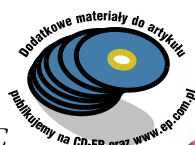


Sterownik CD z zegarem RTC

AVT-941



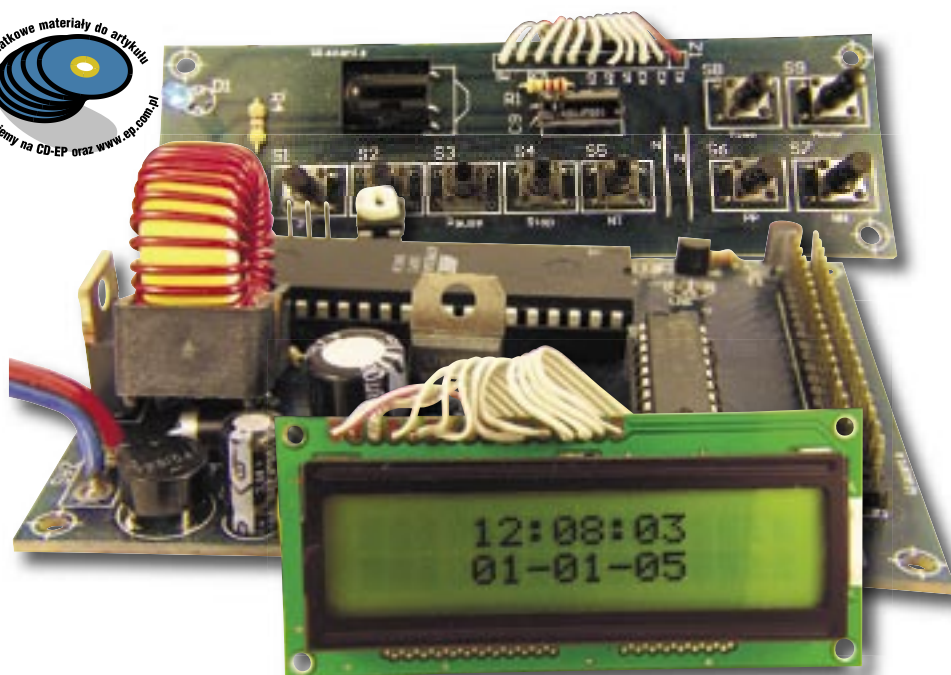
Na każdy komputer PC przychodzi kiedyś chwila, w której mimo jego sprawności fizycznej musi trafić do lamusa.

Powodem tego są po prostu zbyt wysokie wymagania sprzętowe stawiane przez współczesne oprogramowanie.

Tym bardziej bolesna jest decyzja o wyrzuceniu na śmietnik, sprawnego bądź co bądź komputera. Z czystym sumieniem – przy okazji dbając o środowisko naturalne – wymontowujemy więc z niego co się tylko nadaje do zastosowań wtórnych. Jednym z częścię pozyskiwanych podzespołów jest napęd CD, który można użyć ponownie w całości lub chociażby wydobyć cenne silniki krokowe.

Rekomendacje:

Sterownik można polecić wszystkim, którzy nie posiadają w domu odtwarzacza płyt CD, a chcą wykorzystać zakupiony za niewielką sumę pieniędzy komputerowy napęd CD-ROM.



