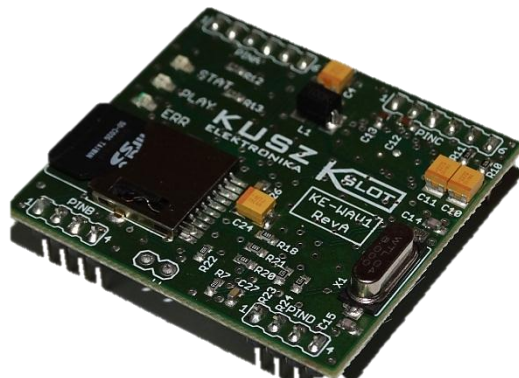


KE – WAV1 v1.0

Uniwersalny odtwarzacz plików dźwiękowych w formacie .wav



Uniwersalny odtwarzacz plików dźwiękowych KE-WAV1 jest komponentem elektronicznym, przeznaczonym do odtwarzania stereofonicznych plików .wav zapisanych na karcie pamięci MicroSD, z zachowaniem wysokiej wierności i jakości odtwarzania. Urządzenie zdolne jest do odtwarzania 16-bitowych plików dźwiękowych zapisanych w formacie .WAV PCM, o częstotliwości próbkowania z zakresu 8 kHz – 48 kHz. Odtwarzacz wyposażony jest w stereofoniczne wyjście liniowe, stereofoniczne wejście mikrofonowe, posiada opcje regulacji głośności, oraz opcje regulacji poziomu tonów niskich, średnich i wysokich. Urządzenie obsługuje karty pamięci MicroSD oraz MicroSD HC o pojemnościach od 1 GB do 32 GB. Sterowanie za pomocą komend AT poprzez interfejs RS-232 o szerokim zakresie napięć pracy. Zasilanie napięciem 5 V lub 3,3 V. Niski pobór prądu, funkcje oszczędzania energii, możliwość wyboru kilku prędkości transmisji. Urządzenie jest komponentem przeznaczonym do montażu w układzie nadrzędnym w złączu K-SLOT.

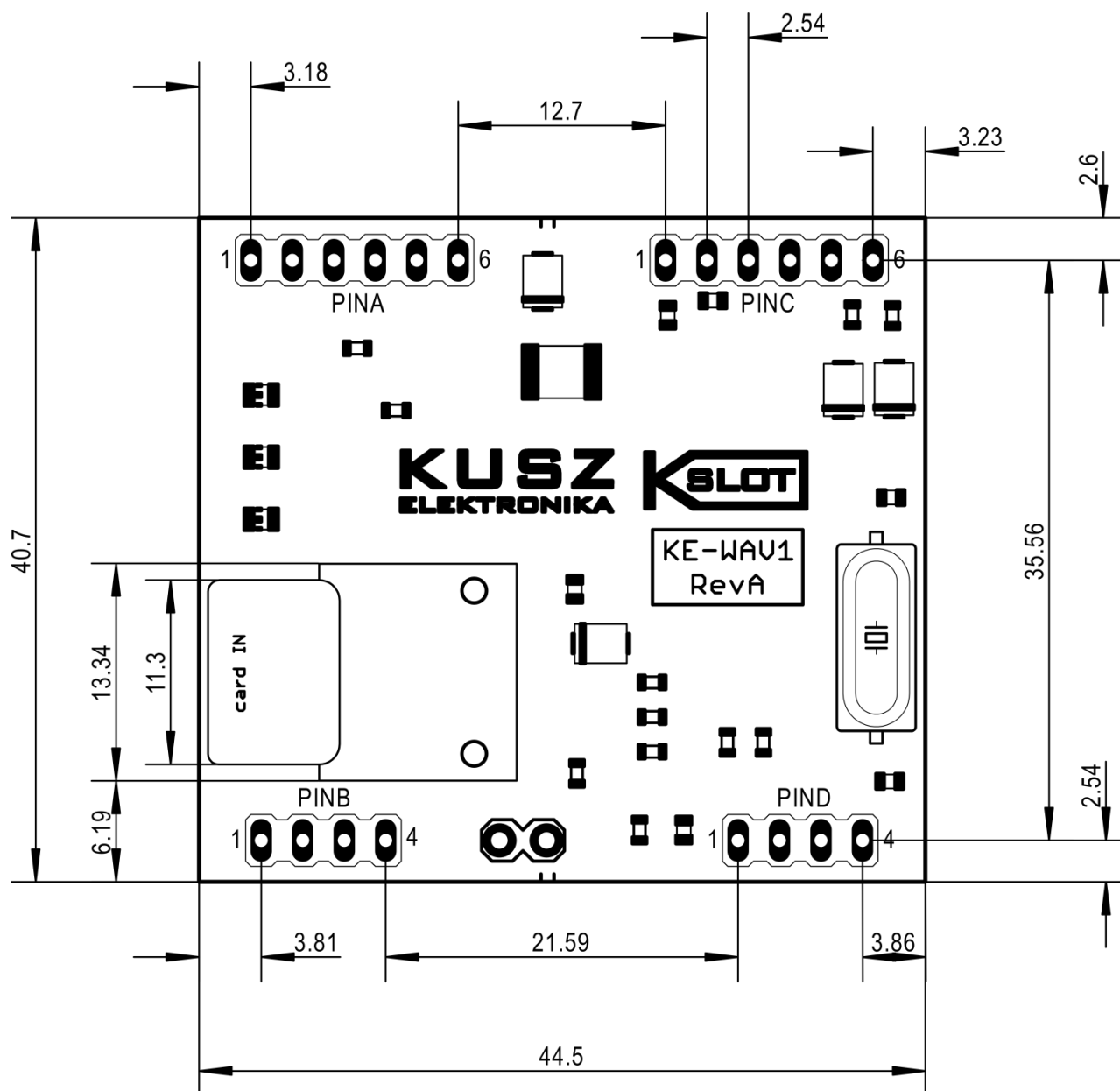
Krótki opis funkcjonalności:

- Odtwarzanie 16-bitowych, stereofonicznych plików PCM .WAV z próbkowaniem 8 kHz – 48 kHz
- Obsługa kart pamięci MicroSD oraz MicroSD HC o pojemnościach 1 GB – 32 GB
- Obsługa systemu plików FAT/FAT32
- Stereofoniczne wyjście liniowe
- Stereofoniczne wejście mikrofonowe
- Możliwość regulacji głośności, poziomu tonów niskich, średnich i wysokich
- Zasilanie napięciem 3,3 V lub napięciem 5 V (dwa niezależne piny zasilające)
- Sterowanie przez interfejs RS232 kompatybilny z napięciami z zakresu 2,5 V – 6 V, z maksymalną prędkością transmisji wynoszącą 115 200 bps
- Sterowanie za pośrednictwem komend AT
- Możliwość wyboru odtwarzania stereofonicznego lub monofonicznego
- Możliwość resetowania oraz wyciszania sygnałem zewnętrznym, dostępne sygnały zewnętrzne informujące o stanie urządzenia
- Trzy diody kontrolne informujące o aktualnym stanie pracy odtwarzacza
- Niewielkie wymiary (45 x 41 x 15 mm), dopasowane do złącza K-SLOT
- Spełnia wymogi dyrektywy RoHS

1. Wyprowadzenia, wymiary zewnętrzne	3
1.1. Wymiary zewnętrzne urządzenia	3
1.2. Rozkład wyprowadzeń	4
1.3. Opis wyprowadzeń i ich funkcjonalności	5
2. Parametry urządzenia.....	8
2.1. Schemat blokowy urządzenia.....	8
2.2. Maksymalne dopuszczalne warunki pracy	9
2.3. Zalecane warunki pracy.....	9
2.4. Pozostałe parametry elektryczne i termiczne	10
2.5. Obsługiwane formaty i systemy plików	10
3. Aplikacje urządzenia	12
3.1. Typowe zastosowania	12
3.2. Podstawowa aplikacja urządzenia.....	12
3.3. Połączenie z mikrokontrolerem z wykorzystaniem zasilania napięciem 3,3 V	13
3.4. Połączenie z mikrokontrolerem z wykorzystaniem zasilania napięciem 5 V.....	14
3.5. Sterowanie z komputera PC z wykorzystaniem terminala i połączenia poprzez złącze USB	14
3.6. Sterowanie przez interfejs RS-232-C	15
3.7. Sterowanie przez interfejs RS-422	16
3.8. Odtwarzacz z filtrem eliminującym składowe w.cz. w sygnale wyjściowym.....	17
3.9. Odtwarzacz ze wzmacniaczem mocy 2 x 22 W	17
4. Charakterystyki statyczne i dynamiczne	19
4.1. Charakterystyki zasilania	19
4.2. Charakterystyki interfejsu RS-232	20
4.3. Charakterystyki toru wyjściowego	21
5. Sterowanie pracą urządzenia	23
5.1. Ogólne zasady sterowania – interfejs RS232, komendy AT	23
5.2. Komendy konfiguracyjne.....	24
5.3. Komendy odtwarzania dźwięku	25
5.4. Komendy przetwarzania dźwięku	27
5.5. Pozostałe komendy	29
5.6. Sygnalizacja stanu urządzenia	29
5.7. Tabele regulacji wzmacniacza i korektora 3-pasmowego	30
6. Pozostałe informacje	32
6.1. Informacje na temat złącza K-SLOT	32
6.2. Zgodność z dyrektywami Wspólnoty Europejskiej	34
6.3. Informacje o producencie	34

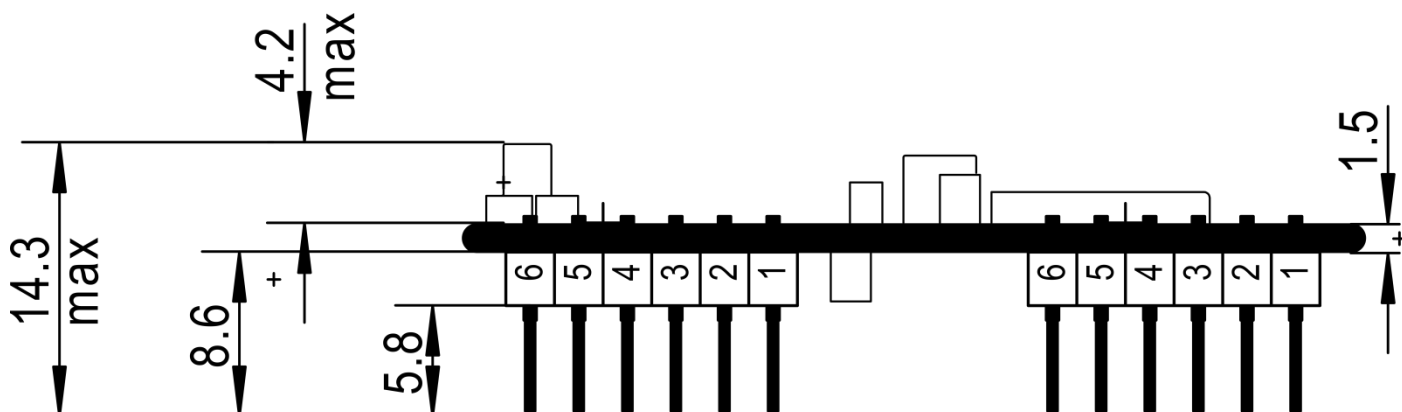
1. Wyprowadzenia, wymiary zewnętrzne

1.1. Wymiary zewnętrzne urządzenia



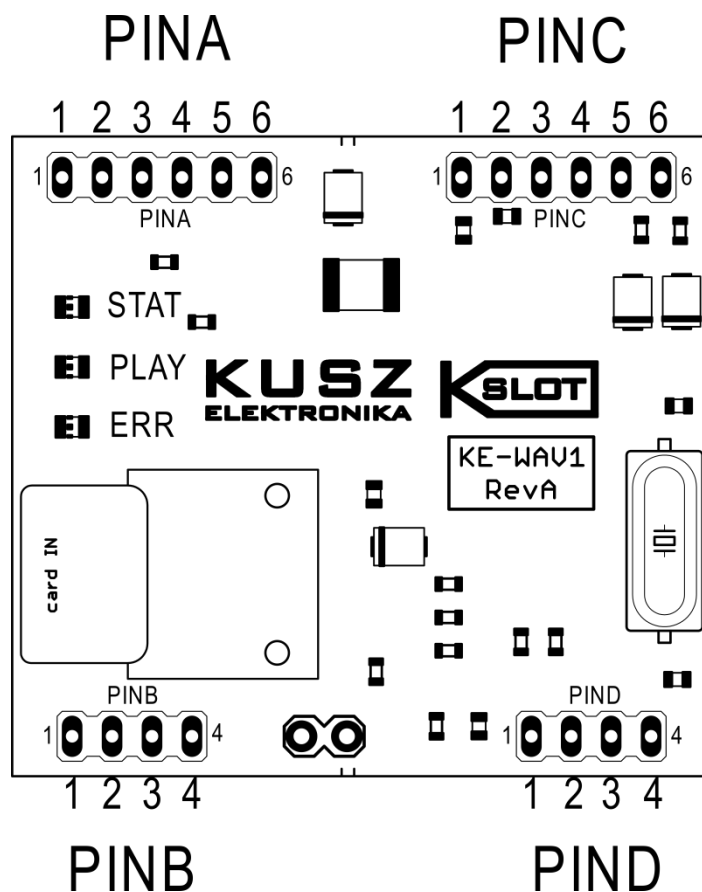
Rys. 1 . Wymiary długości/szerokości PCB urządzenia. Wszystkie wymiary podane w mm.

