formatach, dostępne są liczne programy konwertujące pliki MIDI do formatu 0. Początkowo zastanawiałem się nad wykorzystaniem w takiej przystawce układu Vinculum (host USB), dzięki któremu można w prosty sposób obsłużyć pamięci masowe typu Pendrive. Zasadniczym założeniem było jednak maksymalne uproszczenie konstrukcji i ograniczenie kosztów. Zastosowanie układu Vinculum podniosłoby nieco koszt całej przystawki. Ostatecznie decyzyja padła na łatwo dostępne pamięci, jakimi są karty SD/MMC. Z kartami tymi może się bezpośrednio

komunikować mikrokontroler. Idealny do tego typu przystawki okazał się kosztujący kilkanaście złotych mikrokontroler PSoC firmy Cypress, dla którego są dostępne biblioteki umożliwiające obsługę kart SD/MMC z wykorzystaniem systemu plików FAT. Tak więc po przekopiowaniu plików MIDI z wykorzystaniem komputera na kartę pamięci, może je bez problemu odczytać odtwarzacz. Do obsługi przystawki służą 4 przyciski: „PREV”, „NEXT”, „PLAY”, „STOP”, a na wyświetlaczu LCD są przedstawiane informacje o nazwie odtwarzanego pliku.

Podstawowe informacje o MIDI

MIDI, czyli cyfrowy interfejs instrumentów muzycznych, mimo swojego wieku nadal jest popularny i bardzo często wykorzystywany. W standardzie MIDI występują trzy złącza: MIDI IN, MIDI THRU i wykorzystywany w tym odtwarzaczu MIDI OUT (wyjście). Dane przesyłane za pomocą interfejsu MIDI mają postać asynchroniczną i przebiegają z prędkością 31,250 kbd. Przesyłane dane mają postać 10-bitowych ramek składających się z bitu startu, 8 bitów danych i bitu stopu. Wiadomości przesyłane przez interfejs MIDI można podzielić na bajty statusu i bajty danych. Interfejs MIDI jest logicznie dzielony na 16 kanałów numerowanych do 1 do 16. W rozpoczynającym większość wiadomości bajcie statusu kodowa-



PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 102x155 mm
- Typy obsługiwanych kart: MMC/SD
- System plików: FAT16/32
- Prędkość transmisji przez port MIDI: 31,250 kbd.
- Elementy sterowania: 4 przyciski, wyświetlacz LCD informujący o odtwarzanym pliku MIDI

