

ATB-WAV Player (1)

Karta muzyczna i czytnik kart pamięci dla mikrokontrolerów

*Jak wiadomo, w dzisiejszych czasach odtwarzanie plików dźwiękowych z plików typu WAV umieszczonych na karcie pamięci, za pomocą 8-bitowego mikrokontrolera nie stanowi dużego problemu. Niestety, jest mały kłopot polegający na tym, że trudno tę funkcjonalność zaimplementować do dowolnego projektu na 8-bitowcu z uwagi na spore wymagania czasowe w trakcie odtwarzania dźwięków z karty SD. W związku z tym postanowiłem przygotować projekt oparty na niewielkim mikrokontrolerze ATmega328P. Ma on przejąć na siebie czasochłonną obsługę odtwarzania plików dźwiękowych a jednocześnie zapewnić możliwość komunikacji z modułem za pomocą popularnego interfejsu UART (RS232), dzięki któremu będzie można zlecać mu odtwarzanie dowolnego pliku *.WAV umieszczonego w dowolnym folderze na karcie.*

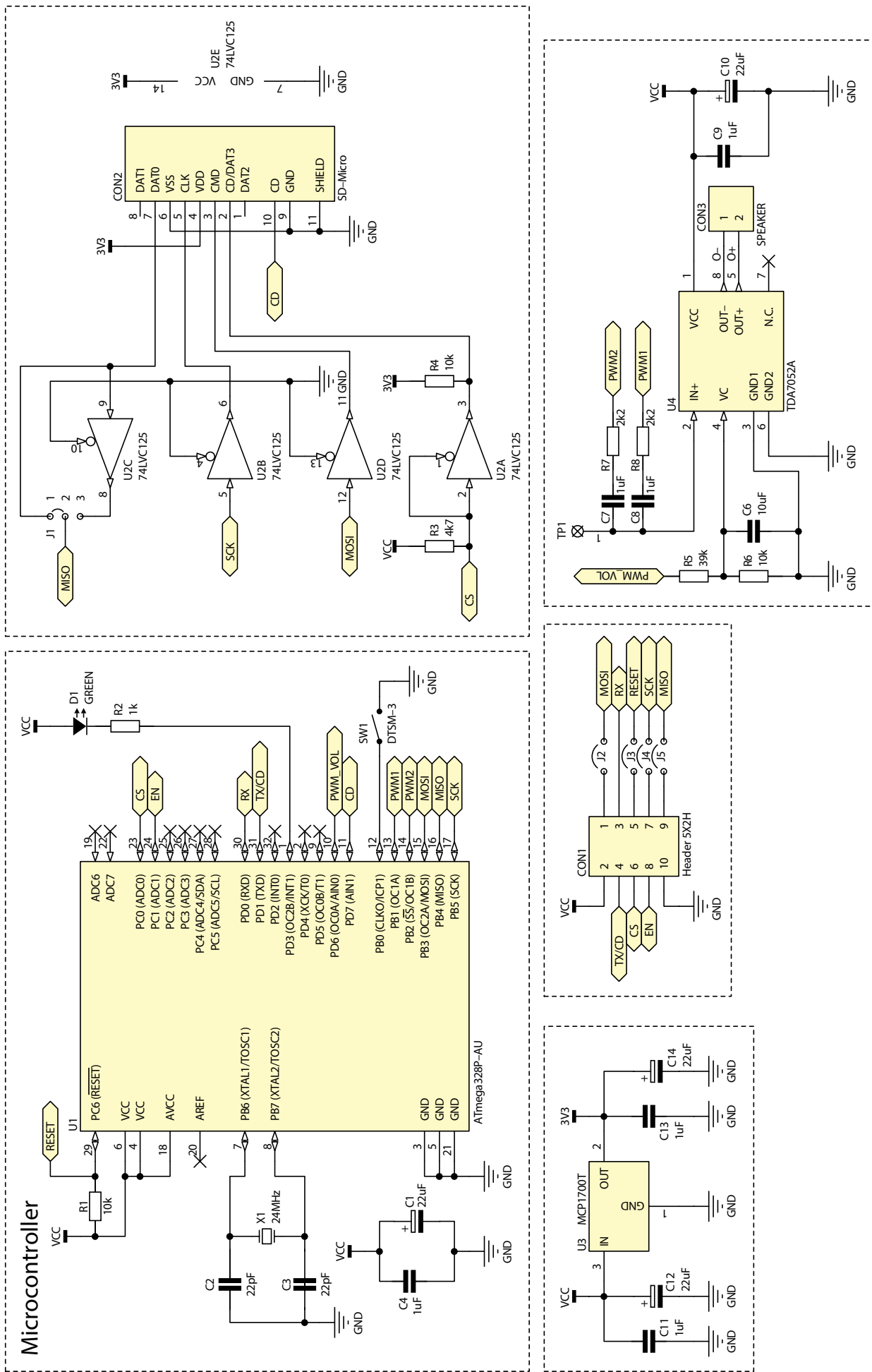
Rekomendacje: *użyteczny, uniwersalny moduł odtwarzacza, który przyda się w wielu projektach lub do rozszerzenia funkcjonalności urządzeń.*