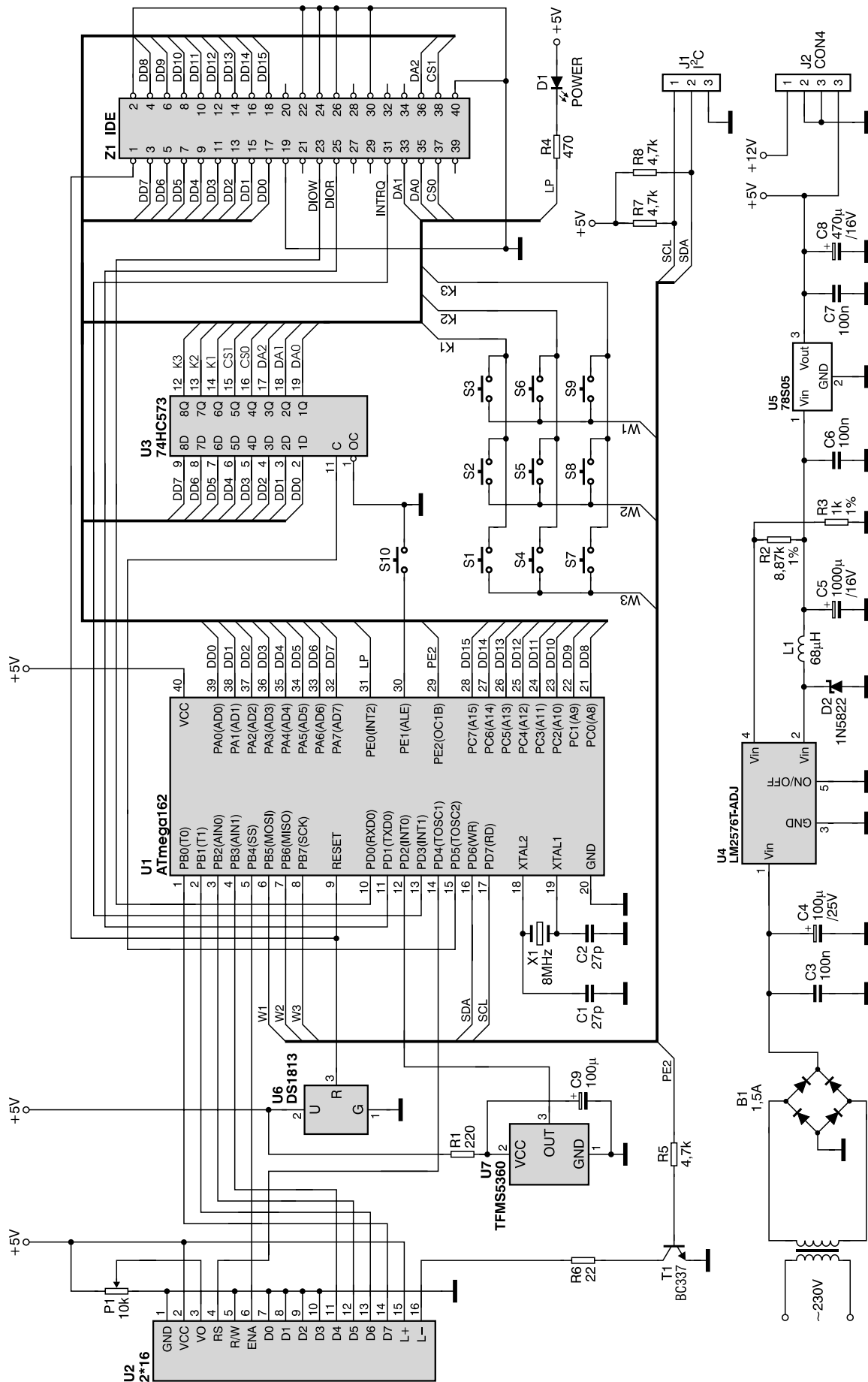
Mimo bogactwa sprzętu audio dostępnego nawet w każdym małym sklepie RTV, prawdziwi pasjonaci często wykonują takie urządzenia samodzielnie, wykorzystując pozyskiwane z różnych źródeł podzespoły. Najczęściej są to pomysły zbudowania odtwarzacza płyt CD audio w oparciu o posiadany ze starego komputera CD-ROM. Jedyną trudnością jest obszerna dokumentacja protokołu ATAPI i interfejsu IDE, przez którą należy przebrnąć. Zapoznanie się z nią i zastosowanie we własnym projekcie zajęło mi kilkanaście dni. W efekcie powstał specjalny sterownik napędu CD-ROM zamieniający go w odtwarzacz CD audio. U wielu osób posiadających komputer zapewne znajdują się stare, ale sprawne starsze modele popularnych napędów

CD-ROM, które można wykorzystać do budowy własnego odtwarzacza płyt CD. Większość napędów już po zastosowaniu zewnętrznego zasilacza nadaje się do użytku jako odtwarzacz CD. Mowa tu o napędach, które na przedniej ściance mają dodatkowy przycisk start/następny utwor. Istnieją jednak napędy, które mają tylko jeden przycisk Eject i takich modeli nie można w bezpośredni sposób przerobić na odtwarzacz CD. Rozwiązaniem może być zastosowanie dodatkowego sterownika, który komunikując się z napędem przez złącze IDE może sterować niezbędnymi do odtworzenia płyt CD funkcjami. Zastosowanie dodatkowego sterownika (komunikującego się z napędem poprzez protokół ATAPI) pozwoliło uzyskać bardzo wiele możliwości sterowania napędem, zarówno z dwoma przyciskami, jak i z jednym. Możliwe stało się wyświetlenie takich informacji jak: czas trwania utworu, numer odtwarzanej ścieżki itp. Prostota sterownika przyczyniła się do zmniejszenia związanych z nim kosztów. Wiele starszych modeli napędów CD-ROM różniło się między sobą listą wykorzystywanych rozkazów. Aby sterownik pracował z większością napędów, nie wykorzystywano rozkazów oznaczonych jako opcjonalne. Proponowany sterownik jest udoskonaloną wersją prostszego sterownika odtwarzacza

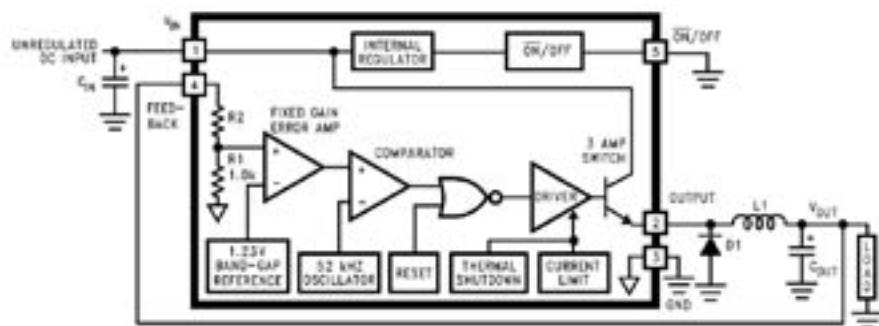
PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytki o wymiarach 9x96 mm (sterownik), 101x32 mm (klawiatura)
- Funkcje odtwarzacza: start, pauza, stop, poprzedni utwór, następny utwór, przewijanie do tyłu, przewijanie do przodu, czas, tryb odtwarzania
- Sterowanie odtwarzaczem za pośrednictwem pilota RC5
- Możliwość programowania kodów pilota RC5
- Zegar RTC (czas oraz data wyświetlane podczas wyłączenia odtwarzacza)
- Informacje na wyświetlaczu:
 - numer odtwarzanej ścieżki,
 - czas trwania ścieżki (pokazywany w czterech trybach: jako czas odtwarzania