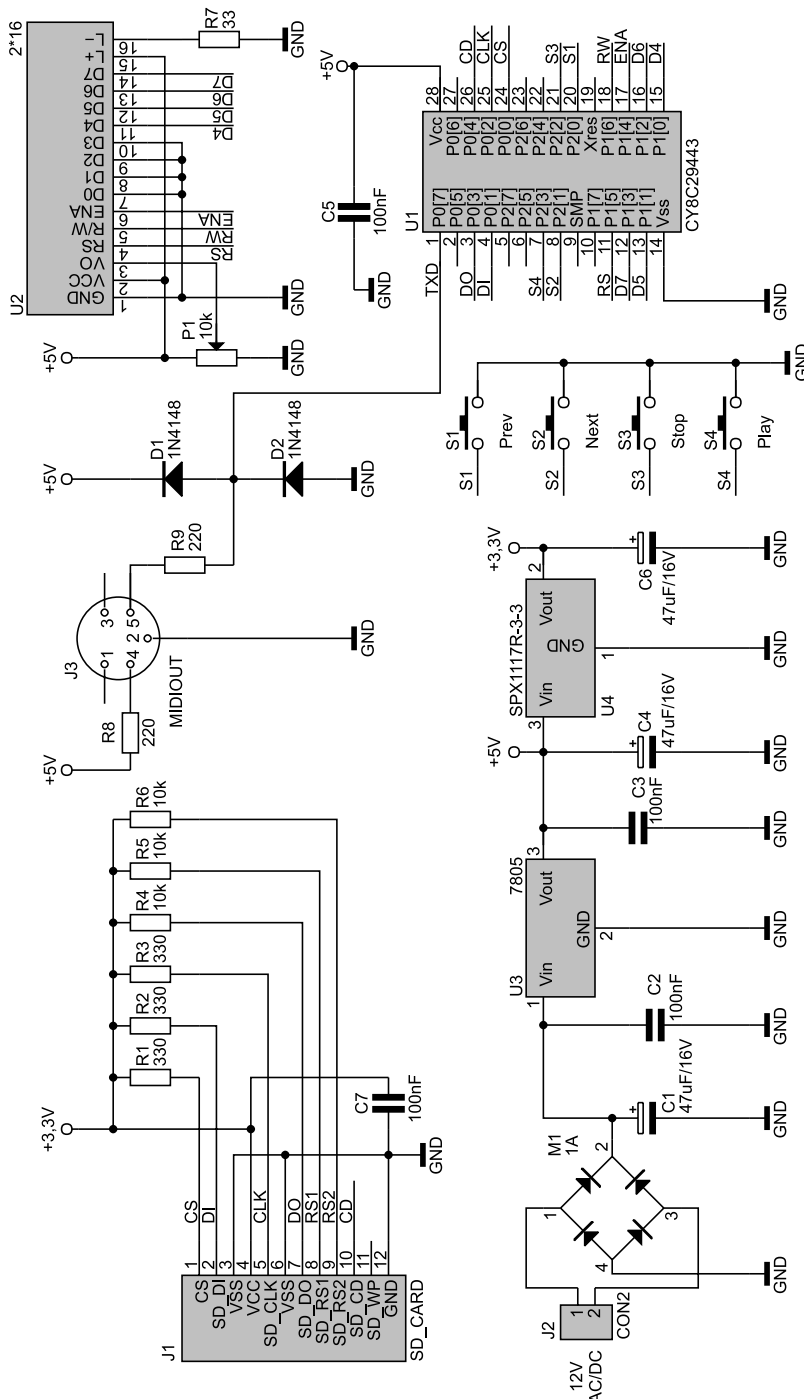
ny jest numer kanału, na którym dany komunikat jest przesyłany. Plik MIDI jest zbiorem głównie wiadomości dźwiękowych, które są przesyłane na jednym z dostępnych kanałów. Za pośrednictwem wiadomości dźwiękowych można generować dźwięk o określonych parametrach (ton, głośność itp.) dla każdego z kanałów, który jest kodowany w przesyłanej wiadomości. Zestawienie dostępnych wiadomości dźwiękowych wysyłanych przez odtwarzacz przedstawiono

w **tab. 1**, natomiast w **tab. 2** pokazano kody nut dla wiadomości dźwiękowych. W plikach MIDI przechowywane są wiadomości MIDI wraz z informacją o czasie ich odbioru, przy czym czas jest odmierzany względnie, pomiędzy parami sąsiednich komunikatów. Pliki mogą również przechowywać wiele dodatkowych informacji, jak tempo, takt, czy tekst piosenek. Można wyróżnić różne formaty plików MIDI różniące się sposobem wewnętrznej organizacji

danych. Prezentowany w artykule odtwarzacz obsługuje pliki MIDI w formacie 0, który jest plikiem z pojedynczą ścieżką utworu. Dokładniejsze informacje o MIDI można znaleźć w artykule „MIDI – Cyfrowy interfejs instrumentów muzycznych”, który był publikowany w EP 11/2005, 12/2005 i 1/2006.

Opis działania układu

W odtwarzaczu zastosowano mikrokontroler PSoC CY8C29443, którego zasoby (zwłaszcza wielkość pamięci RAM i Flash) pozwalają na skorzystanie z biblioteki obsługi kart SD/MMC. Na **rys. 1** pokazano schemat ideowy odtwarzacza. Jego budowa jest bardzo prosta. Mikrokontroler U1 wraz z wyświetlaczem LCD są zasilane napięciem +5 V, natomiast karta SD/MMC musi być zasilana napięciem +3,3 V. Rezystory R1...R6 podciągają linie interfejsu SPI karty SD/MMC (J1) do dodatkowego napięcia zasilania. Nie są wtedy wymagane dodatkowe układy pośredniczące do konwersji poziomów napięć linii komunikacyjnych z kartą SD/MMC. Linia SD_CD złącza J1 jest wykorzystywana do wykrywania włożenia karty SD/MMC do gniazda. Przyciski S1...S4 służą do obsługi odtwarzacza. Pozwalają na zmianę utworu oraz start/stop odtwarzania. Odczytane z pliku MIDI nuty są wysyłane z wykorzystaniem linii TXD doprowadzonej do gniazda MIDIOUT. Diody D1 i D2 zabezpieczają linię TXD przed uszkodzeniem. Odtwarzacz może być zasilany napięciem niestabilizowanym lub stabilizowanym o wartości do 12 V. Elementy M1, U3, U4, C1...C6 tworzą prosty zasilacz odtwarzacza. Stabilizator U3 stabilizuje napięcie na poziomie +5 V, a stabilizator U4 na poziomie +3,3 V. Odtwarzacz składa się z niewielu elementów, a to dzięki wykorzystaniu mikrokontrolera PSoC, który posiada wiele rekonfigurowanych peryferiów. Oprogramowanie mikrokontrolera zostało przygotowane w języku C. Jego głównym zadaniem jest odczyt zawartości pliku MIDI i wysłanie nut na linię TXD mikrokontrolera (w tempie odczytanym również z pliku MIDI). Na wyświetlaczu LCD, w pierwszym wierszu jest wyświetlana nazwa wybranego pliku, natomiast w drugim wierszu jest wyświetlany stan odtwarzacza (Start/Stop od-