Według pierwotnego założenia, system obsługi miał być na tyle nieskomplikowany, aby można było sterować nim za pomocą komend tekstowych AT, umożliwiającymi także testowanie z poziomu zwykłego programu terminala oraz zapewniającymi współpracę ze specjalnym oprogramowaniem funkcjonującym pod kontrolą systemu Windows, poszerzającym funkcjonalność całości. Idąc

dalej, udało się niejako przy okazji wprowadzić funkcjonalność całkowicie niezależnego odtwarzacza plików dźwiękowych, a także możliwość przełączania modułu w dowolnym momencie jego pracy w tryb całkowicie niezależnego czytnika kart micro SD, jeśli zewnętrzny mikrokontroler będzie miał potrzebę wykorzystania karty pamięci do własnych potrzeb. W ostatnim etapie

projektu, moduł wzbogacono o wzmacniacz audio (o mocy ok 1 W) z programową regulacją siły głosu. Aby mieć pełen obraz możliwości dodam, że za pomocą komend AT można nie tylko odczytywać dowolne pliki z karty SD, ale także zapisywać dane do specjalnie spreparowanych wcześniej plików za pomocą darmowego programu **PetitGen.exe**.

Zanim przejdę do opisu każdej z trzech głównych funkcjonalności nadmienię, że moduł jest przeznaczony do systemów wbudowanych z zasilaniem +5 V. Pomimo tego, w ramach modułu zapewniono odpowiednią translację napięcia na potrzeby karty micro SD, która jest zasilana napięciem +3,3 V. Omawiany moduł został maksymalnie zminiaturyzowany oraz przystosowany do pracy również w złączu typu KANDA, które często jest wykorzystywane w projektach z mikrokontrolerami AVR do programatora sprzętowego ISP. Naturalnie, ATB-WAV Player może również dobrze współpracować z dowolną rodziną mikrokontrolerów – od 8-bitowej rodziny 51 poprzez mikrokontrolery firmy Microchip typu PIC, aż po 32-bitowe mikrokontrolery typu ARM. Moduł odciąża główny mikrokontroler z konieczności realizowania procedur odtwarzających dźwięk



Rysunek 1. Schemat modułu ATB-WAV Player

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 95777, PASS: 53wtjyf6

**W ofercie AVT*
AVT-5613**

Podstawowe informacje:

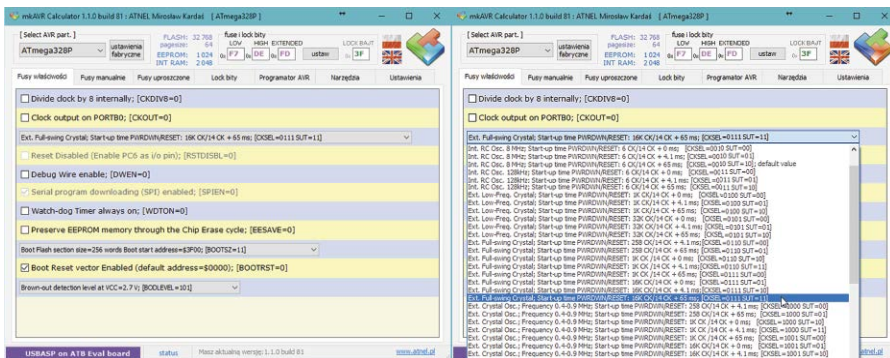
- Zasilanie +5 V.
- Standard sygnałów TTL – umożliwia zastosowania w systemach zasilanych napięciem +5 V chyba, że zostanie dokonana konwersja napięć dla linii sygnałowych SPI.
- Złącze modułu w pełni przystosowane do pracy w standardzie złącza programatora KANDA – w celu wykorzystania wszystkich możliwości i trybów pracy modułu należy dokonać niewielkiej rekonfiguracji kilku linii sygnałowych złącza KANDA.
- Aktualizacje firmware poprzez bootloader – mogą być dokonywane za pomocą RS232 z poziomu programu narzędziowego przygotowanego pod Windows.
- Obsługa kart pamięci micro SD (SDXC) – możliwe jest zastosowanie dowolnej pojemności kart nawet najnowszych typu „class 10 SDXC U3 – 64/128 GB” sformatowanych w FAT32.
- Programowa regulacja sily głosu – dzięki zastosowaniu wzmacniacza audio umożliwiającego regulację wzmacnienia za pomocą sygnału PWM.
- Odtwarzacz plików typu WAV typu stereo i mono – pliki mogą zawierać próbki 16-bitowe, przy czym stereofoniczne mogą zawierać próbkowanie max 32 kHz (typowo 22,5 kHz) zaś monofoniczne do 44 kHz.
- Odczyt z plików w trybie binarnym z karty, zapis do plików w trybie ASCII z pomocą komend AT.
- Parametry pracy RS232 to standard napięciowy TTL – 115200, 8, n, 1 – obsługa za pomocą wbudowanych i wygodnych w użyciu dla programisty komend typu AT.
- Wbudowany wzmacniacz audio TDA7052A – możliwość bezpośredniego sterowania głośnikiem mocy minimum 1 W i impedancji minimum 32 R.
- Oprogramowanie pod Windows służące do testowania i aktualizacji firmware.
- Możliwość przełączania modułu karty dźwiękowej w tryb niezależnego czytania do kart pamięci z poziomu nadrzędnego mikrokontrolera sterującego.

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

Projekt 229	Karta USB Audio Mic & Power (EP 10,12/2016)
---	Przetwornik audio DAC z interfejsem USB i układem scalonym AD1852 (EP 6/2016)
AVT-5531	Przetwornik A/C audio z układem PCM5102A (EP 3/2016)
AVT-5524	Przetwornik audio DAC z AD1955 (EP 1/2016)
AVT-5492	HUB USB + USB Audio DAC (EP 2/2015)

* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KItem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wylutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
• wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wylutowane w płytkę PCB)
• wersja [A] płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacja kitu w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatki:
• wersja [A+] płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
• wersja [UK] zaprogramowany układ
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz <http://shlep.avt.pl>



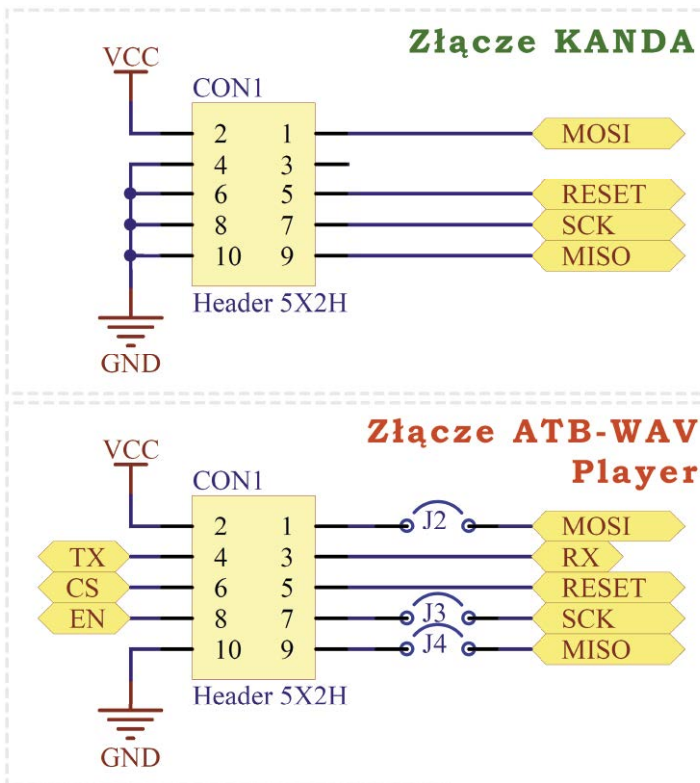
Rysunek 2. Ustawienia bitów konfiguracji w mikrokontrolerze ATmega328P