- utworu, pozostały czas trwania utworu oraz jako czas odtwarzania całej płyty CD i pozostały czas trwania całej płyty CD),
- tryb odtwarzania,
- informacja o stanie odtwarzacza
- Odtwarzanie utworów możliwe w trzech następujących trybach:
 - odtwarzanie jednorazowe całej płyty CD,
 - odtwarzanie ciągle płyty CD,
 - odtwarzanie losowe utworów CD.
- Możliwość tworzenia własnej listy odtwarzanych utworów
- Możliwość współpracy z dołączonym przedwzmacniaczem (po rozbudowie programu sterującego)



Rys. 1. Schemat ideowy odtwarzacza CD audio



Rys. 2. Schemat blokowy stabilizatora LM2576

CD opublikowanego kilka lat temu na łamach jednego z dostępnych magazynów poświęconych elektronice. W nowej wersji zmodyfikowano nie tylko sprzętowo część sterownika, ale i programowo, dodając zegar RTC, możliwość programowania kodów pilota podczerwieni oraz tryb wyboru odtwarzanych utworów.

Jakość sygnału z analogowego wyjścia napędu CD-ROM jest dobrej jakości, ale jeżeli zależy nam na niskich szumach wyjściowego sygnału, to można wykorzystać wyjście cyfrowe, którego sygnał trzeba będzie zdekodować specjalnym przetwornikiem (przykładową konstrukcją opisywaliśmy w EP 2/2000 i 3/2000). Komunikacja z napędem CD-ROM nie będzie w tym artykule omówiona ze względu na

brak miejsca – jest to temat bardzo rozległy.

Opis działania układu

Na rys. 1 przedstawiono schemat ideowy sterownika odtwarzacza CD. Całość została zbudowana w bardzo prosty sposób i z niewielką liczbą układów scalonych. Napędem steruje mikrokontroler AVR ATmega162 posiadający 16 kB pamięci Flash oraz 1 kB pamięci RAM. Mikrokontroler ze względu na zrealizowany programowo zegar RTC, taktowany jest zewnętrznym rezonatorem kwarcowym X1 o częstotliwości 8 MHz, który gwarantuje lepszą stabilność częstotliwości (a więc i odmierzonego czasu) niż wbudowany oscylator RC. Do przesyłania danych między mikrokontrolerem, a napędem wykorzystano dwa porty: PA oraz PC. Dane z portu PA są dodatkowo zatraskiwane w układzie U3 wysokim stanem na jego wejściu C. Dane przesłane do U3 służą do multipleksowania klawiatury oraz do wyboru odpowiednich rejestrów napędu CD-ROM. Interfejs IDE składa się z kilkunastu linii, z których CS0 i CS1 służą do wyboru rejestrów. Linie DA1, DA2, DA3 są również liniami adresowymi rejestrów. Za pomocą wspomnianych linii można wybrać określone rejestry, jak np. rejestr statusu, zawierający informacje o stanie napędu, rejestr danych służący do wprowadzania i wysyłania danych, rejestr błędów, rejestr cech, czy rejestr wyboru dysku. Linie DD0...DD15 tworzą dwukierunkową szynę danych

8- lub 16-bitowych. Zapisem oraz odczytem danych z napędu sterują linie /DIOW oraz /DIOR. Wyjście INTRQ sygnalizuje zgłoszenie przerwania od napędu CD-ROM. Wykorzystano tylko niezbędne do poprawnej komunikacji linie interfejsu IDE. Linie portu PB oprócz sterowania wyświetlaczem, odczytują stan klawiatury (S1...S9), która jak wcześniej wspomniano jest multipleksowana poprzez zatrask U3. Linie portu PD0, PD1 oraz PD3 sterują przepływem danych przy komunikacji z napędem, natomiast linie PD6 oraz PD7 tworzą magistralę I²C, która będzie pomocna przy rozbudowie kontrolera np. o dodatkowy, sterowany cyfrowo przedwzmacniacz. Odbiornik podczerwieni U7 odbiera nadawany z pilota kod RC5, który po odfiltrowaniu nośnej jest podawany na wejście PD2. Odbiornik podczerwieni reaguje na nośną o częstotliwości 36 kHz. Układ U6 dba o prawidłowy przebieg zerowania napędu CD-ROM oraz mikrokontrolera U1. Potencjometr P1 służy do regulacji kontrastu wyświetlacza LCD, natomiast tranzystor T1 sterowany poprzez linię PE2 załącza/wyłącza podświetlenie wyświetlacza LCD. Rezystor R6 ogranicza do bezpiecznej wartości prąd płynący przez diody podświetlenia. Dodatkowy przycisk S10, nie należący do matrycy przycisków służy do włączania oraz wyłączania odtwarzacza. Wyłączenie odtwarzacza sygnalizuje niebieska dioda LED D1, której prąd jest ograniczany rezystorem R4. Rezystory R7, R8 podciągają linie magistrali I²C do dodatniego napięcia +5 V. Napęd CD-ROM potrzebuje do swojej pracy dwóch stabilizowanych napięć o wartościach +5 V i +12 V. Zasilacz kontrolera i napędu CD-ROM został zbudowany z mostka prostowniczego B1, stabilizatora impulsowego dającego napięcie +12 V i stabilizatora liniowego dającego napięcie +5 V. Zastosowanie impulsowej stabilizacji napięcia +12 V bez wątpliwości zmniejsza straty ciepłne ze względu na dosyć wysoką sprawność. Napięcie wyjściowe stabilizatora impulsowego LM2576T-ADJ jest wyznaczone poprzez dzielnik R2, R3. Tego typu stabilizatory posiadają wydajność prądową do 3 A, wbudowany oscylator o częstotliwości 52 kHz oraz wbudowane zabezpieczenia przed przegrzaniem i zwarcie wyj-