Tolerancja wymiarów +/- 0,2mm



Rys. 2. Wymiary wysokości urządzenia. Na rysunku zaznaczono najwyższe punkty na płycie drukowanej. Wszystkie wymiary podane w mm. Tolerancja wymiarów +/- 0,5mm

1.2. Rozkład wyprowadzeń



Rys. 3. Rozkład wyprowadzeń urządzenia

Tabela 1. Rozkład wyprowadzeń urządzenia

PIN	NAZWA	KIERUNEK	FUNKCJA
A1	RXD	Wejście	Odbiór danych RS232
A2	TXD	Wyjście O.C.	Wysyłanie danych RS232. Wyjście typu otwarty kolektor
A3	!STATEXT	Wyjście O.C.	Wyprowadzenie kontrolne „STAT”. Zanegowane wyjście typu otwarty kolektor
A4	!PLAYEXT	Wyjście O.C.	Wyprowadzenie kontrolne „PLAY”. Zanegowane wyjście typu otwarty kolektor
A5	MUTE	Wejście	Wejście wyciszania (aktywny stan wysoki)
A6	RESET	Wejście	Wejście resetowania (aktywny stan wysoki)
B1	5V	Zasilanie	Wejście zasilania napięciem 5 V
B2	3V3	Zasilanie	Wejście zasilania napięciem 3,3 V; Wyjście napięcia 3,3 V
B3	GND	Zasilanie	Masa cyfrowa
B4	GND	Zasilanie	Masa cyfrowa
C1	INL	Wejście	Wejście liniowe – kanał lewy
C2	INR	Wejście	Wejście liniowe – kanał prawy
C3	AGND	Zasilanie	Masa analogowa
C4	AGND	Zasilanie	Masa analogowa
C5	OUTL	Wyjście	Wyjście liniowe – kanał lewy
C6	OUTR	Wyjście	Wyjście liniowe – kanał prawy
D1	GND	Zasilanie	Masa cyfrowa
D2	N.C.		Nie podłączone
D3	N.C.		Nie podłączone
D4	N.C.		Nie podłączone

1.3. Opis wyprowadzeń i ich funkcjonalności

- PINA.1 – RXD:** Odbiór danych z interfejsu RS232. Wyprowadzenie dopasowane do obsługi interfejsu komunikacyjnego pracującego z napięciem 2,5 V; 3,3 V oraz 5 V, bez konieczności używania konwerterów poziomów logicznych. Wyprowadzenie automatycznie dopasowuje się do zastosowanego napięcia pracy interfejsu. Wybrana wartość napięcia zasilającego nie ogranicza wyboru napięcia interfejsu (można stosować dowolne kombinacje napięcia zasilającego i napięcia interfejsu, bez wpływu na parametry transmisji)
- PINA.2 – TXD:** Nadawanie danych przez interfejs RS232. Wyprowadzenie typu otwarty kolektor, wymaga podciągania do napięcia pracy interfejsu RS232. Zalecana wartość rezystora podciągającego: 4,7 kΩ. Parametry napięciowe jak w wypadku wyprowadzenia RXD.
- PINA.3 - !STATEXT:** Wyprowadzenie kontrolne informujące o statusie urządzenia. Stan wyprowadzenia odzwierciedla zanegowany stan diody kontrolnej „STAT”. Wyprowadzenie typu otwarty kolektor, wymaga podciągania do dowolnego napięcia zasilającego (z uwzględnieniem parametrów ujętych w p. 2.1.). Wyprowadzenie może sterować bezpośrednio diodami LED. Maksymalna obciążalność prądowa wyprowadzenia – 50 mA.
- PINA.4 - !PLAYEXT:** Wyprowadzenie kontrolne informujące o stanie odtwarzania dźwięku. Stan wyprowadzenia odzwierciedla zanegowany stan diody kontrolnej „PLAY”. Wyprowadzenie typu otwarty kolektor, wymaga podciągania do dowolnego napięcia zasilającego (z uwzględnieniem parametrów ujętych

w p. 2.1.). Wyprowadzenie może sterować bezpośrednio diodami LED. Maksymalna obciążalność prądowa wyprowadzenia – 50 mA.

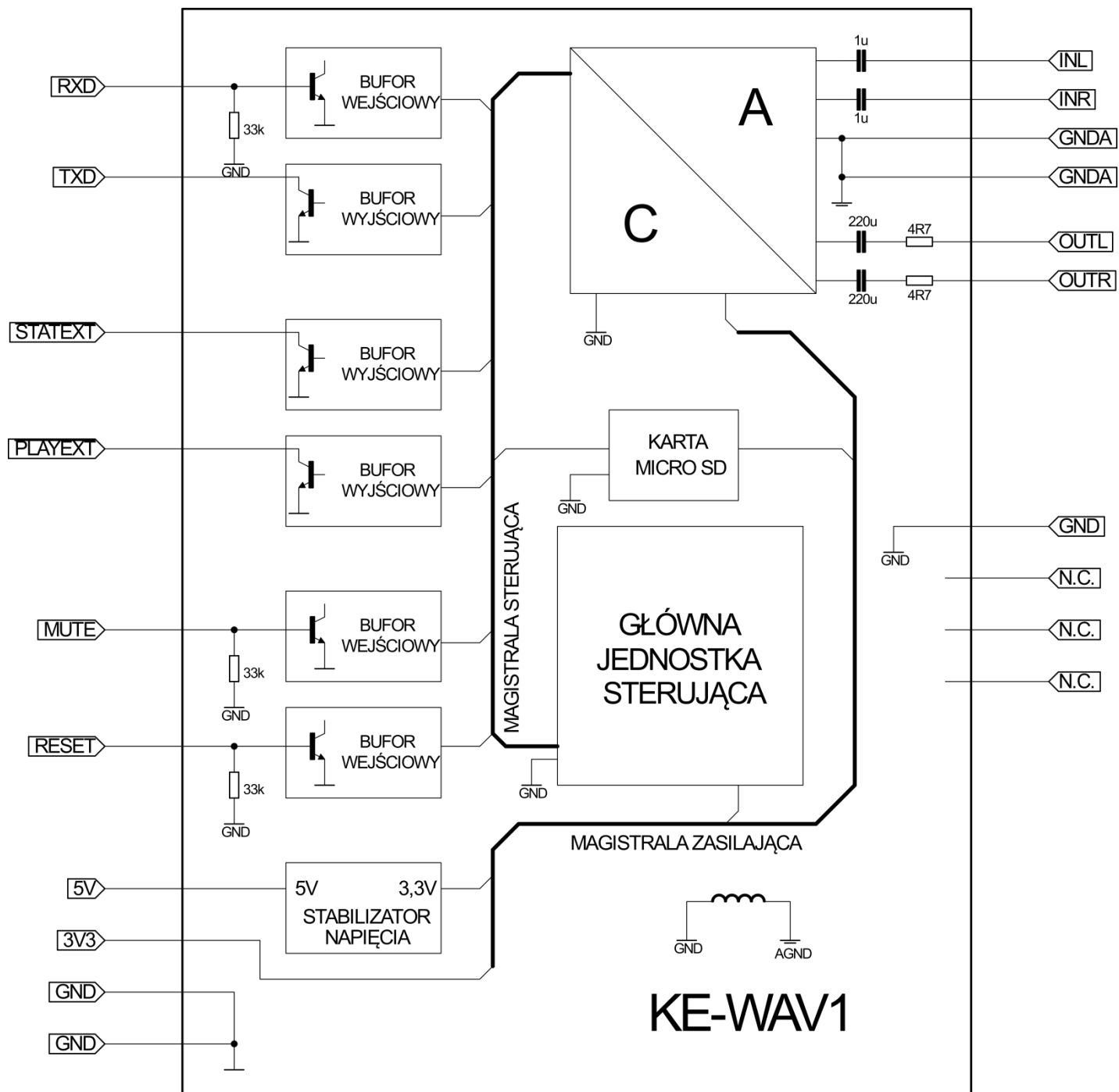
- **PINA.5 – MUTE:** Wejście wyciszania odtwarzacza. Podanie i utrzymanie stanu wysokiego na tym wejściu powoduje natychmiastowe wyciszenie odtwarzanej ścieżki dźwiękowej, jednak nie zatrzymuje odtwarzania. Podanie stanu niskiego na to wejście powoduje powrót do normalnego trybu pracy. Wejście posiada wewnętrzny rezystor pull-down, ściągający je do masy.
- **PINA.6 – RESET:** Wejście zewnętrznego sygnału resetującego, aktywowane stanem wysokim. Wejście posiada wewnętrzny rezystor pull-down, ściągający je do masy.
- **PINB.1 – 5V:** Wejście zasilania napięciem 5 V. Podczas pracy urządzenie powinno być zasilane WYŁĄCZNIE jednym napięciem zasilającym. Przy pracy w trybie zasilania napięciem 5 V wyprowadzenie zasilające "PINB.2 – 3V3", powinno pozostać niepodłączone, lub wykorzystane jako wyjście napięcia 3,3 V.
- **PINB.2 – 3V3:** Wejście zasilania napięciem 3,3 V. Podczas pracy urządzenie powinno być zasilane WYŁĄCZNIE jednym napięciem zasilającym. Przy pracy w trybie zasilania napięciem 3,3 V wyprowadzenie zasilające "PINB.1 – 5V", powinno pozostać niepodłączone. W wypadku zasilania urządzenia napięciem 5 V wyprowadzenie to może służyć jako źródło napięcia o wartości 3,3 V i wydajności prądowej 50 mA.
- **PINB.3 – GND:** Masa cyfrowa urządzenia. Wyprowadzenie należy podłączyć do masy cyfrowej układu nadrzędnego.
- **PINB.4 – GND:** Masa cyfrowa urządzenia. Wyprowadzenie należy podłączyć do masy cyfrowej układu nadrzędnego.
- **PINC.1 – INL:** Wejście liniowe – kanał lewy. Służy do podłączenia zewnętrznego sygnału audio, wykorzystywanego do rejestracji ścieżek dźwiękowych. Wejście posiada sprzężenie pojemnościowe. UWAGA: Funkcja rejestracji ścieżek dźwiękowych jest niedostępna w wersji 1.0 urządzenia.
- **PINC.2 – INR:** Wejście liniowe – kanał prawy. Służy do podłączenia zewnętrznego sygnału audio wykorzystywanego do rejestracji ścieżek dźwiękowych. Wejście posiada sprzężenie pojemnościowe. UWAGA: Funkcja rejestracji ścieżek dźwiękowych jest niedostępna w wersji 1.0 urządzenia.
- **PINC.3 – AGND:** Masa analogowa przetwornika C/A. Wyprowadzenie należy podłączyć do masy analogowej obwodu wejściowego/wyjściowego audio, lub do masy wejściowego/wyjściowego gniazda sygnałowego
- **PINC.4 – AGND:** Masa analogowa przetwornika C/A. Wyprowadzenie należy podłączyć do masy analogowej obwodu wejściowego/wyjściowego audio, lub do masy wejściowego/wyjściowego gniazda sygnałowego
- **PINC.5 – OUTL:** Wyjście liniowe – kanał lewy. Wyprowadzenie lewego kanału audio. Wyjście posiada sprzężenie pojemnościowe.
- **PINC.6 – OUTR:** Wyjście liniowe – kanał prawy. Wyprowadzenie prawego kanału audio. Wyjście posiada sprzężenie pojemnościowe.