i umożliwia niesłychanie łatwe sterowanie ich odtwarzaniem za pomocą UART.

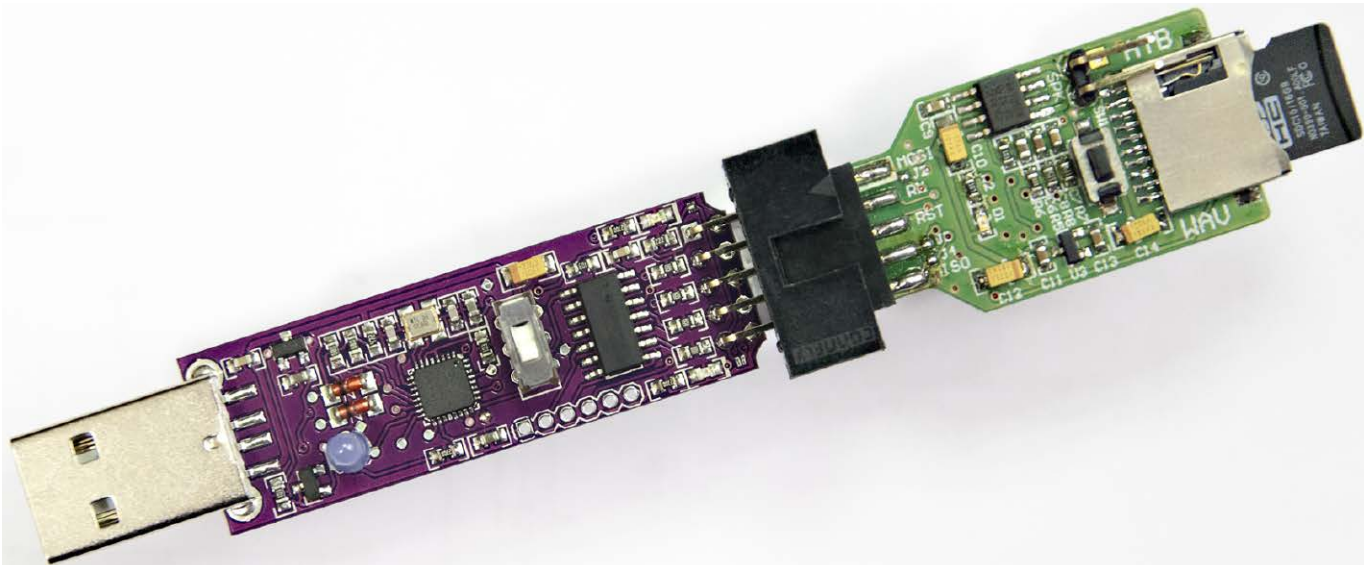
Schemat ideowy odtwarzacza ATB WAV Player pokazano na **rysunku 1**. Pierwsza rzecz, która pewnie rzuca się w oczy, to rezonator kwarcowy o częstotliwości 24 MHz, którego użyłem pomimo tego, że wg noty aplikacyjnej zastosowanego mikrokontrolera, może on być taktowany maksymalnie częstotliwością 20 MHz. Nie jest to przypadek lub pomyłka – świadomie zastosowałem tutaj lekkie przetaktowanie mikrokontrolera. Naturalnie, nie zaleca się tego typu podejścia, ponieważ pewne wewnętrzne moduły mikrokontrolera mogą przestać działać prawidłowo, szczególnie trzeba mieć tu na uwadze chociażby wewnętrzną pamięć EEPROM. Jednak w tym projekcie w ogóle nie jest wykorzystywana pamięć EEPROM, zaś niewielka wartość zwiększonej częstotliwości nie wpływa na pracę portów cyfrowych mikrokontrolera oraz jego pamięci Flash oraz RAM.