Tab. 1. Zestawienie komend ATAPI wraz z kodami

Lp.	Komenda	Kod
1	TEST UNIT READY	00h
2	REQUEST SENSE	03h
3	INQUIRY	12h
4	MECHANISM STATUS	BDh
5	READ CDROM CAPACITY	25h
6	READ TOC	43h
7	MODE SENSE	5Ah
8	PLAY AUDIO	45h
9	PLAY AUDIO MSF	47h
10	PLAY CD	BCh
11	STOP PLAY	4Eh
12	PAUSE/RESUME	4Bh
13	MODE SELECT	55h
14	PREVENT/ALLOW MEDIUM REMOVAL	1Eh
15	SEEK	2Bh
16	START/STOP UNIT/EJECT	1Bh
17	READ	28h
18	READ CD	BEh
19	READ CD MSF	B9h
20	READ HEADER	44h
21	READ SUB-CHANNEL	42h
22	LOAD/UNLOAD CD	A6h
23	SCAN	BAh
24	SET CD SPEED	BBh

Tab. 2. Odczyt TOC								
Bajt/Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
0	kod (43h)							
1	Zarezerwowane	Zarezerwowane	MSF	Zarezerwowane				
2	Zarezerwowane		Tryb 0010					
3	Zarezerwowane							
4	Zarezerwowane							
5	Zarezerwowane							
6	Początkowy numer ścieżki							
7	(MSB) Maksymalna liczba bajtów do wysłania							
8	(LSB) Maksymalna liczba bajtów do wysłania							
9	Zarezerwowane							
10	Zarezerwowane							
11	Zarezerwowane							

ścia. Na rys. 2 przedstawiono schemat blokowy stabilizatora LM2576, który *de facto* jest sterownikiem przetwornicy zmniejszającej napięcie wyjściowe (Step-Down). Napięcie wyjściowe po podziale przez dzielnik jest porównywane z napięciem odniesienia o wartości 1,23 V we wzmacniaczu błędów. Jeżeli napięcie wyjściowe jest za wysokie, następuje wyłączenie generatora kluczującego wyjściowy tranzystor mocy, przez co napięcie na wyjściu obniża się. Gdy napięcie wyjściowe jest za niskie zostaje załączony tranzystor kluczujący. Do poprawnej pracy takiego impulsowego stabilizatora wymagany jest dławik (L1), szybka dioda, najlepiej Schotky'ego (D2) oraz kondensator filtrujący (C5) o dużej pojemności. Stabilizatory LM2576 są dostępne w różnych wersjach, tzn. z wyznaczonymi już fabrycznie napięciami wyjściowymi lub za pomocą dodatkowych dwóch rezystorów zewnętrznych. W zasilaczu sterownika skorzystano z dru-

giej możliwości. Napięcie wyjściowe takiego stabilizatora można wyznaczyć ze wzoru: $V_{out} = 1,23 * (1 + R2/R1)$. W zasilaczu dla napięcia +12 V, rezystor R2 ma wartość 8,87 k Ω 1%, a R3 wartość 1 k Ω 1%. Dławik powinien być dostosowany do odpowiedniego prądu, aby podczas pracy się nie nasycił. Zastosowany drugi stabilizator liniowy, który stabilizuje napięcie +5 V jest typowym stabilizatorem o wydajności do 3 A. Dodatkowo napięciem +5 V jest zasilana cała elektronika sterownika. Kondensatory C3...C8 filtrują napięcia zasilające sterownik. Zbudowany zasilacz posiada wydajność prądową do 3 A, co z nadwyżką wystarczy do zasilania napędu CD-ROM. Do wejścia zasilacza można dołączyć transformator TS25/25 lub inny o podobnych parametrach lub większym prądzie.

Protokół ATAPI

Napędy CD-ROM są wyposażone w interfejs ATAPI, który jest rozwinięciem klasycznego interfejsu IDE. Charakteryzuje się on zastosowaniem protokołu prawie identycznego ze SCSI, przy zachowaniu kompatybilności z IDE. Do jednego kabla IDE mogą być dołączone dwa urządzenia. Adresowanie urządzeń nie odbywa się za pomocą zewnętrznych linii, tylko poprzez ustawienie lub wyzerowanie bitu DEV w rejestrze Device/Head. W opisywanym sterowniku, dołączone urządzenie powinno posiadać zworkę ustawioną na Master. Ustawienie zworki

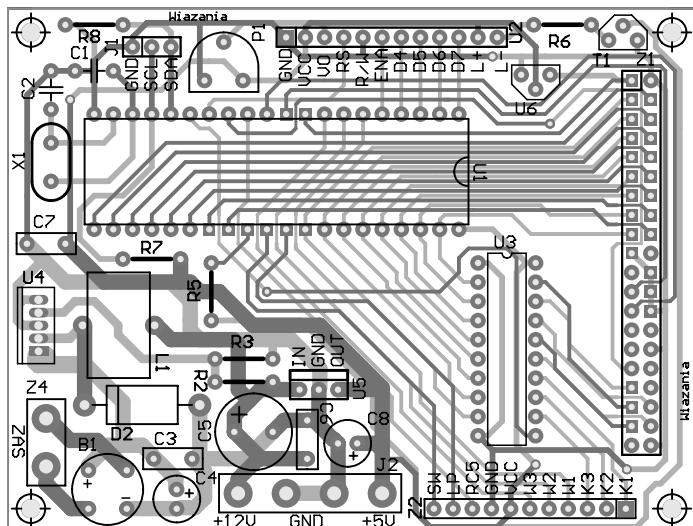
na Slave uniemożliwi komunikację sterownika z napędem CD-ROM.

