

Sterownik napędu CD-ROM, część 4

AVT-5078

W ostatniej części artykułu przedstawiamy dokładny opis poleceń ATAPI, za pomocą których można sterować napędami CD-ROM.

Rekomendacje: prezentacja o niebagatelnych walorach praktycznych - na podstawie tego artykułu można zaprojektować własny sterownik HDD/CD-ROM na mikrokontrolerze AVR.

Opis poleceń ATAPI

Prezentujemy opis poleceń ATAPI. Należy pamiętać o tym, że są one zawsze 12-bajtowe, a ze względu na oszczędność miejsca niewykorzystane bajty zostały w tablicach pominięte (powinny mieć zawsze wartość 00h).

1. TEST UNIT READY

Komenda bardzo przydatna. Nie wykonuje ona żadnego działania, ale po jej wydaniu SK, ASC i ASCQ przyjmują wartości adekwatne do aktualnego stanu urządzenia.

2. REQUEST SENSE

Komenda zwraca dane dotyczące aktualnego statusu/błędu.

Bajt	Opis
0	03h

4	Maksymalna długość transferu (16)
---	-----------------------------------

Ze zwróconych danych nas interesują tylko pola ASC oraz ASCQ. Napęd zwraca nieokreśloną ilość bajtów więc dobrze jest określić limit.

Bajt	Opis
------	------

2	- Sense Key
12	Additional Sense Code
13	Additional Sense Code Qualifier

W **tab. 7** przedstawiono najbardziej użyteczne i najczęściej spotykane kody ASC i ASCQ.

3. INQUIRY

Zwraca informacje o urządzeniu. Nie są to zbyt przydatne dane więc zainteresowanych odsyłam do dokumentacji.

4. MECHANICAL STATUS

Zwraca informacje o aktualnej pozycji mechanizmu, oraz statusu zmieniarkei (rzadko występują CDROM-y obsługujące więcej niż 1 płytę).

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	BDh							

7	MSB	Maksymalna długość transferu	LSB
---	-----	------------------------------	-----

Zwracane dane:

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0	
2	MSB	Aktualna pozycja LBA					LSB		

3	
4	

Pozostałe bajty zawierają informacje o liczbie slotów oraz statusie mechanizmu nie są wykorzystywane w normalnym napędzie.

Komenda zwraca 8 bajtów.

5. READ CDRUM CAPACITY

Pozwala na odczytanie objętości płyty w sektorach. Ten sam efekt można uzyskać za pomocą komendy *Read TOC*. Jest wywoływana bez parametrów.

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	MSB	Całkowita liczba sektorów						LSB
4	MSB	Rozmiar jednego bloku w bajtach						LSB

Obecnie nie używane - wartość powinna zawsze mieć 2048

6. READ TOC

Pozwala na odczyt tabeli adresów ścieżek. Nadaje się także do odczytu informacji o płytach wielosekcyjnych. Biorąc pod uwagę rzadkość występowania takich płyt omówię tylko tradycyjny sposób.

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	43h							
1								MSF
2								Tryb (0!)
6	Początkowy nr ścieżki							
7	MSB	Maksymalna liczba bajtów do wystania						LSB
9	Tryb (0!)							

Numer ścieżki określa od której ścieżki chcemy rozpocząć odczyt tabeli. Zwrócone dane składają się z nagłówka:

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	MSB	Całkowita długość danych liczona od 3 bajtu						LSB

2	Numer pierwszej ścieżki							
3	Numer ostatniej ścieżki							

oraz 8 bajtowych bloków zawierających dane kolejnych ścieżek:

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0								
1	ADR							- A/D Copy
2	Numer ścieżki							
4	MSB	Adres pierwszego sektora ścieżki						LSB

Bit A/D wskazuje czy jest to ścieżka audio (0) czy z danymi (1). Bit *Copy* wskazuje na zabronienie kopiowania (0) lub pozwolenie (1). *ADR* wskazuje na dane zakodowane w subkanale Q ñ w tym przypadku mało użyteczne. Każda płyta posiada specjalną ścieżkę oznaczoną numerem AAh. Jej adres jest początkiem *Lead-Outu*, czyli jednocześnie określa przestrzeń adresową na jakiej możemy operować.