Aby w ogóle mówić o przetaktowaniu należy podjąć specjalne kroki odnośnie do ustawień fusebitów mikrokontrolera. Trzeba zadbać o ustawienie wewnętrznego generatora, do którego jest dołączony zewnętrzny rezonator 24 MHz, aby pracował w trybie „Rail to Rail”. Opcja występuje w omawianym mikrokontrolerze pod nazwą „Ext. Full-swing Crystal”. Na **rysunku 2** pokazano, w jaki sposób zostały ustawione fusebity mikrokontrolera ATmega328P na potrzeby projektu z uwzględnieniem nie tylko wymienionej wyżej opcji, ale również ustawienia zapewniające pracę z Bootloaderem oraz zabezpieczeniem BOD. Zastosowanie omawianych tutaj ustawień zapewnia pewną i bezawaryjną pracę modułu nawet przy przetaktowaniu mikrokontrolera częstotliwością 24 MHz.

Jak widać ze schematu na rys. 1, sama aplikacja mikrokontrolera jest nieskomplikowana. Poza zapewnieniem poprawnej filtracji zawiera ona połączenia umożliwiające



Rysunek 3. Porównanie złącza KANDA ze złączem modułu ATB-WAV Player



Rysunek 4. Moduł ATB-WAV Player osadzony w programatorze USBasp

ATB-WAV player



Rysunek 5. Pełny opis wyprowadzeń modułu oraz widok 3D

obsługę karty SD za pomocą SPI, jeden przycisk oraz steruje wzmocnieniem układu TDA7052A. Regulacja odbywa się za pomocą PWM. Sygnał dźwiękowy jest również generowany za pomocą wyjść PWM. Zwróć uwagę, że wyjścia 16-bitowych sygnałów PWM OC1A oraz OC1B są zmixowane do jednego wejścia wzmacniacza za pomocą kondensatorów C7, C8 oraz rezystorów R7, R8. Zapewnia to poprawne odtwarzanie również stereofonicznych plików dźwiękowych, przy czym oba kanały są prawidłowo zmiksowane do pojedynczego monofonicznego wyjścia wzmacniacza audio. Na istotną uwagę zasługuje fakt, że do wzmacniacza można podłączyć jedynie głośniki o rezystancji mniejszej od 32 Ω. To bardzo ważne z uwagi na możliwość uszkodzenia układu TDA7052A. Poza tym, do mikrokontrolera jest dołączona tylko jedna dioda LED sygnalizująca różne stany pracy modułu w zależności od tego, w jakim trybie aktualnie on pracuje.

Zasilanie na potrzeby karty pamięci realizowane jest za pomocą stabilizatora LDO typu MCP1700T-3.3. Stabilizator zasilą również układ 74LVC125, który pełni podwójną

rolę. Zapewnia buforowanie komunikacji z kartą pamięci oraz poprawną translację napięć, która jest konieczna z uwagi na dostęp mikrokontrolera zasilanego napięciem +5 V.

Dość istotnym zagadnieniem jest przystosowanie modułu do pracy nawet w typowym złączu KANDA. W tym celu proszę zwrócić uwagę na **rysunek 3**, na którym przedstawiono porównanie standardowego złącza KANDA i sygnałów wyprowadzonych w module ATB-WAV Player. Na pierwszy rzut oka wydaje się to być całkowicie niekompatybilne z uwagi na wyprowadzone sygnały modułu ATB-WAV Player po lewej stronie złącza, na pinach o numerach: 4, 6, 8. O ile wiemy, że sygnały o nazwach EN oraz CS są wejściami z punktu widzenia omawianego modułu, to wydaje się to nie stanowić zagrożenia elektrycznych połączeń, ponieważ dopuszczalny jest stan niski (GND) na tychże wejściach. Patrząc jednak na sygnał o nazwie TX, będący wyjściem komunikacyjnym modułu UART (pin nr 4), który jest sygnałem **wyjściowym**, to wydawać by się mogło, że tutaj został popełniony jakiś poważny błąd konstrukcyjny. Tym bardziej, że wiadomo, iż domyślnie po załączeniu modułu UART

w mikrokontrolerze panuje na nim stan wysoki, co może kolidować z poziomem niskim na złączu KANDA i mogłoby to doprowadzić nawet do uszkodzenia mikrokontrolera w module ATB-WAV Player.