Specyfikacja protokołu ATAPI jest bardzo obszerna, z tego względu zostanie opisana w dużym uproszczeniu. Sterowanie CD-ROM-em odbywa się za pomocą 12-bajtowych ramek zwanych rozkazami. Pierwszy bajt ramki jest kodem rozkazu. Podczas komunikacji z CD-ROM-em, w pierwszej kolejności sprawdzany jest bit BSY, który powinien być równy 0. Do rejestru *Cylinder Low* zapisywana jest wartość 12 informująca o liczbie przesyłanych danych. Następnie wpisywana jest liczba możliwych do odebrania danych, po czym następuje oczekiwanie, aż bit BSY osiągnie wartość 1. Gdy to nastąpi do rejestru *Command* zapisywany jest bajt o wartości 0xA0 (*Atapi Packet Command*), który informuje napęd, że będzie przesyłana ramka sterująca. W dalszej kolejności następuje oczekiwanie, aż bit BSY będzie równy 0. Można również odczytać bit błędów ERR (powinien być równy 0) oraz bit DRQ, który wskazuje na żądanie transferu danych (powinien być ustawiony). Jeśli wszystko się zgadza, można wysłać 12-bajtową ramkę sterującą. Dane są wprowadzane na magistralę danych DD0...DD15. Każde dane wysyłane do napędu należy potwierdzić zmieniając stan linii DDIOW. Odczyt danych z napędu następuje po zmianie linii DIOR. Organizacja danych na płytach CD jest inna niż na dyskach twardych. W przypadku płyt CD możliwe są dwa sposoby adresowania sektorów: LBA oraz MSF. LBA jest jedną, 32-bitową liczbą, która określa numer sektora. Adres MSF składa się z 3 liczb (minut, sekund, ramek) i ten sposób adresowania został wykorzystany w proponowa-

Tab. 3. Dane zwracane z tablicy TOC								
Bajt/Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
0	(MSB) Całkowita długość danych liczona od 3 bajtu							
1	Numer pierwszej ścieżki (<i>track</i>)							
2	Numer ostatniej ścieżki (<i>track</i>)							

Blok informacji o ścieżce								
Bajt/Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Numer sesji							
1	ADR	CONTROL						
2	TNO							
3	POINT							
4	Początek <i>Min</i>							
5	Początek <i>Sec</i>							
6	Początek <i>Frame</i>							
7	Zero							
8	Koniec <i>Min</i>							
9	Koniec <i>Sec</i>							
10	Koniec <i>Frame</i>							

Tab. 4. Odczyt subkanału								
Bajt/Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
0	kod (42h)							
1	Zarezerwowane					MSF	Zarezerwowane	
2	Zarezerwowane	SubQ	Zarezerwowane					
3	01h							
4	Zarezerwowane							
5	Zarezerwowane							
6	Numer ścieżki							
7	(MSB) Liczba danych do odebrania							
8	(LSB) Liczba danych do odebrania							
9	Zarezerwowane							
10	Zarezerwowane							
11	Zarezerwowane							



Rys. 3. Schemat montażowy płytki sterownika

nym sterowniku. Wszystkie dane o płycie CD są zawarte pomiędzy znacznikami początku i końca płyty (*LeadIn*, *LeadOut*). Cała płyta CD jest podzielona na ścieżki (*Track*), których numery muszą zawierać się między 1, a 99. *LeadIn* jest ścieżką 0 i zawiera tzw. TOC – tabela zawartości, którą sterownik odczytuje, aby pozyskać informacje o utworach znajdujących się na CD. Każdy sektor posiada kilka subkanałów, z których najważniejszy jest subkanał Q, zawierający informację o aktualnej pozycji odtwarzania oraz pozycji relatywnej w stosunku do początku ścieżki. Umożliwia to odczyt czasu trwania utworu. W **tab. 1** pokazano zestawienie dostępnych komend ATAPI, zarówno tych standardowych, jak i opcjonalnych, wraz z ich kodami.

Oprogramowanie odtwarzacza

Program sterujący napędem CD-ROM, a dokładniej realizujący za jego pomocą odtwarzacz CD, został przygotowany w języku BASCOM AVR. Program jest dosyć rozbudowany i z tego względu nie publikujemy jego listingu, znajdzie się tylko na CD-EP8/2006B. W pierwszej kolejności wysyłane jest polecenie

Dane o liczbie ścieżek oraz miejsc początków ścieżek włożonej płyty CD są odczytywane z tzw. tablicy zawartości TOC. Komenda odczytu tablicy TOC posiada kod 42h i została przedstawiona w **tab. 2**. Numer ścieżki określa od której ścieżki chcemy rozpocząć odczyt tablicy. Zwracane dane po wysłaniu komendy pokazano w **tab. 3**. W formacie MSF z informacji tych można odczytać początek oraz koniec ścieżki danego utworu. Adres sektora jest podany w minutach, sekundach oraz ramkach, które mają długość 1/75 sekundy. Czas oraz numer odtwarzanej ścieżki jest pobierany z subkanału danych (kod 42h), z którego można pobrać czas relatywny odtwarzanej ścieżki oraz czas absolutny odtwarzanej płyty CD. W **tab. 4** pokazano zawartość komendy odczytu subkanału. Bit SubQ wskazuje czy komenda ma wysłać dane subkanałowe, czy tylko nagłówek. Komenda zawsze zwraca nagłówek przed właściwymi danymi – został on pokazany w **tab. 5**. Znaczenie kodów Status audio jest następujące:

- 00h – Status audio nie obsługiwany
- 11h – Trwa odtwarzanie

ATAPI IDENTIFY DEVICE (A1h) zwracające informację o napędzie, jego producencie, wersji oprogramowania firmowego oraz długości przesyłanych pakietów poleceń. Polecenie to w opisywanym układzie wykorzystane do określenia długości pakietu danych.