ASC	ASCQ	Opis
04	01	Przygotowywanie do gotowości mechaniki
05	01	Błąd przy ładowaniu/usuwanie płyty
1A	00	Błędna długość listy parametrów
20	00	Błędny kod komendy
21	00	Adres poza zakresem
24	00	Błąd w którymś z bajtów komendy
26	02	Błędna wartość parametru
28	00	Zmieniono nośnik
29	00	Wykonano zerowanie
30	00	Niekompatybilny nośnik
30	01	Nieznany format nośnika
30	02	Błędny format nośnika
3A	00	Brak nośnika w napędzie
44	00	Wewnętrzny błąd urządzenia
53	02	Dozwolono usunięcie nośnika
57	00	Nie można odczytać TOC
64	00	Błędna komenda dla tej ścieżki

7. MODE SENSE

Bardzo rozbudowana komenda. W połączeniu z *Mode Select* służy do odczytu parametrów urządzenia oraz jego konfiguracji. Posiada 4 strony ustawień, my zajmiemy się tylko jedną: *Capabilities and Mechanical Status*. Jest to strona tylko do odczytu więc nie możemy w niej nic modyfikować za pomocą *Mode Select*. Interesująca może być jeszcze strona *Audio Status*, ale służy ona tylko do wyboru wyjścia sygnału (mało który napęd posiada więcej niż jedno wyjście).

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0								5Ah
2	0							Kod strony
7	MSB							LSB
								Maksymalna ilość danych jakie komenda może wysłać
Kod strony	Opis							
01h	Obsługa błędów odczytu							
0Dh	Parametry CDRM-u							
0Eh	Parametry Audio CDRM-u							
2Ah	Możliwości + aktualny status CDRM-u							

Bajty strony wysyłanej przez komendę zawsze są poprzedzone 8-bajtowym nagłówkiem:

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	MSB							LSB
								Całkowita długość danych (bez nagłówka)
2								Rodzaj nośnika

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	-							Kod strony (2Ah)
1								Długość strony (12h)
2								Odczyt Odczyt CDRW CDR
3								Zapis Zapis CDRW CDR
4	-							Multi Mode 2 Mode 2 Cyfrowe Cyfrowe Wyjście CD sesja Form Form wyjście wyjście analogowe AUDIO
6	Typ mechanizmu ładowania	-	Komenda Eject	-	Status Komenda blokady blokady			
8	MSB							LSB
12	MSB							LSB
14	MSB							LSB

W bajtach 2...4 ustawienie danego bitu równa się obsłudze danej właściwości. Bit CD Audio wskazuje na możliwość odtwarzania audio. W bajcie 6 bity 0 i 3 wskazują na obsługę komend. Trzy najstarsze bity zawierają typ mechanizmu ładowania nośnika:

Kod (bin)	Typ
000	Szczelina do wsuwania płyty
001	Wysuwana tacka (najpopularniejsze)
010	Otwierane wieko (mechanizm stosowany powszechnie w Discmanach)

101 Mechanizm ładowania kartridży (już nie spotykany)

Prędkość jest wyrażona w kilobitach na sekundę. Aby przeliczyć tą wartość na prędkość w „rachach“ należy skorzystać z prostego wzoru: prędkość = x/8/175. Wynika z tego że prędkość 1x jest równa 175 kB/s.

8. PLAY AUDIO

Rozpoczyna odtwarzanie audio. Działa bezproblemowo w większości urządzeń. Dziwactwem ze strony konstruktorów jest umożliwienie odtworzenia tylko 65536 sektorów (ok. 14 minut). Eliminuje to ją w niemal wszystkich zastosowaniach.

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0								45h
2	MSB							LSB
								Adres bloku od którego rozpoczniemy odtwarzanie
7	MSB							LSB
								Liczba sektorów do odtworzenia

9. PLAY AUDIO MSF

Zasada działania jest identyczna jak w poprzedniej, lecz komenda wymaga podania adresu początku i końca odtwarzania w formacie MSF.

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0								47h
3								początkowe M
4								początkowe S
5								początkowe F
6								końcowe M
7								końcowe S
8								końcowe F

10. PLAY CD

Komenda ta jest bardzo rozbudowana i posiada sporo opcji, takich jak możliwość wyboru wyjścia audio itp. Niestety żaden z testowanych napędów nie obsługiwał tej komendy.