Na szczęście, oprogramowanie zawarte w mikrokontrolerze w pełni uwzględnia taką sytuację i zapewnia w stu procentach poprawną pracę modułu ATB-WAV Player tyle, że przy takim podłączeniu moduł będzie w stanie pracować tylko i wyłącznie w trybie niezależnego odtwarzacza (playera), pozwalającego na odtwarzanie plików dźwiękowych, muzycznych typu *.WAV umieszczonych w ścieżce głównej karty pamięci. Będzie można wprawdzie przełączyć moduł w tryb sterowania i odtwarzania wybranych plików dźwiękowych z karty pamięci, za pomocą interfejsu UART z udziałem pinu nr 3, który w standardowym złączu KANDA jest nie używany i mamy możliwość podłączenia do niego sygnału TX bądź to z mikrokontrolera lub z przejściówki USB/RS232, czyli poprzez terminal w systemie Windows/Linux itp., lecz będzie to nieco ograniczona komunikacja, ponieważ pin TX mikrokontrolera w module będzie wyłączony z użytku. Wymuszone zostanie jego praca w funkcji wejścia, po to, aby nie doszło do jego uszkodzenia poprzez dołączenie do GND w standardowym złączu KANDA. **Rysunek 4** przedstawia widok programatora ATB-USBasp wraz z osadzonym modułem ATB-WAV Player. Tego typu połączenie umożliwia również wygodne zaprogramowanie mikrokontrolera w module.

Na tym etapie nadmienię, że przedstawiony na schemacie widok sygnałów złącza modułu ATB-WAV Player jest tylko poglądowy. Aby w pełni zrozumieć wszystkie możliwości modułu i zasady pracy każdej z jego funkcjonalności przedstawiam na **rysunku 5** pełny opis wyprowadzeń złącza wraz z uwzględnieniem kierunków

Tabela 1. Lista komend AT wraz z opisem

Komenda AT	Opis
Komendy konfiguracyjne	
AT	Komenda testowa
AT+GCFG=?	Pobiera bieżącą konfigurację modułu
ATE1	Włączenie echa
ATE0	Wyłączenie echa
AT+RST?	Programowy restart modułu
Komendy informacyjne	
ATI	Informacja o module
ATI1	Wersja firmware
Komendy do obsługi odtwarzacza	
AT+PLON	Uruchomienie automatycznego odtwarzacza
AT+PLOFF	Zatrzymanie odtwarzacza / pliku dźwiękowego
AT+NEXT	Odtwarzaj kolejny plik dźwiękowy (w trybie automatycznego odtwarzacza)
AT+STOP	Zatrzymaj odtwarzanie bieżącego pliku dźwiękowego
AT+VOL=<0..255>	Regulacja siły głosu (mocy wyjściowej wzmacniacza audio) PWM w zakresie 0 do 255
AT+FADEVOL=<0,1>	1 - włączenie automatycznego podnoszenia głośności przy starcie odtwarzanego pliku, 0 - wyłączenie tej opcji
AT+MUTE	Natychmiastowe wyciszenie dźwięku (wzmacniacza audio)
AT+MPLAY=<PWM>,<DIR>,<wav1>,<wav2>,...,<wavN>	Odtwarzaj kolejno wiele (max 20) plików dźwiękowych. Pierwszy parametr PWM - siła głosu od 0 do 255, drugi argument DIR - to nazwa folderu w którym znajdują się pliki. Nazwy przekazane kolejno i rozdzielone przecinkami. Nazwy podawane są bez rozszerzeń (.wav)!
Komendy dostępu do plików	
AT+DIR=<directory>	Odczyt listy plików we wskazanym folderze i jego podfolderach.
AT+FREAD=<Filename>,<Offset>,<btr>,[bin_pet]	Odczyt zawartości dowolnego pliku z karty pamięci w trybie tekstowym lub binarnym. Filename – pełna nazwa pliku wraz z rozszerzeniem, można poprzedzić pełną ścieżką do pliku (dowolny folder). Offset – początek danych w pliku, (btr)BytesToRead – ilość bajtów do odczytania, bin_pet: 0-odczyt binarny, 1-odczyt w stylu PetitFS (czytaj znaki ASCII aż napotkasz znak 0xFF). Argument bin_pet nie jest wymagany. Domyślnie zostanie zastosowany tryb binarny.
AT+FWRITE=<Filename>,<none_CR_CRLF>,<ASCII_data>	Zapis danych tekstowych (tylko ASCII), do istniejącego i wcześniej przygotowanego „pustego” pliku na karcie micro SD. (zgodnie z GB - zieloną książką pt „Język C - Pasja programowania”). Filename - nazwa pliku wraz z nazwą folderu na karcie pamięci, none_CR_CRLF możliwe wartości: „NONE”, „_CR_”, „CRLF”, zakończ dane znakiem CR, CRLF lub bez znaku końca linii (NONE). ASCII_data - tekst - dane ASCII do zapisu, znaki o kodach powyżej 0x0A (LF), do wartości tzw „pustego” znaku wypełniającego plik o wartościach albo 0xA0 lub 0xFF.