12h – Odtwarzanie wstrzymane (Pauza)

13h – Odtwarzanie pomyślnie zakończone

14h – odtwarzanie zakończone z powodu błędu

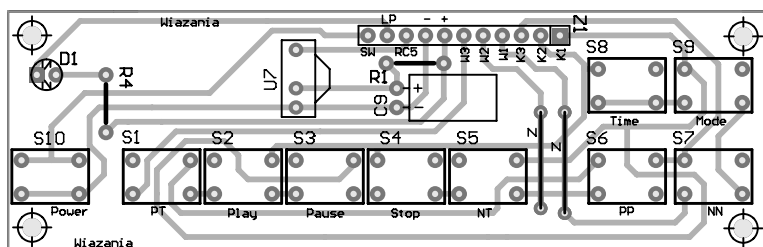
15h – Brak operacji audio

Analizując kody Status audio można monitorować w jakim stanie znajduje się napęd CD-ROM, czy naciśnięto przycisk Pauza, itp. W **tab. 6** pokazano zwracane dane z subkanału. Z danych tych można odczytać numer ścieżki aktualnie odtwarzanej, aktualną pozycję od początku płyty oraz pozycję od początku odtwarzanej ścieżki. Pozycje są zapisywane w formacie MSF. Na podstawie tych danych można obliczyć różne formaty czasów przedstawiających czas odtwarzanej ścieżki. Przy analizie programu bardzo pomocna będzie specyfikacja interfejsu ATAPI, w której dokładnie opisany jest standard ATAPI. Przyciski realizujące przewijanie w tył i do przodu oraz następny utwór i poprzedni, zostały zrealizowane programowo. W sterowniku odtwarzacza zegar RTC został również zrealizowany programowo z wykorzystaniem przerwania od Timer1 zgłaszanego co 1 sekundę. Zegar RTC jest wykorzystywany podczas wyłączenia odtwarzacza przyciskiem S10 (*Power*). Wtedy na wyświetlaczu LCD zostaje wyświetlony aktualny czas oraz data. Podczas wyłączenia napęd CD-ROM jest wprowadzany w stan obniżonego poboru mocy. W programie została zaimplementowana funkcja odczytu kodów zdalnego sterowania w podczerwieni, zgodnych z protokołem RC5.

Dostępne piloty zgodne z RC5 posiadają różną symbolikę przycisków, z tego względu istnieje możliwość zaprogramowania własnych kodów pilota, na które sterownik będzie poprawnie reagować. Programowane przyciski pilota zdalnego sterowania będą odpowiadać przyciskom S1...S10 klawiatury sterownika.

Montaż i uruchomienie

Sterownik należy zmontować na dwóch płytkach drukowanych, których schemat montażowy pokazano na **rys. 3 i 4**. Montaż płytki przycisków należy rozpocząć od wlutowania dwóch zworek, przechodząc dalej do elementów największych, przy czym odbiornik podczerwieni



Rys. 4. Schemat montażowy płytki klawiatury

Tab. 5. Zwrócony nagłówek subkanału

Bajt/Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Zarezerwowane							
1	Status audio							
2	Długość danych							
3								

U7 oraz kondensator C9 powinny być zamontowane w pozycji leżącej. Klawiaturę należy dołączyć do sterownika tasiemką przewodów. Stabilizator U5 wymaga radiatora, można więc go nie montować na płytce, a przykręcić do obudowy napędu CD-ROM, która będzie pełnić funkcję radiatora. W tym przypadku stabilizator należy dołączyć do płytki sterownika dodatkowymi przewodami. Można również stabilizator zamontować na płytce i wyposażyć go w radiator. Mimo małych strat stabilizatora impulsowego U4, można również i jego wyposażyć w niewielki radiator. Dla lepszego odprowadzania ciepła, stabilizatory mocowane do radiatora należy posmarować specjalną pastą zwiększającą przewodność cieplną. Dławik L1 musi „wytzymać” przepływ prądu o natężeniu co najmniej 1,5 A (zalecana wartość 3 A). Dławik na mniejszy prąd będzie się nasycił, powodując nieprawidłowe działanie impulsowego stabilizatora. Do podłączenia napędu CD-ROM ze sterownikiem będzie potrzebna 40-żyłowa taśma, którą można kupić w każdym sklepie z akcesoriami komputerowymi, a także odpowiedni przewód zakończony wtyczką pasującą do gniazda zasilającego napędu CD-ROM. Tego typu gniazdo można pozyskać ze starego zepsutego zasilacza komputerowego lub kupując w sklepie. Do zasilania sterownika i napędu można wykorzystać transformator TS25/25 (może być inny, nawet