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0								BCh
1	-							Oczekiwany typ MSF sektora
2	MSB							LSB
								Adres bloku od którego rozpoczniemy odtwarzanie
7	MSB							LSB
								Liczba sektorów do odtworzenia
11	SPEED	-	Port 2	Port 1	-	Audio		
								SPEED: 0 odtwarzanie z prędkością 1x, 1 - z największą możliwą. Port 1/2: włącz wyjścia cyfrowe. Audio: włącz wyjścia analogowe. Typ sektora: patrz komenda Read CD.

11. STOP PLAY

Zatrzymuje odtwarzanie. Nie ma żadnych parametrów.

12. PAUSE

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0								4Bh

Tab. 8. Kody rodzaju nośnika

Kod rodzaju nośnika	Opis
00h	Nieznany typ nośnika
01h	120mm DANE
02h	120mm AUDIO
03h	120mm DANE + AUDIO
05h	80mm DANE
06h	80mm AUDIO
07h	80mm DANE + AUDIO
10h	CDR nieznanego rozmiaru
11h	120mm CDR DANE
12h	120mm CDR AUDIO
13h	120mm CDR DANE + AUDIO
15h	80mm CDR DANE
16h	80mm CDR AUDIO
17h	80mm CDR DANE + AUDIO
20h	CDRW nieznanego rozmiaru
21h	120mm CDRW DANE
22h	120mm CDRW AUDIO
23h	120mm CDRW DANE + AUDIO
25h	80mm CDRW DANE
26h	80mm CDRW AUDIO
27h	80mm CDRW DANE + AUDIO
30h	Nieznany typ nośnika
70h	Tacka wsunięta, brak nośnika
71h	Tacka wysunięta
72h	Błędny format nośnika

8 - RESUME
Gdy Resume = 1, odtwarzanie jest kontynuowane, gdy = 0 - wstrzymane.

14. PREVENT/ALLOW MEDIUM REMOVAL

Pozwala zabezpieczyć nośnik przed usunięciem:

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0								1Eh
4								LOCK

Gdy LOCK = 1 zapęd blokuje nośnik.

15. SEEK

Ustawia mechanikę nad określoną pozycją. Komenda umożliwia np. odczytanie danych subkanałów określonego sektora.

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0								2Bh
2	MSB							LSB
								Numer LBA sektora

16. START/STOP/EJECT

Pozwala na zatrzymanie/rozpędzenie płyty oraz na operowanie tray'em.

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0								1Bh
1								Tryb
4								Eject Start

Możliwe operacje do wykonania:

Eject	Start	Wykonana operacja
0	0	Zatrzymaj dysk
0	1	Rozpędź dysk, odczytaj TOC
1	0	Wysuń tackę
1	1	Załaduj płytę (wsuń tackę)

17. READ

Pozwala na odczyt dowolnej liczby sektorów:

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	A8h							

2 MSB Adres bloku od którego rozpoczniemy odczyt LSB

6 MSB Liczba sektorów do odczytania LSB

Jeśli liczba sektorów = 0 wtedy nie zostaną odczytane żadne dane. Ilość bajtów w sektorze jest zawsze równa 2048. Gdy zechcemy odczytać sektor o innej długości komenda wygeneruje błąd. Dane są wysyłane w postaci ciągu, nie są niczym rozdzielone.

18. READ CD

Rozbudowana wersja komendy READ. Pozwala odczytać nie tylko dane użytkowe ale i pozostałe informacje takie jak nagłówki czy pola synchronizacji.

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	BEh							

1 - Oczekiwany typ sektora

2 MSB Adres bloku od którego rozpoczniemy odczyt LSB

6 MSB Liczba sektorów do odczytania LSB

9 Synch. Nagł. Dane EDC -

10 - Sub kanały

Dla nas takie dane jak nagłówki, synchronizacja oraz pola korekcji błędów są bezużyteczne więc nie będą ich omawiać. Podobnie nie ma sensu odczytywanie danych subkanałowych w czystej formie, skoro mamy do tego celu specjalne komendy. Przydatne natomiast może być pole typu sektora. Jeśli któryś z odczytanych sektorów nie jest zgodny z podanym przez nas typem to zostanie wygenerowany błąd. Poniżej przedstawiam wartości dla określonych typów:

Wartość (bin)	Typ
000	Wszystkie sektory są właściwe
001	CD AUDIO
010	Mode 1
011	Mode 2
100	Mode 2 Form 1
101	Mode 2 Form 2

19. READ CD MSF

Działanie identyczne jak w przypadku poprzedniej komendy z tym że do adresowania używamy MSF i określamy zakres sektorów do odczytu, a ich nie liczbę.