sygnałów występujących na poszczególnych pinach. Widać na nim także widok 3D płytki PCB zarówno od strony bootom jak również top wraz opisem numerów wejść na złączu żeńskim 2x10 modułu. Poza tym, że zapewnia ono możliwość sterowania modułem czy bezpośredni dostęp do karty, umożliwia ono także wygodne i solidne osadzenie mechaniczne niewielkiej płytki PCB w tego typu gnieździe. Miniaturyzacja płytki PCB zapewnia jej niewielką wagę a więc stabilny montaż w dowolnym projekcie bez konieczności bezpośredniego lutowania wyprowadzeń do docelowego układu lub używania innych sposobów mechanicznego montażu np. śrubek, nakrętek itp. Nieocenioną zaletą takiego podejścia jest rewelacyjna możliwość łatwego montażu i demontażu w układzie docelowym.

Zapewnia to łatwe przeprogramowywanie wsadu (firmware) mikrokontrolera w module ATB-WAV Player za pomocą dedykowanego oprogramowania na PC poprzez przejściówkę USB/RS232 z poziomu komputera.

Sygnały o nazwach EN, CS oraz CD na rys. 5, mają poziomą kreskę nad nazwą, co oznacza, że aktywny jest poziom niski. Niezależnie od tego, że dwa z nich EN i CS są sygnałami wejściowymi do modułu, zaś CD jest sygnałem wyjściowym. Pomiędzy nazwami sygnałów i numerami pinów widoczne są dodatkowo strzałki określające kierunki każdego z sygnałów w całym złączu. Należy zwrócić uwagę, że pin 4 złącza ma dwie alternatywne funkcjonalności. W obu przypadkach są to sygnały wyjściowe. Na temat sygnału TX już wspominałem i jest

to wyjście z modułu linii komunikacyjnej UART. Sygnał ten działa tylko w wypadku funkcjonalności niezależnego playera oraz odtwarzacza sterowanego przez RS232. Natomiast po przełączeniu modułu ATB-WAV Player w tryb zwykłego czytnika kart pamięci, sygnał wyprowadzony na pinie nr 4 będzie pełnił rolę sygnału z karty o nazwie CD (Card Detect) z tym, że to mikrokontroler w module ATB-WAV Player będzie odtwarzał w sposób programowy stan sprzętowego sygnału z gniazda karty pamięci. W tym trybie sygnał ten można traktować jako wyjście typu Open Collector (otwarty kolektor) zatem nie grozi również w tym trybie, zwarcie z zewnątrz tej linii do GND.

Mirosław Kardaś
biuro@atnel.pl