o większym prądzie) lub wykorzystać zakupiony zasilacz o wydajności ok. 1,5...3 A. Wyświetlacz LCD należy połączyć ze sterownikiem za pomocą 16-żyłowej tasiemki, zgodnie ze schematem. Po włączeniu zasilania, na wyświetlaczu LCD powinien pojawić się czas i data oraz powinna być zapalona niebieska dioda LED. Potencjometrem P1 należy ustawić kontrast zastosowanego wyświetlacza LCD 2*16 znaków z podświetleniem. Można zastosować dowolny wyświetlacz alfanumeryczny LCD lub OLED. Odtwarzacz można włączyć przyciskiem S10. Podświetlenie wyświetlacza LCD jest włączane tylko podczas pracy odtwarzacza. Przy wyłączonym odtwarzaczem, gdy wyświetlany jest czas i data, podświetlenie jest wyłączone. Po poprawnym zmontowaniu i podłączeniu całości, sterownik powinien od razu poprawnie pracować, zamieniając napęd CD-ROM w funkcjonalny odtwarzacz płyt CD. Całość, włącznie z napędem CD-ROM, można umieścić w obudowie metalowej lub plastikowej, na przykład z serii Z-xx. W obudowie należy wykonać otwory na wyświetlacz LCD, CD-ROM oraz płytkę klawiatury wraz z odbiornikiem podczerwieni i diodą LED. Na tylnej ścianie obudowy, należy wyciąć otwór pod gniazdo bezpiecznikowe oraz dwa otwory na gniazda wyjściowe sygnału audio (typu Chinch). Należy je podłączyć do gniazda audio z tyłu obudowy napędu, które za-

zwyczaj służy do podłączenia karty dźwiękowej.

Jak było wspomniane wcześniej, można również wykorzystać wyjście cyfrowe, ale będzie się to wiązało z dodatkowym kosztem, jakim będzie zakup cyfrowego przetwornika. Jeżeli po włączeniu sterownika wystąpi komunikat Brak komunikacji, to przyczyną może być złe ustawienie zworki napędu CD-ROM. W przeciwnym przypadku, jeżeli w napędzie nie ma umieszczonej płyty CD, pojawi się komunikat NO DISK. Po umieszczeniu płyty w napędzie, na chwilę pojawi się napis informujący o liczbie ścieżek zawartych na CD oraz ogólnym czasie ich trwania. Po tych komunikatach odtwarzacz jest gotowy do pracy, którą można rozpocząć naciskając przycisk Play. Ponieważ każdy napęd ma przycisk Eject, nie było potrzebne umieszczenie takiego przycisku na płytce z przyciskami. Po sprawdzeniu wszystkich przycisków sterujących odtwarzaczem, należy sprawdzić sterowanie odtwarzaczem pilotem podczerwieni. Należy pamiętać że sterownik będzie poprawnie pracował z napędami, które są sprawne, dlatego też przy zakupie starego napędu CD-ROM warto się upewnić czy jest on sprawny i że powodem pozbycia się go nie jest zużycie diody laserowej, czy mechanizmów.

Jak już wiemy, istnieje możliwość wykonania dodatkowego przedwzmacniacza. Wymaga to implementacji obsługi takiego przedwzmacniacza w programie sterownika, przy czym komunikacja z przedwzmacniaczem może się odbywać za pośrednictwem magistrali I²C. W tym przypadku zarówno wyświetlacz LCD, jak i klawiatura mogą służyć do obsługi dodatkowego przedwzmacniacza. Kod programu sterującego odtwarzaczem jest dostępny, więc Czytelnicy zainteresowani tym tematem mogą zmodyfikować lub rozszerzyć niektóre istniejące już funkcje odtwarzacza CD.

Obsługa odtwarzacza

Do obsługi odtwarzacza służy 10 przycisków, których podstawowe funkcje są następujące:

- przycisk S1: Play
- przycisk S2: Pause
- przycisk S3: Stop

Tab. 6. Zwracane dane z subkanału (format danych o kodzie 01h)

Bajt/Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
4	Format danych o kodzie 01h							
5	Adr				Control			
6	Numer ścieżki							
7	Index							
8	Aktualna pozycja relatywna od początku płyty							
9								
10								
11	Aktualna pozycja relatywna od początku ścieżki							
12								
13								
14								
15	Dane identyfikacyjne							
16...47								

- przycisk S4: Utwór poprzedni
- przycisk S5: Time (tryb pokazywania czasu trwania płyty i ścieżki)
- przycisk S6: Utwór następny
- przycisk S7: Przewijanie do tyłu
- przycisk S8: Mode (tryb odtwarzania ścieżek)
- przycisk S9: Przewijanie do przodu
- przycisk S10: Power ON/OFF

Działanie przycisku S4 (Stop) jest podwójne, np. przy odtwarzaniu ścieżki 12 i po naciśnięciu przycisku S4 zrealizuje on swoją podstawową funkcję – stop, ale ponowne jego naciśnięcie spowoduje, że wybrana zostanie automatycznie pierwsza ścieżka. Jest to bardzo pomocne, gdyż przez podwójne naciśnięcie przycisku Stop można szybko powrócić do początkowego utworu

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 220 Ω
 R2: 8,87 Ω 1%
 R3: 1 k Ω 1%
 R4: 470 Ω
 R5, R7, R8: 4,7 k Ω
 R6: 22 Ω
 P1: 10 k Ω potencjometr montażowy mały leżący

Kondensatory

C1, C2: 22 pF
 C3, C6, C7: 100 nF
 C4, C9: 100 μ F/25 V
 C5: 1000: μ F/16 V
 C8: 470: μ F/16 V