- **PIND.1 – GND:** Masa cyfrowa urządzenia. Wyprowadzenie należy podłączyć do masy cyfrowej układu nadrzędnego, lub pozostawić niepodłączone.
 - **PIND.2 – N.C.:** Pin nieużywany. Wyprowadzenie należy pozostawić niepodłączone.
 - **PIND.3 – N.C.:** Pin nieużywany. Wyprowadzenie należy pozostawić niepodłączone.
 - **PIND.4 – N.C.:** Pin nieużywany. Wyprowadzenie należy pozostawić niepodłączone.
-

NOTATKI

2. Parametry urządzenia

2.1. Schemat blokowy urządzenia



Rys. 4. Schemat blokowy urządzenia

2.2. Maksymalne dopuszczalne warunki pracy

Tabela 2. Maksymalne dopuszczalne warunki pracy

PARAMETR	OZNACZENIE PARAMETRU	WARTOŚĆ MAKSYMALNA	JEDNOSTKA
Napięcie zasilające 5 V	VCC ₅	-0,3 do 6,2	V
Napięcie zasilające 3,3 V	VCC _{3V3}	-0,3 do 4	V
Maksymalny pobór prądu z wyjść cyfrowych (PINA)	I _{DIO}	100	mA
Maksymalny pobór prądu z wyjść analogowych (PINC)	I _{AIO}	10	mA
Maksymalny pobór prądu z wyjścia 3V3	I _{OUT3V3}	100	mA
Maksymalne napięcie wejść/wyjść cyfrowych	U _{DIO}	-0,3 do 20	V
Maksymalne napięcie wejść/wyjść analogowych	U _{AIO}	-0,3 do 4	V
Maksymalna różnica potencjału mas (GND-AGND)	U _G	0,1	V
Maksymalna temperatura pracy	T	-30 do 100	°C
Maksymalna temperatura przechowywania	T _{STG}	-40 do 120	°C

Tabela 2 opisuje maksymalne dopuszczalne warunki pracy. Są to wartości krytyczne, które mogą wystąpić przez czas nie dłuższy niż kilka sekund. Urządzenie w żadnym wypadku nie powinno pracować na granicy tych parametrów. Optymalne warunki pracy zostały opisane w p. 2.3.

Przekroczenie maksymalnych dopuszczalnych warunków pracy może skutkować trwałym uszkodzeniem urządzenia.

2.3. Zalecane warunki pracy

Tabela 3. Zalecane warunki pracy

PARAMETR	OZNACZENIE PARAMETRU	MIN.	TYP.	MAKS.	JEDN.
Napięcie zasilające 5 V	VCC ₅	3,7	5,0	5,8	V
Napięcie zasilające 3,3V	VCC _{3V3}	2,9	3,3	3,6	V
Stan niski na wejściu cyfrowym	U _{DIL}	-0,3		0,4	V
Stan wysoki na wejściu cyfrowym	U _{DIH}	2,4		18	V
Napięcie wejść/wyjść analogowych	U _{AIO}	0		2,8	V
Rezystancja dołączona do wyjścia analogowego	R _O	32			Ω
Wartości rezystorów podciągających RS232	R _{CC}	1	4,7	10	kΩ
Pobór prądu z wyjść cyfrowych (PINA)	I _{DIO}		1	50	mA
Pobór prądu z wyjść analogowych (PINC)	I _{AIO}			8	mA
Pobór prądu z wyjścia 3V3 (przy zasilaniu napięciem 5V)	I _{OUT3V3}			50	mA
Temperatura pracy	T	-25		80	°C
Temperatura przechowywania	T _{STG}	-30		100	°C
Wilgotność przechowywania	RH _{STG}			80	%

2.4. Pozostałe parametry elektryczne i termiczne

Tabela 4. Parametry elektryczne – zasilanie, część cyfrowa

PARAMETR	OZNACZENIE PARAMETRU	MIN.	TYP.	MAKS.	JEDN.
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 5 V (tryb uśpienia)	I_{CC5}	5,0	5,7		mA
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 5 V (tryb czuwania)	I_{CC5}		23		mA
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 5 V (odtwarzanie)	I_{CC5}		56	70	mA
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 3,3 V (tryb uśpienia)	I_{CC3V3}	3,8	5		mA
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 3,3 V (tryb czuwania)	I_{CC3V3}		23		mA
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 3,3 V (odtwarzanie)	I_{CC3V3}		51	62	mA
Moc rozpraszana	P			425	mW
Rezystancja wejściowa – wejścia cyfrowe	R_{DI}	30	33	36	k Ω
Rezystancja wyjściowa – wyjścia cyfrowe	R_{DO}		3		Ω
Pojemność wejściowa – wejścia cyfrowe	C_{DI}		31	50	pF
Pojemność wyjściowa – wyjścia cyfrowe	C_{DO}		6,8	30	pF
Prędkość transmisji RS232		4,8	9,6	115,2	kbps
Częstotliwość próbkowania sygnału audio	f_s	8		48	kHz
Rozdzielczość sygnału audio			16		bit

Tabela 5. Parametry elektryczne – część analogowa

PARAMETR	OZNACZENIE PARAMETRU	MIN.	TYP.	MAKS.	JEDN.
Pasma częstotliwościowe (wyjście liniowe, 0 dB)	f	0,02		20	kHz
Napięcie wyjściowe (wyjście liniowe, 0 dB)	U_{DO}			1	V_{RMS}
Międzyszczytowe napięcie wyjściowe (wyjście liniowe, 0 dB)	U_{DO}			2,828	V_{PP}
Stosunek sygnał – szum (wyjście liniowe, 0 dB)	SNR	56	80		dB
Poziom zniekształceń nieliniowych (wyjście liniowe, 0 dB)	THD	0,01	0,04	0,38	%
Poziom zniekształceń nieliniowych i szumów (wyjście liniowe, 0 dB)	THD+N	0,11	0,14	0,78	%
Rezystancja wyjściowa (OUTL, OUTR; wyjście liniowe, 0 dB)	R_{AO}		4,7		Ω
Rezystancja wejściowa (INL, INR; wejście liniowe)	R_{AI}		20		k Ω
Wzmocnienie wyjściowe	K_U	-70	0	6	dB
Korekcja tonów niskich	K_{LO}	-9	0	9	dB
Korekcja tonów średnich	K_{MID}	-9	0	9	dB
Korekcja tonów wysokich	K_{HI}	-9	0	9	dB
Częstotliwość korektora tonów niskich	f_{LO}		20		Hz
Częstotliwość środkowa korektora tonów średnich	f_{MID}		500		Hz
Częstotliwość korektora tonów wysokich	f_{HI}		20		kHz

2.5. Obsługiwane formaty i systemy plików

Urządzenie odtwarza nieskompresowane 16-bitowe pliki dźwiękowe PCM WAV. Plik przeznaczony do odtwarzania za pomocą urządzenia powinien być zakodowany w tym formacie. Urządzenie nie odtwarza plików skompresowanych, takich jak .mp3, .mp4, .wma, itp.

Urządzenie obsługuje karty pamięci Micro SD oraz Micro SD HC, o pojemnościach od 1 GB do 32 GB.

Karta pamięci powinna być sformatowana w systemie plików FAT lub FAT32. Inne systemy plików nie są obsługiwane, i mogą powodować błędne działanie urządzenia.

Aby poprawnie przygotować plik, przed wgraniem go na kartę należy zadbać o to, aby jego parametry były zgodne ze specyfikacją urządzenia. Specyfikacja obsługiwanych plików zamieszczona jest w Tabeli 6. W wypadku gdy parametry plików są inne niż wymaga tego specyfikacja, lub dźwięk jest zapisany w innym formacie, pliki należy poddać konwersji. Informacje odnośnie konwersji plików można znaleźć na naszej stronie internetowej www.kuszelektronika.pl

Tabela 6. Specyfikacja urządzenia – obsługa systemów plików, obsługa plików dźwiękowych

Obsługiwane rozszerzenia plików	.wav
Obsługiwane typy plików	16-bitowe PCM WAV
Obsługiwane częstotliwości próbkowania	8kHz; 11,025kHz; 16kHz; 22,05kHz; 32kHz; 44,1kHz; 48kHz
Obsługiwane karty pamięci	SD 1GB – 2GB; SDHC 4GB-32GB
Obsługiwane systemy plików	FAT, FAT32
Maksymalna długość nazwy pliku/katalogu	8 znaków + rozszerzenie

Odpowiednio przygotowane pliki należy wgrać na kartę pamięci. Pliki można wgrywać na kartę w jej katalog główny, lub w drzewo katalogów. Należy pamiętać, że nazwy plików i katalogów nie powinny być dłuższe niż 8 znaków, gdyż może to spowodować błędną pracę urządzenia. Nie zaleca się również umieszczania plików głębiej niż w 4 podkatalogu.

Przed wyjęciem/włożeniem karty SD z/do urządzenia, należy odłączyć napięcie zasilające.

Dla uzyskania jak najwyższej jakości odtwarzania dźwięków, zaleca się zapisywanie plików .wav z próbkowaniem 48 kHz. W zależności od częstotliwości próbkowania pliku, może wystąpić kilkuprocentowa różnica rzeczywistym w czasie odtwarzania utworów, w stosunku do ich czasu nominalnego. Maksymalne wartości różnicy Δt przedstawia tabela 7.

Tabela 7. Maksymalne wartości różnicy rzeczywistego czasu odtwarzania pliku

Częstotliwość próbkowania pliku [kHz]	Maksymalna odchyłka czasu próbkowania Δt [%]
8	1,9
11,025	0,04
16	2,34
22,05	5,51
32	2,34
44,1	6,29
48	2,34

NOTATKI

3. Aplikacje urządzenia

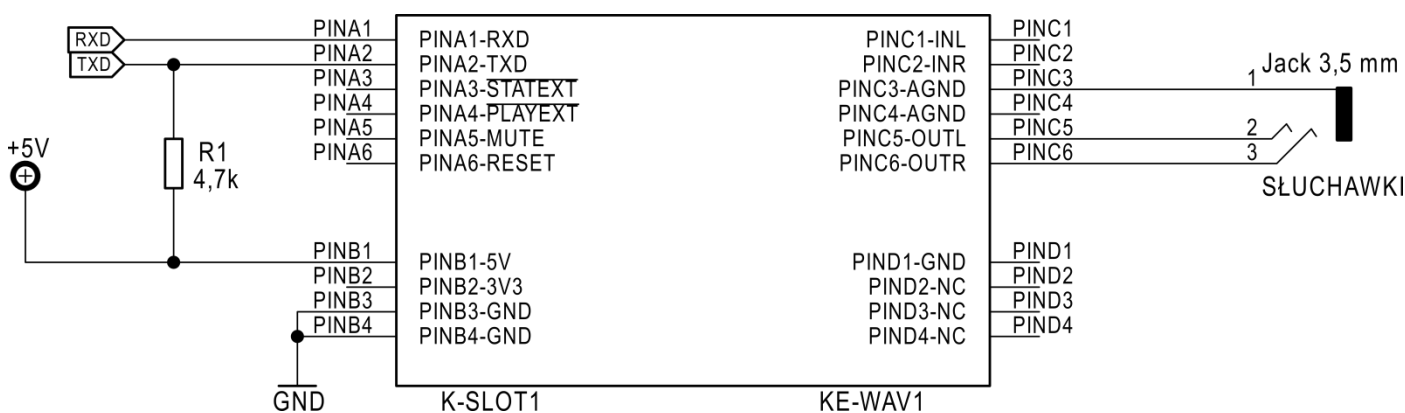
3.1. Typowe zastosowania

Urządzenie KE-WAV1 jest przeznaczone do implementacji w systemach mikroprocesorowych, w których występuje konieczność odtwarzania dźwięków wysokiej jakości. Dzięki 16-bitowemu przetwornikowi analogowo-cyfrowemu, zdolnemu do rozkodowywania plików PCM WAV z częstotliwością próbkowania do 48 kHz, możliwe jest uzyskanie bardzo dobrych efektów akustycznych, przy całkowitym odciążeniu głównego procesora systemu.