Rys. 1. Schemat ideowy odtwarzacza

Tab. 1. Wiadomości dźwiękowe

Wiadomość	Bajt statusu	I bajt danych	II bajt danych
Włączenie dźwięku (Note On Event)	1001 kkkk k – kod kanału	Onnn nnnn n - kod nuty*	0sss ssss s – siła uderzenia
Wyłączenie dźwięku (Note Off Event)	1000 kkkk k – kod kanału	Onnn nnnn n - kod nuty*	0sss ssss s – szybkość puszczenia
Modulacja dźwięku (Polyphonic key pressure/aftertouch)	1010 kkkk k – kod kanału	Onnn nnnn n - kod nuty*	0sss ssss s – wartość sity
Modulacja kanału (Chnnel pressure/ aftertouch)	1101 kkkk k – kod kanału	0sss ssss s - wartość sity	[brak]
Zmiana brzmienia kanału (Program change)	1100 kkkk k – kod kanału	0sss ssss s – kod brzmienia	[brak]
Zmiana tonu kanału (Pitch bend)	1110 kkkk k – kod kanału	0zzz zzzz z – poziom zmiany [LSB]	0zzz zzzz z – poziom zmiany [MSB]
Wiadomość sterująca (Control change)	1011 kkkk k – kod kanału	0sss ssss s - kod sterownika	0www wwww w – nowa wartość sterownika

* - patrz tabela 2

tworzania). Po wysłaniu wszystkich nut odtwarzacz przechodzi w tryb stopu. Mikrokontroler pracuje z częstotliwością 24 MHz. Na rys. 2 pokazano wykorzystane bloki peryferiów mikrokontrolera PSoC w odtwarzaczu MIDI. Moduł peryferyjny Delay jest 16-bitowym licznikiem (zajmuje dwa cyfrowe bloki mikrokontrolera), który jest wykorzystywany do odmierzenia tempa wysyłania nut przez interfejs MIDI. Moduł TXD jest szeregowym 8-bitowym transmitterem zgodnym z interfejsem UART. Służy on do wysyłania danych do interfejsu MIDI z prędkością 31,250 kbd. Moduł LCD służy do obsługi wyświetlacza LCD, natomiast moduł *SDCard* służy do obsługi kart SD/MMC. Moduł *SDCard* do poprawnej pracy wykorzystuje blok peryferyjny interfejsu SPI. W celu poprawnej pracy odtwarzacza MIDI wymagany był dodatkowy bufor na odczytywane

z karty dane. Zastosowanie bufora uniezależniło czas wysyłania nut przez interfejs MIDI od czasu potrzebnego na ich odczytanie z karty SD/MMC. Dość ciekawy moduł obsługi kart SD/MMC nie jest trudny w wykorzystaniu, a może znacznie uprościć budowane urządzenie, które ma zbierać i przechowywać duże ilości informacji. Może on pracować w kilku trybach: *Full File System*, *Standard File System*, *Basic File System*, *Read Only File System* oraz *Basic Read Write*. W odtwarzaczu MIDI wykorzystywany jest tryb *Full File System*, w którym jest możliwy odczyt i zapis danych w systemie plików FAT16/32. Ten tryb, w odniesieniu do pozostałych trybów wymaga najwięcej pamięci Flash i RAM mikrokontrolera. Moduł obsługi kart może obsługiwać karty typu: SD, miniSD, microSD, MMC, MMCmobile oraz MMCplus o pojemnościach do 2 GB. Moduł