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	47h							

2 -
3 początkowe M

4 początkowe S
5 początkowe F
6 końcowe M
7 końcowe S
8 końcowe F

Pozostałe pola mają identyczne znaczenie.

20. READ SUBCHANNEL

Odczytuje informacje subkanałowe aktualnego sektora. Dostarcza informacji o aktualnej pozycji, pozycji relatywnej do początku ścieżki, numerze ścieżki, indeksie, statusie odtwarzania audio oraz dane o ścieżce (rok nagrania, kraj, numer seryjny).

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	42h							

1 - MSF -

2 - SubQ -

3 Typ subkanału do odczytania

6 Numer ścieżki

7 MSB Ilość danych do odebrania LSB

8

SubQ wskazuje czy komenda ma wysłać dane subkanałowe czy tylko nagłówki. Typy danych subkanałowych przedstawiono poniżej:

Kod Opis

01h Aktualna pozycja

02h Numer katalogowy

03h Informacje o ścieżce

Numer ścieżki jest brany pod uwagę tylko gdy typ danych = 03h.

Komenda zawsze zwraca nagłówki przed właściwymi danymi:

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
1	Status Audio							

2 MSB Długość danych LSB

(nie uwzględnia nagłówka)

3

W tabelicy poniżej pokazano znaczenie kodów Status Audio:

Kod statusu audio Opis

00h Status audio nie obsługiwany

11h Trwa odtwarzanie

12h Odtwarzanie wstrzymane (pauza)

13h Odtwarzanie pomyślnie zakończone

14h Odtwarzanie zakończone z powodu błędu

15h Brak operacji audio

Jeśli pole długości danych jest równe 0 oznacza to brak dalszych danych do wysłania (bit SubQ = 0).

Tryb pozycji (01h)

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
4	01h							

5 ADR 4/2 A/D Copy -

6 Numer ścieżki

7 Index

8 MSB Aktualna pozycja relatywna do początku płyty LSB

12 MSB Aktualna pozycja relatywna do początku ścieżki LSB

4/2: dźwięk czterokanałowy (1)/dwukanałowy (0)

A/D: audio (0)/dane (1)

Copy: zabronione kopiowanie (0)/dozwolone (1)

Ścieżka: numer ścieżki aktualnie odtwarzanej

Indeks: Ścieżka może być podzielona na indeksy. Pauza rozdzielająca umieszczona na początku ścieżki zawsze posiada indeks 0.

Domyślny numer indeksu to 1. Zakres wynosi od 1 do 99.

Rzadko spotyka się ścieżki nagrane z użyciem indeksów. Tablica zawartości w ogóle ich nie uwzględnia.

Aktualna pozycja: Nie wymaga komentarza. Gdy aktualny sektor jest pauzą wartość ta jest ujemna. Jak zapisuje się taką liczbę? Przykład liczby 8 bitowej (-128 do 127). Liczby od 0 do 127 są wartościami dodatnimi a od 255 do 128 wartościami ujemnymi. Tak więc ñ1 = 255, -2 = 254 itd. Wartość ujemna naszego adresu nie jest określona. Jeśli MSF = 1 to wartości zawsze są dodatnie.

Pozycja relatywna do początku ścieżki: jak wyżej z tym, że pozycja 0 jest początkiem aktualnej ścieżki a nie płyty.

Z doświadczeń wynika, że ta druga wartość potrafi być bardzo różnie wyliczana przez różne napędy co powoduje kłopoty sterownika z kompatybilnością. Natomiast obie liczby potrafią także przybrać na moment w zupełnie losowym czasie bardzo dziwne wartości (np. 11017340). W dokumentacji nic nie ma na ten temat, a przysporzyło to mi wielu problemów.

Tryb informacji o ścieżce (03h)

Bajt	7	6	5	4	3	2	1	0
4	03h							

5 - 4/2 A/D Copy -

8 OK -

9 Kod kraju

11 Kod właściciela

14 Rok nagrania

16 Numer seryjny

Bit OK sygnalizuje że dane są poprawne. OK = 0 oznacza że napęd nie potrafi odczytać danych lub subkanał ich nie zawiera.

Michał Wysocki

mwssoft@satkabel.com.pl