Podstawowym zastosowaniem dla urządzenia są wszelkie systemy powiadamiania głosowego, m.in.:

- Systemy alarmowe
- Interfejsy maszyn i urządzeń
- Systemy powiadamiania publicznego (na stacjach kolejowych, dworcach autobusowych)
- Interaktywne urządzenia RTV/AGD
- Reklamy dźwiękowe
- Udogodnienia dla osób niewidomych
- Powiadamianie głosowe w pojazdach
- Elementy zabawek

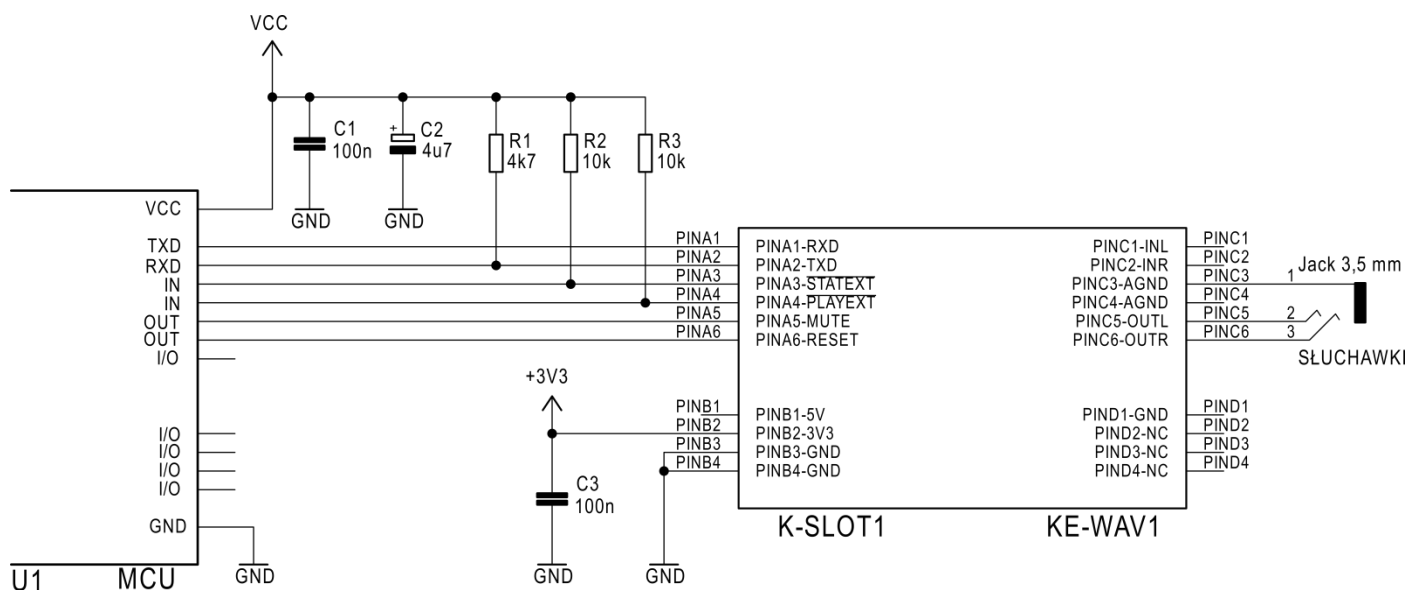
3.2. Podstawowa aplikacja urządzenia



Rys. 5. Podstawowy schemat aplikacyjny

Rys. 5 przedstawia podstawowy schemat aplikacyjny urządzenia. Jest to najprostsza aplikacja umożliwiająca uruchomienie i przeprowadzenie testów urządzenia. Wyprowadzenie RXD należy połączyć z nadajnikiem (TX) układu nadrzędnego, natomiast wyprowadzenie TXD należy połączyć z odbiornikiem (RX) układu nadrzędnego. Wyjście TXD wymaga podciągania do napięcia zasilającego UART układu nadrzędnego. Sygnał wyjściowy pojawia się w gnieździe typu Jack 3,5 mm do którego można podłączyć wzmacniacz lub słuchawki o minimalnej impedancji 32 Ω .

3.3. Połączenie z mikrokontrolerem, z wykorzystaniem zasilania napięciem 3,3 V:



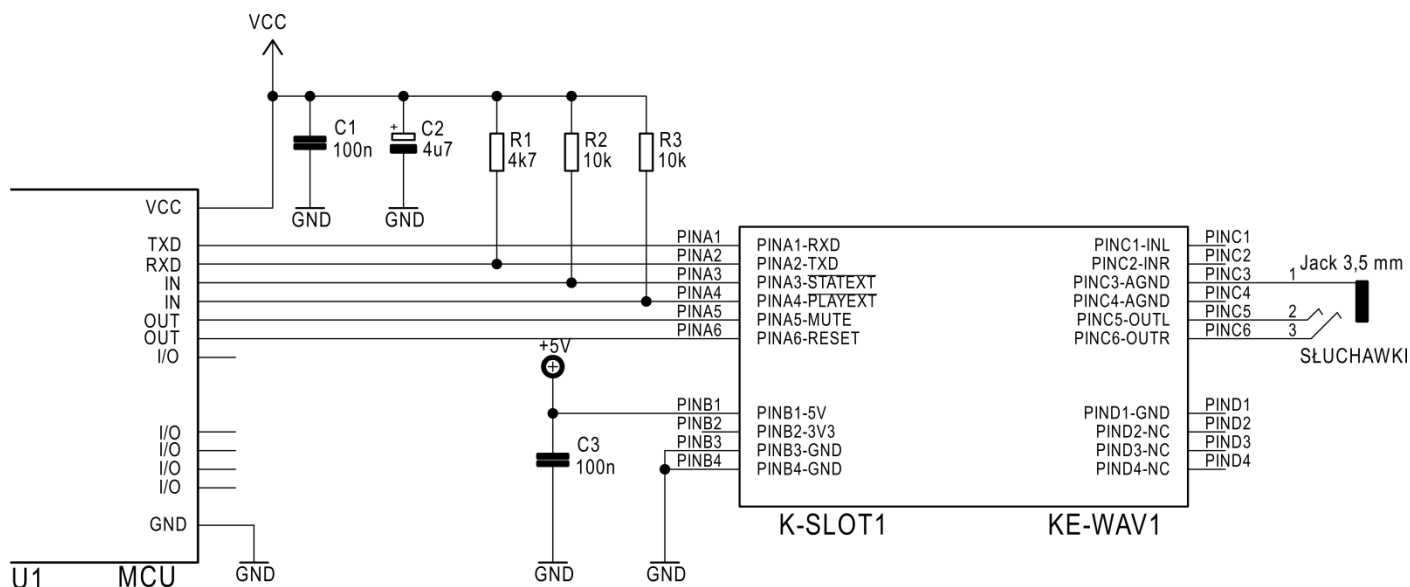
Rys. 6. Podłączenie urządzenia do mikrokontrolera. Urządzenie zasilane napięciem 3,3 V

Rys. 6 przedstawia sposób dołączenia urządzenia do mikrokontrolera. Odtwarzacz zasilany jest napięciem 3,3 V, dołączonym do wyprowadzenia PINB.2 – 3V3. W wypadku zasilania napięciem 3,3 V wyprowadzenie PINB.1 – 5V należy pozostawić niepodłączone. Do urządzenia nie należy podłączać obu napięć zasilających na raz, gdyż może to skutkować niewłaściwą pracą lub uszkodzeniem.

Mikrokontroler wykorzystany w układzie może być zasilany napięciem z zakresu 2,5 – 6V. Wewnętrzne bufor nadawcze i odbiorcze automatycznie dostosują się do napięcia zasilania mikrokontrolera. W aplikacji przedstawionej na rys. 6 wykorzystano wszystkie porty cyfrowe urządzenia. Mikrokontroler, oprócz niezbędnych sygnałów RS232 otrzymuje również informację o statusie urządzenia (PINA.3 - !STATEXT) a także o stanie odtwarzania (PINA.4 - !PLAYEXT). Sygnały te trafiają na porty wejściowe mikrokontrolera, i odzwierciedlają zanegowane stany diod STAT oraz PLAY. Jako że są to wyjścia typu „otwarty kolektor”, wymagają zewnętrznego podciągania do zasilania układu U1. W wypadku włączenia wewnętrznych rezystorów pull-up mikrokontrolera, można zrezygnować z montowania rezystorów R2 i R3.

Wejścia resetu (PINA.6 – RESET) oraz wyciszenia (PINA.5 – MUTE) połączone są z portami wyjściowymi mikrokontrolera. W stanie normalnej pracy, porty te powinny pozostawać w stanie niskim. Podanie stanu wysokiego na wybrane wyjście mikrokontrolera, będzie skutkowało aktywowaniem wybranej funkcji – resetu urządzenia lub wyciszenia. Urządzenie tak długo pozostaje w stanie resetu lub wyciszenia, jak długo na wyjściu utrzymuje się stan wysoki.

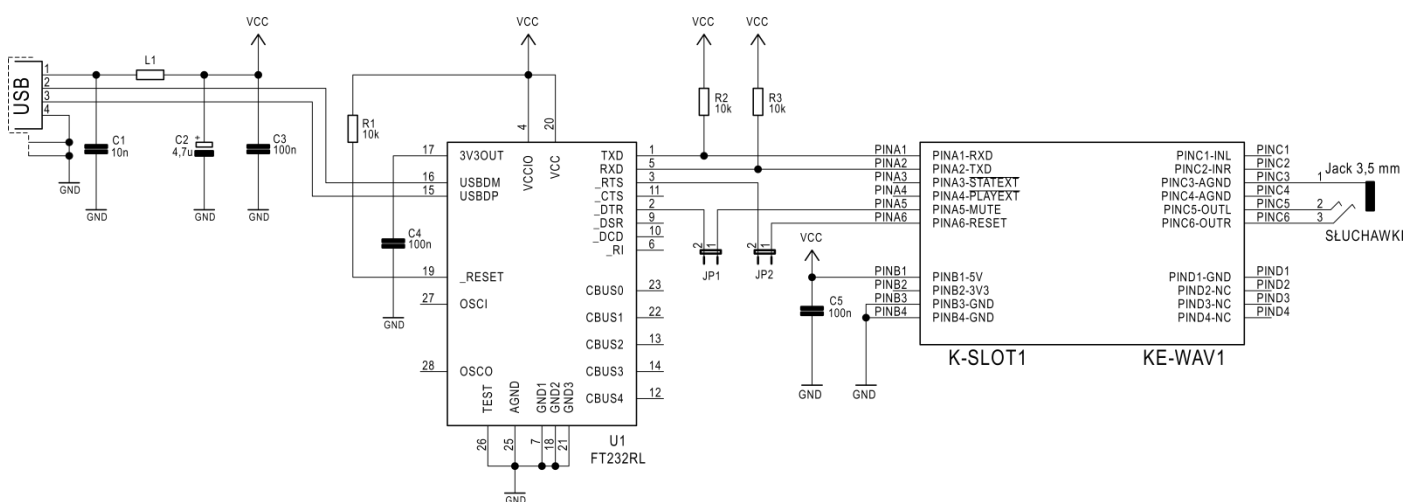
3.4. Połączenie z mikrokontrolerem z wykorzystaniem zasilania napięciem 5 V:



Rys. 7. Podłączenie urządzenia do mikrokontrolera. Urządzenie zasilane napięciem 5 V

Rys. 7 przedstawia sposób dołączenia urządzenia do mikrokontrolera. Odtwarzacz zasilany jest napięciem 5 V, dołączonym do wyprowadzenia PINB.1 – 5V. W wypadku zasilania napięciem 5 V wyprowadzenie PINB.2 – 3V3 należy pozostawić niepodłączone, lub wykorzystać jako źródło napięcia stabilizowanego 3,3 V. Ciągły pobór prądu z tego źródła nie może przekraczać 50 mA. Do urządzenia nie należy podłączać obu napięć zasilających na raz, gdyż może to skutkować niewłaściwą pracą lub uszkodzeniem. Mikrokontroler wykorzystany w układzie może być zasilany napięciem z zakresu 2,5 – 6V. Wewnętrzne bufor nadawcze i odbiorcze automatycznie dostosują się do napięcia zasilania mikrokontrolera. W aplikacji przedstawionej na rys. 7 wykorzystano wszystkie porty cyfrowe urządzenia. Działanie tych portów zostało opisane w p. 3.3.