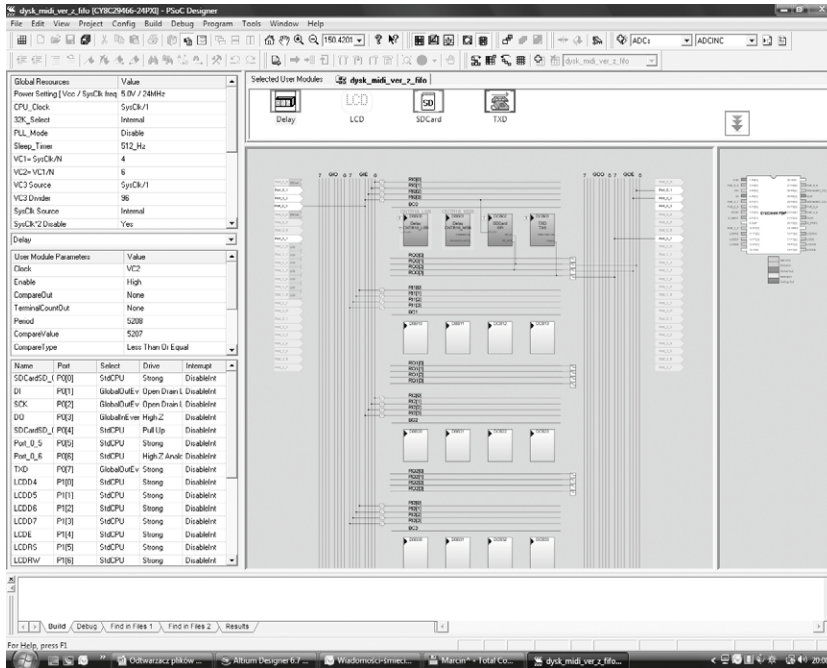
SDCard posiada funkcje dostępne tylko w języku C. Jest ich kilkanaście i są łatwe w użyciu. Po uruchomieniu modułu *SDCard* funkcją *SDCard_Start()* jest on gotowy do pracy. Przed rozpoczęciem komunikacji, można wykorzystać dodatkową linię złącza karty do sprawdzenia włożenia jej do gniazda lub blokady zapisy (niektóre karty posiadają do tego celu specjalny przełącznik). Do utworzenia pliku lub otwarcia już istniejącego, można wykorzystać funkcję *SDCard_fopen*, która zwraca uchwyt do pliku. Dane do otwartego pliku można zapisać z wykorzystaniem funkcji *SDCard_fputc*. Po zapisaniu danych do pliku, należy zamknąć otwarty plik z wykorzystaniem funkcji *SDCard_fclose*. Z pozostałych funkcji wykorzystywanych w odtwarzaczu do obsługi karty SD/MMC, funkcja *SDCard_GetFileCount* zwraca liczbę plików znajdujących się na karcie, natomiast funkcja *SDCard_GetFilename* zwraca nazwę pliku o podanym numerze, która jest wyświetlana na wyświetlaczu LCD. W odtwarzaczu MIDI, za pomocą funkcji *SDCard_GetFileSize* pobierana jest informacja o wielkości odtwarzanego pliku w celu uzyskania informacji, kiedy należy zakończyć odtwarzanie. Dane są odczytywane za pośrednictwem funkcji *SDCard_fgetc* z otwartego do odczytu pliku. O tym, jak łatwe jest stosowanie we własnych projektach kart SD/MMC z procesorem PSoC można się najlepiej przekonać analizując oprogramowanie odtwarzacza MIDI.