Półprzewodniki

U1: ATmega162 (DIP-40)
 U2: LCD alfanumeryczny 2x16 znaków z podświetleniem
 U3: 74HC573
 U4: LM2576T-ADJ
 U5: 78S05 TO-220
 U6: DS1813
 U7: TFMS5360
 T1: BC337
 B1: mostek prostowniczy 1,5 A
 X1: kwarc 8 MHz
 D1: LED 3 mm blue
 D2: 1N5822

Inne

S1...S10: przyciski typu microswitch
 L1: dławik 68 μ H 3A
 J1: Goldpin 1x3
 J2: gniazdo zasilające do CD-ROMu
 Z1: goldpin 2x20

odtworzonej płyty CD. Przyciskom S1...S9 przypisano domyślnie kody przycisków 1...9 pilota podczerwieni. Natomiast przyciskowi S10 odpowiada przycisk 0 pilota podczerwieni. Możliwe jest przypisanie do przycisków S1...S10 własnych kodów przycisków pilota podczerwieni. Aby wejść w tryb programowania przycisków pilota, w którym również można ustawić czas i datę, należy przyciskiem S10 (Power) włączyć odtwarzacz. Następnie ponownie naciskamy przycisk S10 na kilka sekund, aż zostanie wyświetlony komunikat Setup. W pierwszej kolejności skonfigurowane są kody przycisków pilota, o czym informuje komunikat Config RC5. W drugiej linii wyświetlacza LCD wyświetlane są komunikaty informujące o tym, do którego z przycisków S1...S10 jest przypisywany kod pilota. Po naciśnięciu przycisku pilota odpowiadającego wyświetlanej funkcji, zostanie wyświetlony jego kod, po czym należy podać kod kolejnego przycisku. Programowane kody przycisków pilota są zapisywane w nieulotnej pamięci EEPROM mikrokontrolera, więc nie zostaną utracone po wyłączeniu zasilania sterownika. Po zaprogramowaniu 10 kodów pilota sterownik przechodzi do trybu ustawiania zegara oraz daty. Jeśli nie potrzebne jest programowanie kodów przycisków pilota, tylko chodzi o ustawienie daty i czasu, tryb programowania pilota można w dowolnym momencie opuścić naciskając przycisk S10 (Power), co powoduje przejście do trybu ustawiania czasu i daty. Przycisk S9 (Mode) umożliwia wybranie ustawianej pozycji czasu lub daty, natomiast przyciski S1 i S5 umożliwiają zmianę wybranej pozycji. Przycisk S1 (PT) powoduje zmniejszenie wartości, a przycisk S5 (NT) jej zwiększenie. W przypadku sekund, naciśnięcie S1 lub S5 powoduje ich wyzerowanie w celu możliwości dokładnej synchronizacji z innym zegarem. Tryb programowania kodów pilota, czasu i daty można opuścić, ponownie naciskając przycisk S10. Odtwarzacz zostanie wyłączony i zapali się niebieska dioda LED. Przycisk S8 (Time) umożliwi wybór trybu pokazywania czasu trwania płyty lub ścieżki, przy czym jest możliwe wyświetlenie czasu już odtworzonego płyty lub ścieżki, a także pozostały

czas trwania płyty lub odtwarzanej ścieżki. Przycisk S9 (Mode) umożliwia wybór trybu odtwarzania ścieżek płyty CD. Dostępnych jest kilka trybów: *Normal*, *Repeat*, *Random*. W trybie *Normal* wszystkie ścieżki płyty lub wybrane są odtwarzane jednorazowo, po czym odtwarzanie jest zatrzymywane. W trybie *Repeat* wszystkie ścieżki płyty lub tylko ścieżki wybrane odtwarzane są kolejno w nieskończonej pętli. Oznacza to, że po odtworzeniu ostatniej ścieżki odtwarzana jest pierwsza. W trybie *Random* wszystkie ścieżki lub tylko te wybrane odtwarzane są w sposób losowy. W odtwarzaczu istnieje możliwość wyboru odtwarzanych ścieżek, można więc wykluczyć ścieżki, które nie mają być odtwarzane. Aby wejść w tryb wyboru ścieżek, odtwarzanie płyty powinno być wstrzymane przyciskiem S4 (Stop). W napędzie musi być umieszczona odtwarzana płyta, aby były informacje o liczbie dostępnych na niej ścieżek. Na kilka sekund należy przytrzymać naciśnięty przycisk S9 (Mode). Na LCD pojawi się komunikat: Select Track. W drugiej linii wyświetlacza podany jest numer ścieżki wraz z parametrem określającym czy ma podlegać odtwarzaniu. Tym parametrem jest symbol „*„. Jeśli przy danym numerze ścieżki zostanie ustawiony symbol „*„ to ścieżka ta będzie odtwarzana. Przyciskami S6 (PP) oraz S7 (NN) można wybrać ścieżki. Przycisk S6 zmniejsza numer ścieżki, a przycisk S7 zwiększa. Do przypisania danej ścieżce symbolu odtwarzania jak i jego usunięcia służy przycisk S8 (Time). Program sterownika dba, aby nie było możliwe usunięcie wszystkich dostępnych ścieżek z listy odtwarzacza (przypisanych im symboli „*„). Chodzi o to, aby co najmniej jedna ścieżka została do odtwarzania. Programowanie odtwarzanych ścieżek można zakończyć naciskając przycisk S9 (Mode). Wybrane ścieżki będą pamiętane aż do wyjęcia z napędu płyty CD lub wyłączenia zasilania odtwarzacza. Po włączeniu zasilania i włożeniu płyty CD, wszystkie ścieżki są domyślnie na liście do odtwarzania. Do wybranych ścieżek płyty CD również poprawnie pracują dostępne tryby odtwarzania.

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