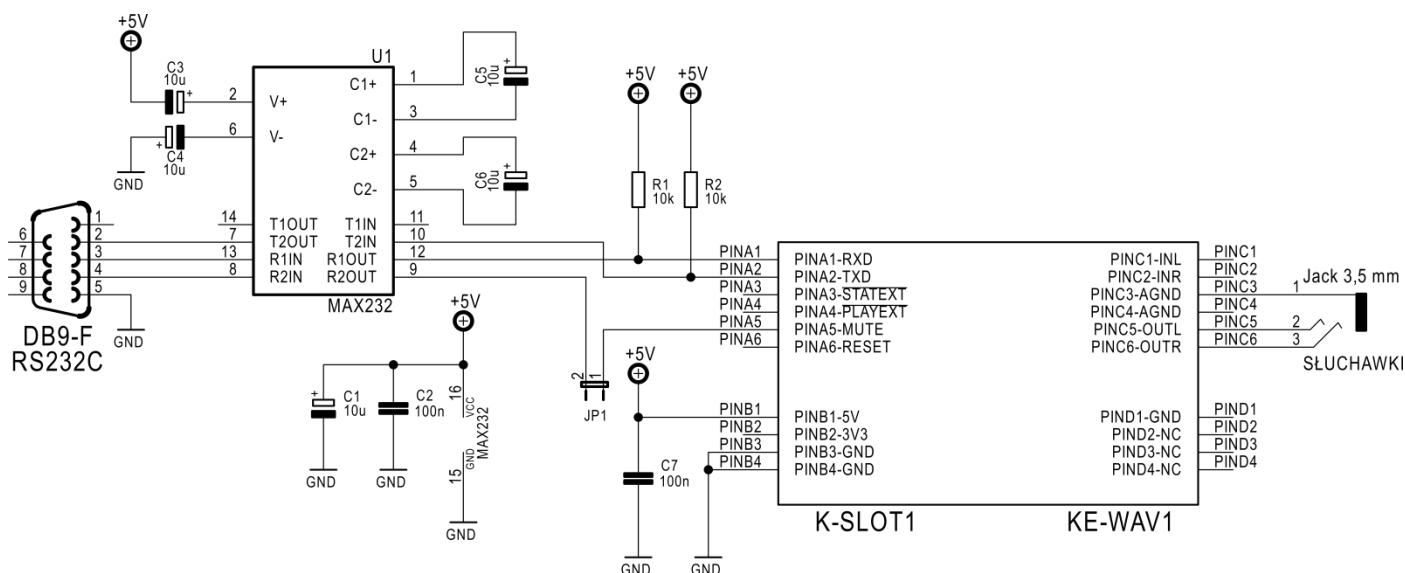
3.5. Sterowanie z komputera PC z wykorzystaniem terminala i połączenia poprzez złącze USB



Rys. 8. Aplikacja umożliwiająca sterowanie urządzeniem za pomocą terminala na komputerze PC.

Rys. 8 przedstawia sposób podłączenia urządzenia bezpośrednio do komputera PC poprzez złącze USB. Aplikacja ta umożliwia testowanie poszczególnych funkcji urządzenia z wykorzystaniem terminala tekstowego uruchamianego na komputerze PC. Układ FT232FR produkowany przez FTDI instalowany jest w systemie jako wirtualny port szeregowy. Do sterowania można wykorzystać dowolny terminal obsługujący port COM. Zasilanie urządzenia realizowane jest poprzez złącze USB komputera. Aplikacja ta umożliwia również sterowanie funkcją wyciszania MUTE, oraz resetowanie urządzenia. Po zwarcu zworek JP1 oraz JP2 możliwe jest wyciszenie odtwarzacza za pośrednictwem sygnału DTR portu szeregowego, oraz resetowanie za pośrednictwem sygnału RTS. Jako dławik L1 można wykorzystać koralik ferrytowy.

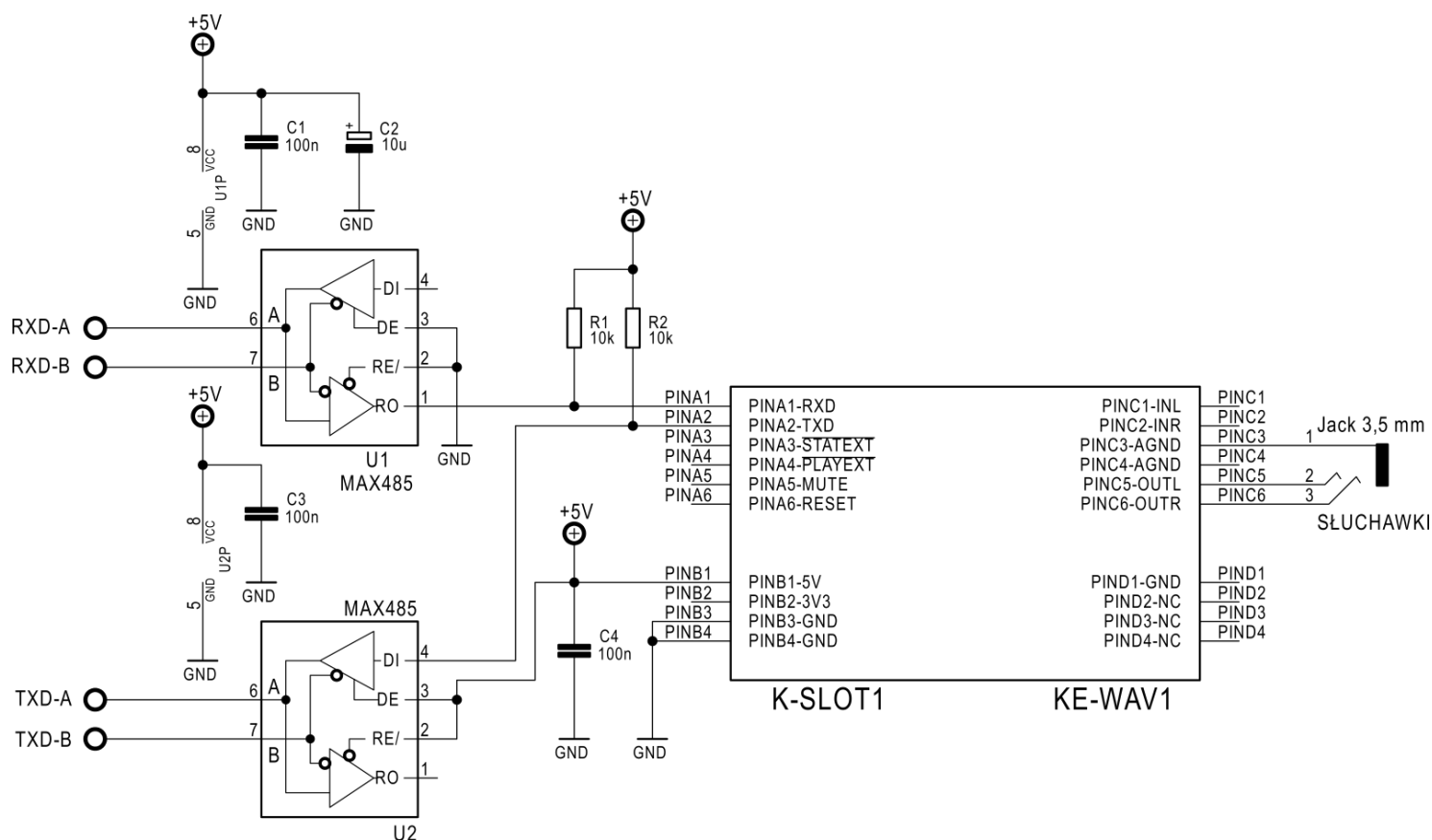
3.6. Sterowanie przez interfejs RS-232-C



Rys. 9. Aplikacja umożliwiająca sterowanie urządzeniem a pośrednictwem interfejsu RS232-C

Rys. 9 przedstawia sposób podłączenia urządzenia bezpośrednio do interfejsu RS-232-C. W tej konfiguracji odtwarzacz może być sterowany przez port szeregowy komputera, sterownika PLC lub dowolnego urządzenia wyposażonego w interfejs RS232-C. Konwersja sygnału dokonywana jest przez układ MAX232. Aplikacja umożliwia użycie funkcji MUTE (jeśli J1 jest zwarta), która jest aktywowana poprzez sygnał DTR portu COM.

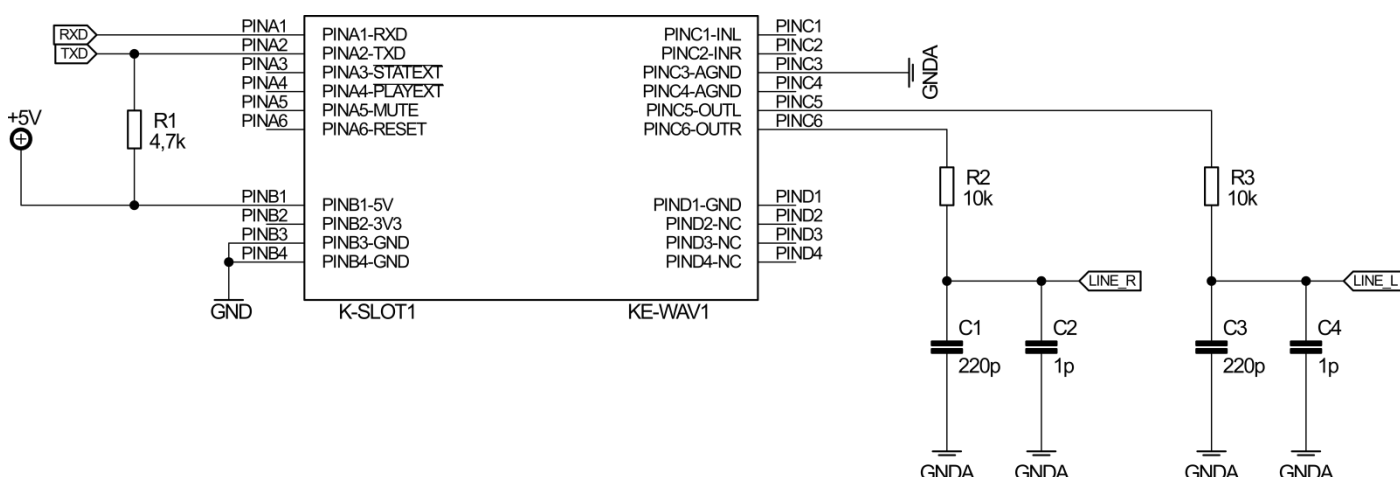
3.7. Sterowanie przez interfejs RS-422



Rys. 10. Aplikacja umożliwiająca sterowanie przez interfejs RS-422

Rys. 10 przedstawia aplikację umożliwiającą sterowanie urządzeniem za pomocą interfejsu RS-422. Dzięki wykorzystaniu transmisji różnicowej możliwe jest uzyskanie znacznie wyższych odległości pomiędzy urządzeniem nadrzędnym a odtwarzaczem, niż w wypadku RS-232. Jako konwertery transmisji wykorzystano układy MAX485. Układ U1 pracuje jako odbiornik, natomiast układ U2 jako nadajnik. Transmisja prowadzona jest w trybie full-duplex, z wykorzystaniem dwóch par skrętki. Istnieje możliwość sterowania urządzeniem z wykorzystaniem jednej pary skrętki, dołączonej do wyprowadzeń RXD-A oraz RXD-B, jednak w takim układzie nie jest możliwe odbieranie informacji zwrotnych z odtwarzacza.