Montaż i uruchomienie

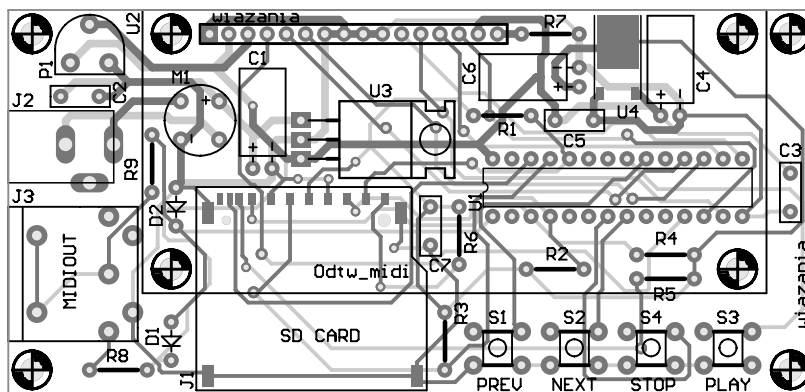
Schemat montażowy odtwarzacza MIDI przedstawiono na rys. 3. Gniazdo karty SD/MMC oraz stabilizator U4 są montowane techniką SMD, pozostałe elementy techniką przewlekana. Po zmontowaniu i sprawdzeniu napięć na wyjściach stabilizatorów, odtwarzacz od razu powinien poprawnie pracować. Potencjometrem P1 należy wyregulować kontrast wyświetlacza. Do zasilania odtwarzacza można wykorzystać dowolny, nawet niestabilizowany zasilacz 12 V. Pliki MIDI na karcie MMC/SD powinny być umieszczone w katalogu głównym karty, przy czym karta powinna posiadać założony system plików FAT16 lub FAT32. Po włożeniu karty z zapisanymi na niej plikami MIDI,

Tab. 2. Kody nut

Numer oktawy	Kody nut											
	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
5	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
6	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
7	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
8	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
9	120	121	122	123	124	125	126	127				



Rys. 2. Wykorzystanie bloków mikrokontrolera PSoC w odtwarzaczu MIDI



Rys. 3. Schemat montażowy odtwarzacza MIDI

na wyświetlaczu zostanie pokazana nazwa pierwszego pliku. Zmianę pliku MIDI można przeprowadzić za pomocą przycisków „PREV” lub „NEXT”. Po wybraniu pliku odtwarzanie rozpoczyna się po naciśnięciu przycisku „PLAY”, a zakończenie po naciśnięciu przycisku „STOP”. Po odtworzeniu całego pliku MIDI odtwarzanie kończy się samoczynnie, o czym świadczy komunikat „STOP” na wyświetlaczu LCD. Gdyby pliki MIDI przeznaczone do odtwarzania były zapisane w innych

formatach niż 0, trzeba je przekonwertować do akceptowanego przez odtwarzacz formatu 0.

W celu przetestowania odtwarzacza MIDI jego wyjście MIDIOUT można dołączyć do komputera (karty dźwiękowej z interfejsem MIDI) lub posiadanego instrumentu. Udostępnione oprogramowanie mikrokontrolera można modyfikować i na przykład rozszerzyć możliwości odtwarzacza o funkcje nagrywania (zapisu nut do pliku MIDI). Przedstawiony odtwarzacz MIDI powstał niejako na za-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1...R3: 330 Ω

R4...R6: 10 kΩ

R7: 33 Ω

R8, R9: 220 Ω

P1: Potencjometr montażowy leżący 10 kΩ

Kondensatory

C1, C4, C6: 47 μF/16 V

C2, C3, C5: 100 nF MKT

Półprzewodniki

U1: CY8C29443PXI

U2: LCD alfanumeryczny 2*16 znaków

U3: 7805

U4: SPX1117R-3-3 TO-252

D1, D2: 1N4148

M1: Mostek prostowniczy okrągły 1A Inne

S1...S4: Przycisk typu microswitch

J1: Gniazdo na kartę MMC/SD

J2: Gniazdo zasilające

J3: Gniazdo (MIDI) DIN5 (240st)

Podstawowe parametry

Płytko o wymiarach 102x155 mm

Typy obsługiwanych kart: MMC/SD

System plików: FAT16/32

Prędkość transmisji przez port MIDI: 31,250 kbd.

Elementy sterowania: 4 przyciski, wyświetlacz LCD informujący o odtwarzanym pliku MIDI

mówienie użytkowników keyboardów i dlatego też na tego typu przystawkę zdecyduje się pewnie niejeden użytkownik urządzeń muzycznych. Jeśli Czytelnicy wykażą zainteresowanie, możliwe, że zostanie zaprojektowany tego typu odtwarzacz z układem Vinculum. Dzięki niemu będzie możliwe odtwarzanie plików MIDI z pendrive'ów zamiast z kart MMC lub SD. W przypadku korzystania z Pendrive, nie będzie potrzebny do komputera czytnik kart SD/MMC.

Marcin Wiązania, EP
marcin.wiazania@ep.com.pl

www.psoc.prv.pl

Wszystko o...
i dla...
mikrokontrolerów
PSoC