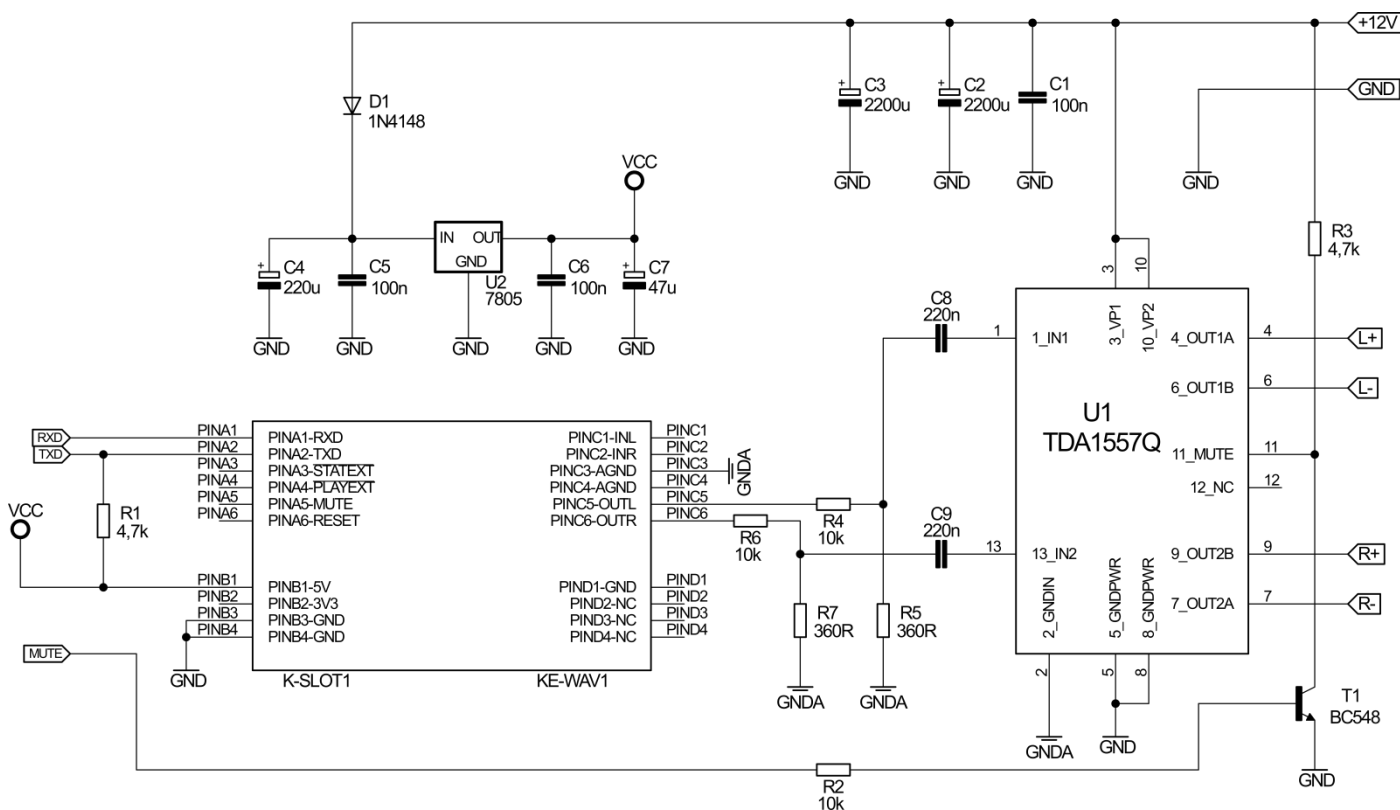
3.8. Odtwarzacz z filtrem eliminującym składowe w.cz. w sygnale wyjściowym



Rys. 11. Implementacja pasywnego filtra składowych w.cz

Rys. 11 przedstawia sposób implementacji pasywnego filtra składowych wysokoczęstotliwościowych, które pojawiają się w sygnale wyjściowym. Składowe te, będące skutkiem przetwarzania cyfrowo-analogowego, mają częstotliwości z zakresu niesłyszalnego, i w normalnych warunkach pracy nie wpływają na jakość dźwięku. Filtr zaleca się stosować w wypadku połączenia odtwarzacza ze wzmacniaczem o górnej częstotliwości granicznej pasma przenoszenia większej niż 40 kHz.

3.9. Odtwarzacz ze wzmacniaczem mocy 2x22W



Rys. 12. Odtwarzacz ze stopniem mocy 2 x 22 W zasilany napięciem 12 V

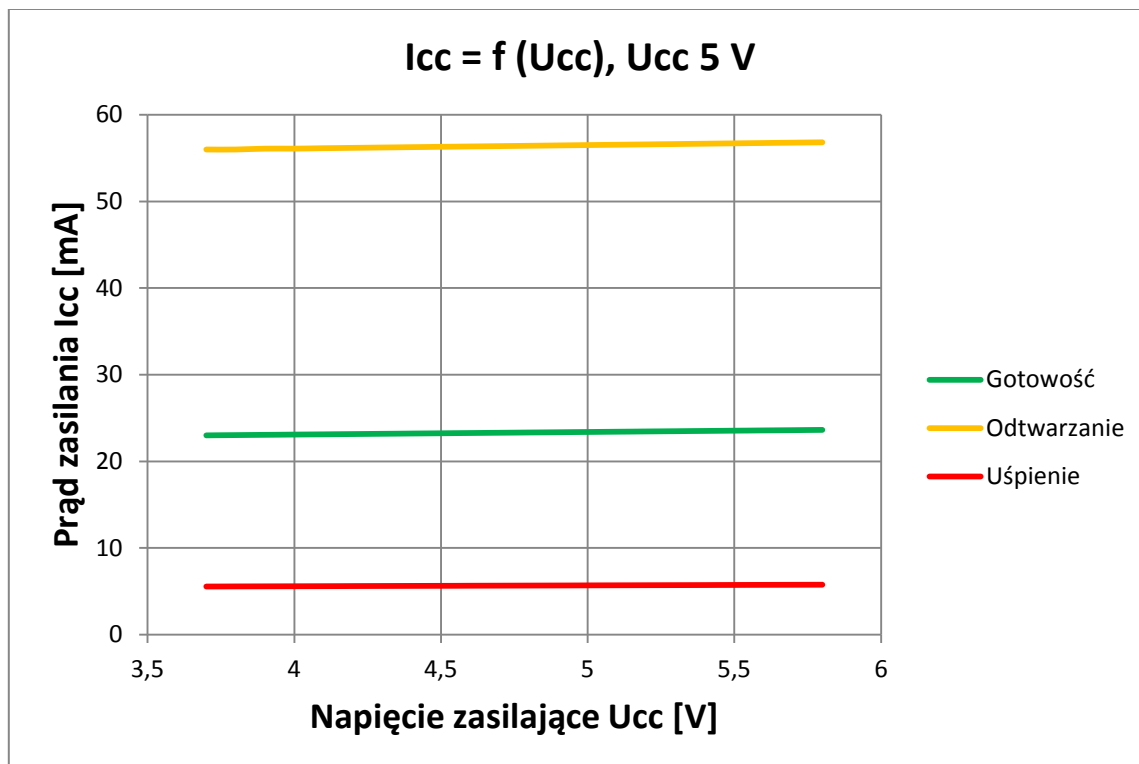
Rys. 12 przedstawia odtwarzacz połączony ze stopniem mocy zbudowanym w oparciu o scalony wzmacniacz m.cz. TDA1557Q. Zastosowanie wzmacniacza umożliwia stereofoniczneysterowanie dwóch głośników o impedancji nie mniejszej niż 4 Ω . Wyjścia oznaczone jako L+ L- oraz R+ R- należy podłączać bezpośrednio do głośników. Wejście MUTE znajdujące się w stanie wysokim (>0,8V) powoduje wyciszenie stopnia mocy.

Wzmacniacz pracuje w zakresie napięć zasilających 10 – 15 V. Zalecany zakres napięcia pracy 12 – 14,4 V. Wzmacniacz jest zdolny osiągnąć maksymalną moc wyjściową 22 W na każdym kanale wyjściowym, przy napięciu zasilającym 12 V oraz zniekształceniach harmonicznym nie przekraczających 10 %. Dla poprawnej pracy układ TDA1557Q musi zostać wyposażony w radiator. Więcej informacji można znaleźć w nocie katalogowej układu TDA1557Q.

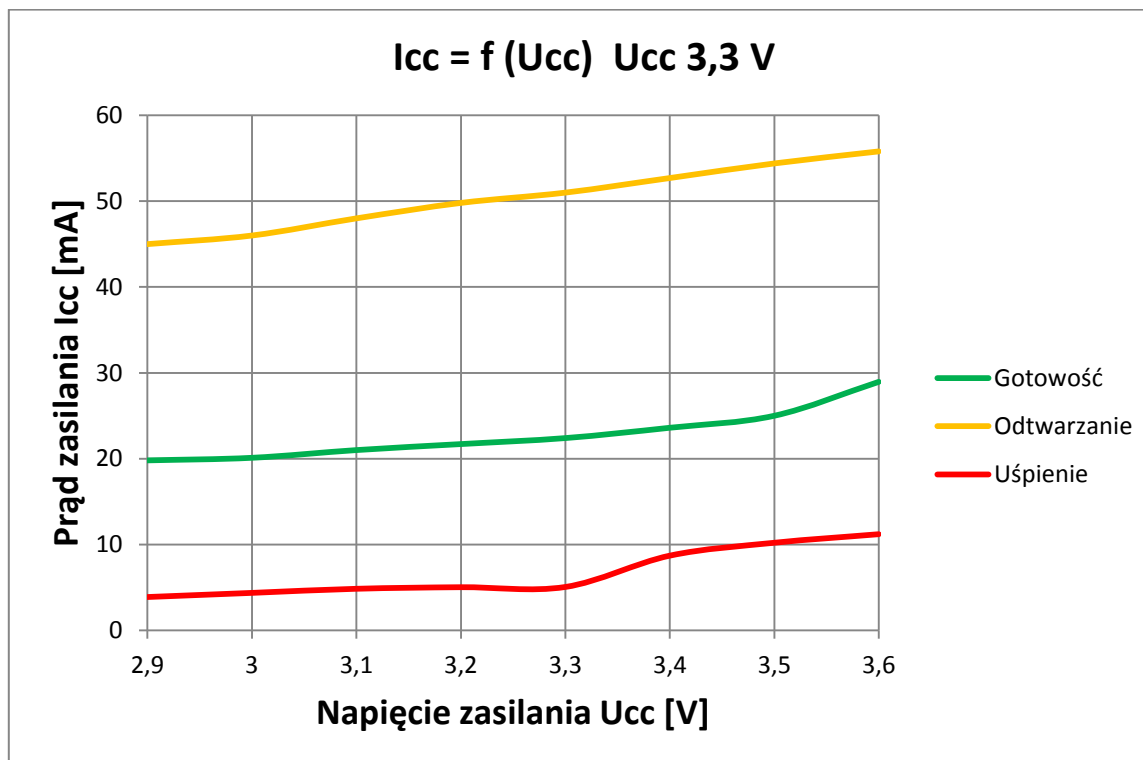
NOTATKI

4. Charakterystyki statyczne i dynamiczne

4.1. Charakterystyki zasilania:

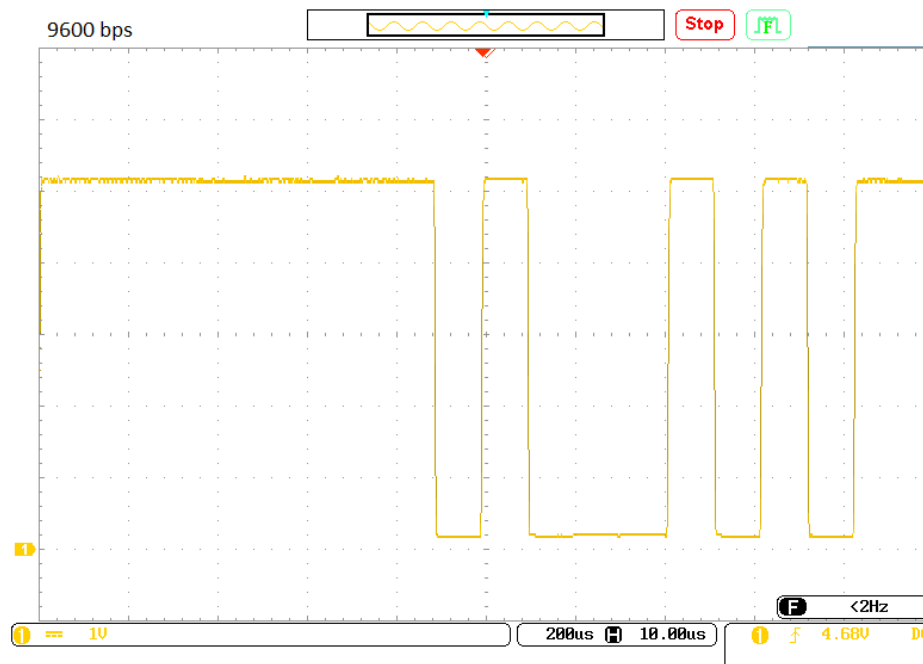


Rys. 13. Charakterystyka poboru prądu zasilającego w funkcji zmian napięcia zasilającego, dla trybu zasilania 5 V

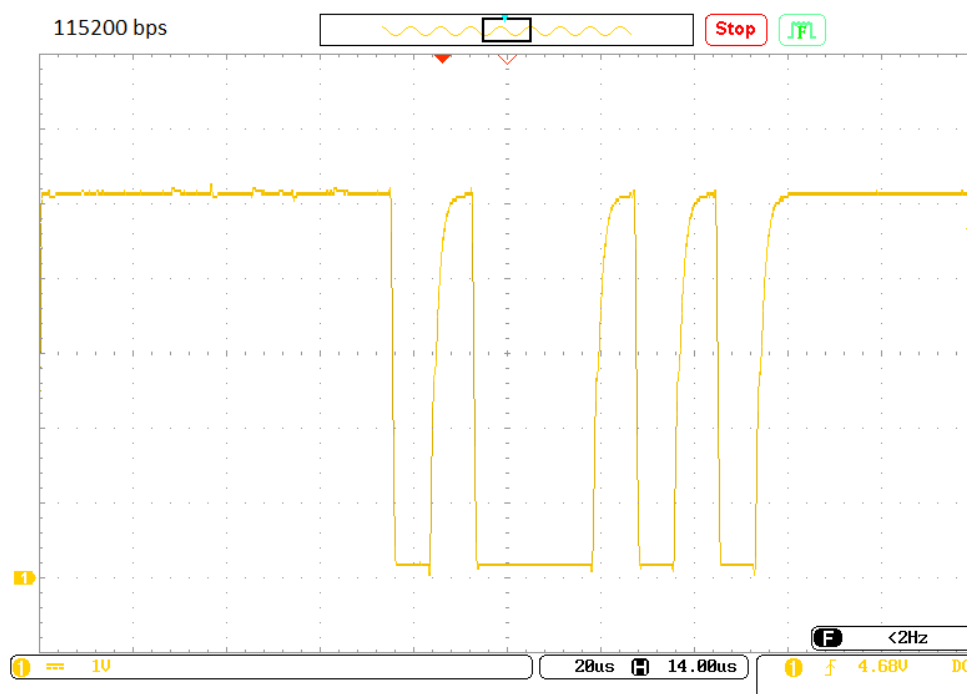


Rys. 14. Charakterystyka poboru prądu zasilającego w funkcji zmian napięcia zasilającego dla trybu zasilania 3,3 V

4.2. Charakterystyki interfejsu RS232:

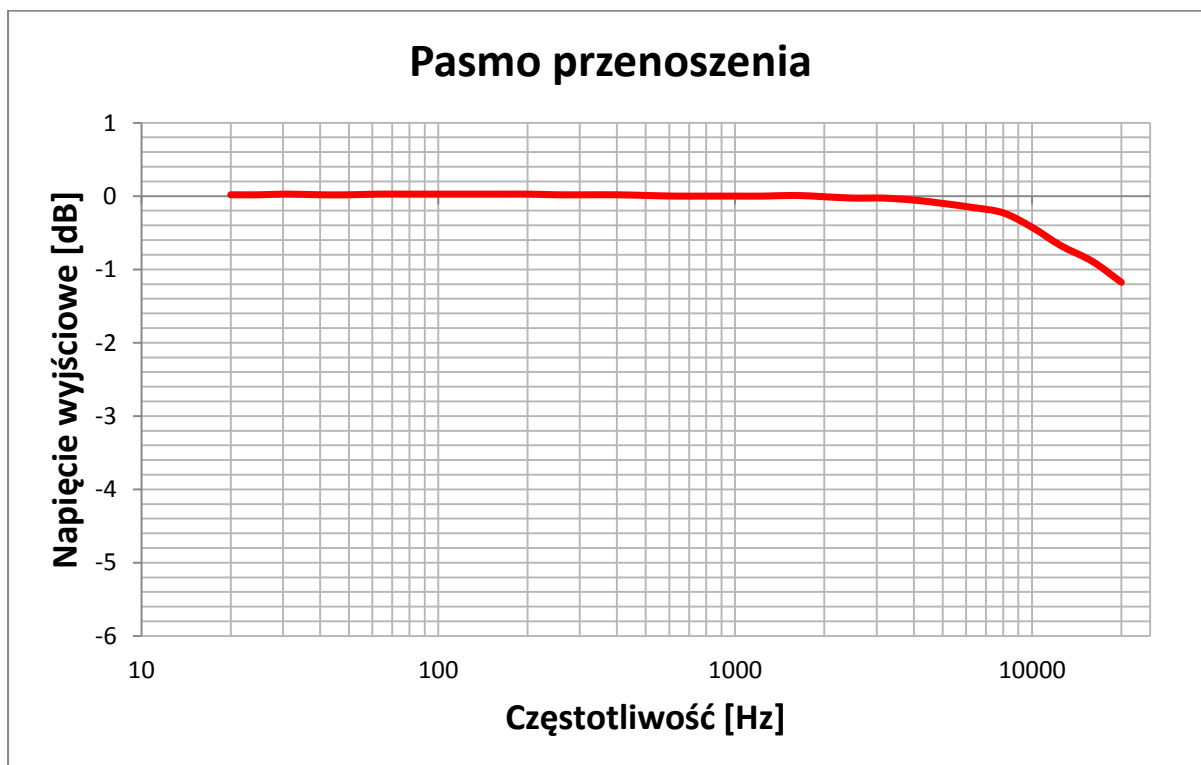


Rys. 15. Oscylogram ramki danych transmitowanej przez odtwarzacz – prędkość transmisji 9600 bps.

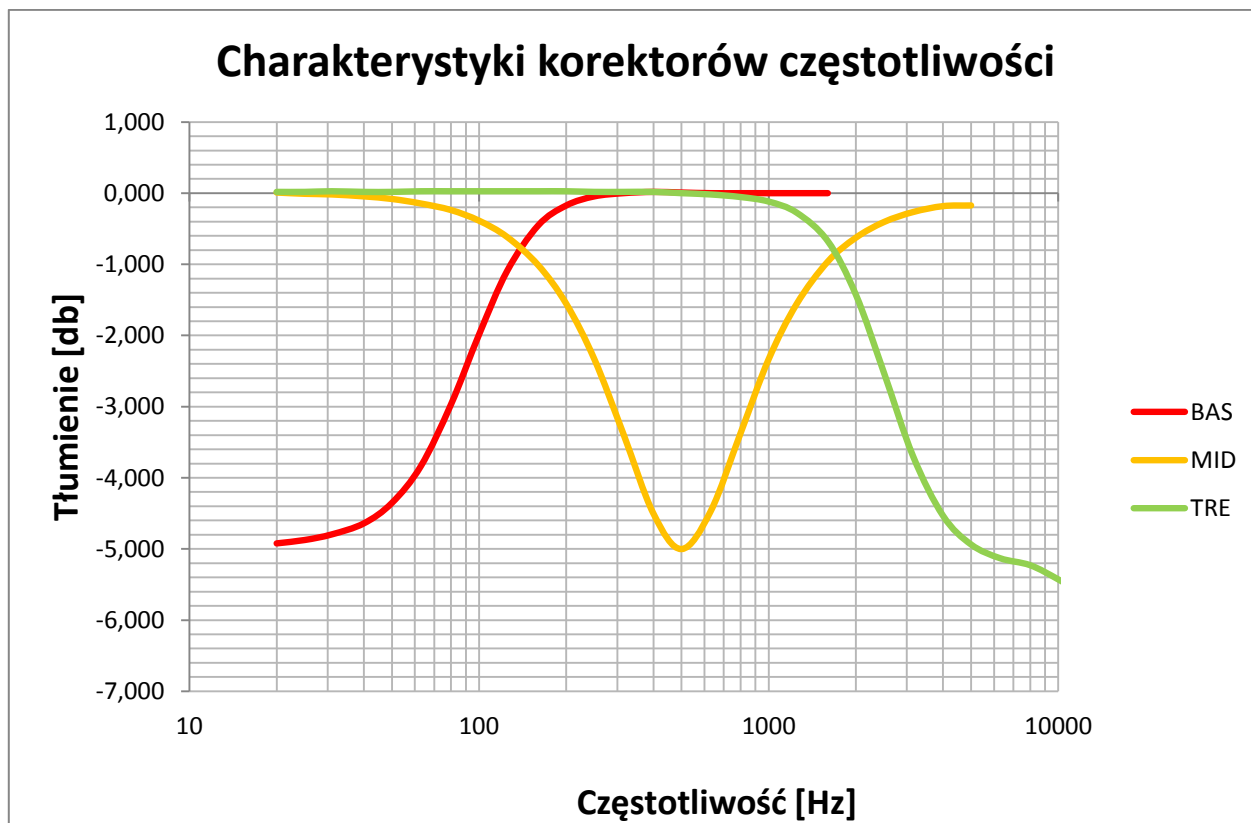


Rys. 16. Oscylogram ramki danych transmitowanej przez odtwarzacz – prędkość transmisji 115200 bps.

4.3. Charakterystyki toru wyjściowego:



Rys. 17. Pasma przenoszenia toru wyjściowego odtwarzacza przy ustawionym poziomie głośności 0 dB (VOL: 51)



Rys. 18. Charakterystyki korektorów częstotliwości przy ustawionym poziomie tłumienia -5 dB



Rys. 19. Charakterystyka współczynnika zniekształceń nieliniowych w korelacji z pasmem częstotliwościowym. Osobny pomiar przeprowadzony dla współczynnika zniekształceń harmoniczných (THD) oraz dla współczynnika zniekształceń harmoniczných ze składową szumów

Wszystkie charakterystyki zostały wykonane podczas pracy w aplikacji z rysunku 8.

NOTATKI

5. Sterowanie pracą urządzenia

5.1. Ogólne zasady sterowania – interfejs RS-232, komendy AT

Sterowanie oraz kontrola nad odtwarzaczem odbywa się za pośrednictwem komend AT przesyłanych przez interfejs RS-232. Komendy te wysyłane są jako ciąg znaków ASCII, przy czym urządzenie akceptuje zarówno wielkie jak i małe litery, które można stosować zamiennie.

Składnia komendy:

AT+xxxxx=z<CR>

- **AT** – stały prefiks każdej komendy
- **+** - znak odstępu (nie występuje we wszystkich komendach)
- **xxxxx** – komenda właściwa, która może przyjmować różne formy
- **=z** – parametr (nie występuje we wszystkich komendach)
- **<CR>** - potwierdzenie komendy (znak Carriage Return – klawisz „Enter” podczas korzystania z terminala, urządzenie akceptuje również ciąg **<CR><LF>** - Carriage Return oraz Line Feed)

Formy komend AT:

- **ATxz** – podstawowa komenda ustawiająca, bez znaku odstępu i prefiksu, z jednym znakiem identyfikującym komendę oraz jednym znakiem parametru (przykładowo ATE1 – komenda włączająca echo)
- **AT+xxxxx** – komenda uruchamiająca określoną funkcję bez parametru. Zawiera znak odstępu „+” (przykładowo AT+STOP – zatrzymanie odtwarzania dźwięku)
- **AT+xxxxx=z** – komenda ustawiająca z parametrem. Zawiera znak odstępu „+”, parametr podawany jest po znaku odstępu „=” (przykładowo AT+VOL=60 – ustawienie głośności)
- **AT+xxxx?** – komenda zwracająca ustawiony parametr w określony w dokumentacji sposób (przykładowo AT+VOL? – zwraca aktualnie ustawiony poziom głośności)

Każda poprawnie wprowadzona i zinterpretowana komenda zwraca potwierdzenie w formie **„OK<CR><LF>”**. Każda błędnie wprowadzona komenda zwraca błąd w formie **„ERROR<CR><LF>”**

Urządzenie umożliwia wybór prędkości transmisji, jednak pozostałe jej parametry są stałe, i dla poprawnej pracy muszą być zachowane. Domyślne parametry:

- Transmisja asynchroniczna
- Domyślna prędkość transmisji: **9600 bps** (z możliwością zmiany)
- Bity danych: **8**
- Kontrola parzystości: **brak**
- Bity stopu: **1**
- Sterowanie przepływem: **brak**

5.2. Komendy konfiguracyjne:

- **AT** – test transmisji oraz działania odtwarzacza.

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT	Brak	OK<CR><LF>	Odpowiedź informuje o poprawnym zainicjalizowaniu modułu, oraz o poprawnym przebiegu transmisji

- **ATE** – ustawianie echa transmisji RS-232

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATE0	Brak	OK<CR><LF>	Wyłącza zwrotne przesyłanie wysłanych znaków (echo)
ATE1	Brak	OK<CR><LF>	Włącza zwrotne przesyłanie wysłanych znaków (echo). Ustawienie domyślne – echo włączone (ATE1)

- **ATQ** – zezwolenie/zablokowanie wysyłania zwrotnych odpowiedzi modułu

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATQ0	Brak	OK<CR><LF>	Włącza zwrotne odpowiedzi modułu. Po ustawieniu włączania zwrotnych odpowiedzi urządzenie odpowiada na wysłanie zapytania, odsyłane są również potwierdzenia poprawnej i niepoprawnej interpretacji komendy (OK oraz ERROR). Zwrotne odpowiedzi modułu są domyślnie włączone.
ATQ1	Brak	OK<CR><LF>	Wyłącza zwrotne odpowiedzi modułu. Po ustawieniu wyłączenia zwrotnych odpowiedzi urządzenie nie odpowiada na wysłanie zapytania, nie odsyłane są żadne potwierdzenia interpretacji komendy (OK oraz ERROR).

- **AT+IPR** – ustawianie prędkości transmisji RS-232

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+IPR=x	0 – 4800 bps 1 – 9600 bps 2 – 19200 bps 3 – 38400 bps 4 – 57600 bps 5 – 115200 bps	OK<CR><LF>	Ustawia prędkość transmisji interfejsu RS-232. Wprowadzenie parametru z listy ustawia adekwatną prędkość.
AT+IPR?	Brak	+IPR: x z <CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca informacje o wybranym trybie transmisji, gdzie „x” oznacza numer parametru odpowiadającego danej prędkości, natomiast „z” oznacza prędkość podaną w bps

- **AT+DEFAULT** – przywrócenie ustawień fabrycznych

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+DEFAULT	Brak	OK<CR><LF>	Wywołanie tej komendy przywraca wszystkie konfigurowalne parametry urządzenia do poniższych wartości fabrycznych: • Echo aktywne (ATE1) • Odpowiedzi urządzenia włączone (ATQ0) • Tryb stereo (AT+MONO=0) • Poziom głośności 0dB (AT+VOL=51) • Korekcja tonów niskich 0db (AT+BAS=0) • Korekcja tonów średnich 0db (AT+MID=0) • Korekcja tonów wysokich 0db (AT+TRE=0) • Prędkość transmisji 9600 bps

5.3. Komendy odtwarzania dźwięku:

- **AT+PLAY** – odtwarza wskazany plik dźwiękowy zapisany na karcie pamięci

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+PLAY=x	nazwa.wav /nazwa.wav ścieżka/nazwa.wav /ścieżka/nazwa.wav	OK<CR><LF>	Odtwarza wskazany plik dźwiękowy, zapisany na karcie pamięci. Nazwę pliku należy podać z wraz z rozszerzeniem .wav Jeżeli plik znajduje się w katalogu innym niż główny, należy podać ścieżkę dostępu. Podczas odtwarzania utworu dioda kontrolna odtwarzania „PLAY” świeci światłem ciągłym.
AT+PLAY?	Brak	nazwa.wav x <CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca nazwę aktualnie odtwarzanego pliku, lub pliku gotowego do odtwarzania. Parametr x przesyłany po nazwie przyjmuje wartość 0 jeżeli plik nie jest w tym czasie odtwarzany, lub wartość 1 kiedy trwa odtwarzanie.

- **AT+PAUSE** – zatrzymanie aktualnie odtwarzanego pliku dźwiękowego, z możliwością wznowienia odtwarzania

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+PAUSE=x	0 – wznowienie odtwarzania 1 - pauza	OK<CR><LF>	Zatrzymuje aktualnie odtwarzany plik (funkcja pauzy). Po zatrzymaniu utworu dioda kontrolna odtwarzania „PLAY” miga.
AT+PLAY?	Brak	+PAUSE: x <CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca aktualny stan zatrzymania odtwarzania, „x” jest parametrem zwrotnym, jego wartość oznacza: 0 – zatrzymanie nieaktywne 1 - odtwarzanie aktualnie zatrzymane

- **AT+PLAYALL** – odtwarzanie wszystkich plików z karty pamięci

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+PLAYALL	brak	OK<CR><LF>	Rozpoczyna odtwarzanie wszystkich plików z karty pamięci w pętli, począwszy od pierwszego pliku. Po zakończeniu odtwarzania pierwszego pliku, urządzenie automatycznie przechodzi do odtwarzania kolejnego pliku.

- **AT+PLAYNEXT** – odtwarzanie kolejnego pliku

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+PLAYNEXT	brak	OK<CR><LF>	Przechodzi do odtwarzania kolejnego pliku dźwiękowego. Warunek - urządzenie musi pracować w trybie odtwarzania ciągłego, tj. po uruchomieniu odtwarzania za pomocą komendy AT+PLAYALL

- **AT+PLAYLAST** – ponowne odtwarzanie pliku odtwarzanego ostatnio

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+PLAYLAST	brak	OK<CR><LF>	Rozpoczyna odtwarzanie pliku odtwarzanego ostatnio.

- **AT+STOP** – przerwanie odtwarzania

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+STOP	brak	OK<CR><LF>	Całkowicie przerywa odtwarzanie pliku, bez zapamiętywania momentu jego zatrzymania. Wznowienie odtwarzania od momentu zatrzymania jest niemożliwe (do tego służy komenda AT+PAUSE)

- **AT+FILES** – zwraca lokalizacje plików umieszczonych na karcie pamięci

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+FILES	brak	Plik1.wav<CR><LF> dlugan~1.wav<CR><LF> /folder/plik2.wav<CR><LF> ... /folder/folder/plik3.wav<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca lokalizacje wszystkich plików umieszczonych na karcie pamięci, z podaniem ścieżki dostępu. Nie należy stosować komendy w wypadku gdy na karcie znajduje się duża ilość plików głęboko zagnieżdżonych, lub pliki/foldery o nazwach dłuższych niż 8 znaków.

5.4. Komendy przetwarzania dźwięku:

- **AT+MONO** – przestawia urządzenie w tryb odtwarzania monofonicznego

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+MONO=x	0 – praca w trybie stereo (domyślnie) 1 – praca w trybie mono	OK<CR><LF>	Ustawienie parametru jako „1” powoduje pracę w trybie monofonicznym. Ustawienie parametru jako „0” powoduje powrót do trybu stereofonicznego.
AT+MONO?	brak	+MONO: x<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca aktualnie ustawiony tryb pracy mono/stereo, gdzie „x” jest parametrem zwrotnym, i oznacza: 0 – praca w trybie stereo 1 – praca w trybie mono

- **AT+VOL** – ustawienie poziomu głośności

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+VOL=x	0 ... 63	OK<CR><LF>	Ustawienie poziomu głośności sygnału audio. Wprowadzenie jako parametr wartości „0” powoduje maksymalne wyciszenie urządzenia, natomiast wartość „63” powoduje odtwarzanie z maksymalną głośnością. Domyślna wartość poziomu głośności – „51” (0 dB). Zależność wprowadzanych parametrów od napięcia wyjściowego sygnału przedstawia Tabela 9 zamieszczona w p. 5.7.
AT+VOL?	brak	+VOL: x<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca jako „x” aktualnie ustawioną wartość głośności. Zależność wprowadzanych parametrów od napięcia wyjściowego sygnału przedstawia Tabela 9 zamieszczona w p. 5.7.

- **AT+BAS** – ustawienie wzmocnienia/tłumienia korektora tonów niskich

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+BAS=x	-9 ... 9	OK<CR><LF>	Ustawienie poziomu podbicia/tłumienia korektora tonów niskich sygnału audio. Wprowadzenie jako parametr wartości „0” powoduje wyłączenie korektora, wprowadzenie wartości z zakresu -9 do -1 powoduje ustawienie tłumienia, natomiast wprowadzenia wartości 1 do 9 powoduje ustawienie wzmocnienia. Domyślnie korektor jest wyłączony. Zależność wprowadzanych parametrów od poziomu wzmocnienia/tłumienia przedstawia Tabela 10 zamieszczona w p. 5.7. natomiast charakterystyka korektora przedstawia rys. 18 w p. 4.3
AT+BAS?	brak	+BAS: zxx<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca jako „xx” aktualnie ustawioną wartość podbicia/tłumienia, oraz jako „z” znak „+” lub „-”, przy czym „+” oznacza wzmocnienie, a „-” oznacza tłumienie. Zależność wprowadzanych parametrów od poziomu wzmocnienia/tłumienia przedstawia Tabela 10

			zamieszczona w p. 5.7. natomiast charakterystyka korektora przedstawia rys. 18 w p. 4.3
--	--	--	---

- **AT+MID** – ustawienie wzmocnienia/tłumienia korektora tonów średnich

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+MID=x	-12 ... 12	OK<CR><LF>	Ustawienie poziomu podbicia/tłumienia korektora tonów średnich sygnału audio. Wprowadzenie jako parametr wartości „0” powoduje wyłączenie korektora, wprowadzenie wartości z zakresu -9 do -1 powoduje ustawienie tłumienia, natomiast wprowadzenia wartości 1 do 9 powoduje ustawienie wzmocnienia. Domyślnie korektor jest wyłączony. Zależność wprowadzanych parametrów od poziomu wzmocnienia/tłumienia przedstawia Tabela 10 zamieszczona w p. 5.7. natomiast charakterystyka korektora przedstawia rys. 18 w p. 4.3
AT+MID?	brak	+BAS: ZXX<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca jako „xx” aktualnie ustawioną wartość wzmocnienia/tłumienia, oraz jako „z” znak „+” lub „-”, przy czym „+” oznacza wzmocnienie, a „-” oznacza tłumienie. Zależność wprowadzanych parametrów od poziomu podbicia/tłumienia przedstawia Tabela 10 zamieszczona w p. 5.7. natomiast charakterystyka korektora przedstawia rys. 18 w p. 4.3

- **AT+TRE** – ustawienie wzmocnienia/tłumienia korektora tonów wysokich

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+TRE=x	-12 ... 12	OK<CR><LF>	Ustawienie poziomu podbicia/tłumienia korektora tonów wysokich sygnału audio. Wprowadzenie jako parametr wartości „0” powoduje wyłączenie korektora, wprowadzenie wartości z zakresu -9 do -1 powoduje ustawienie tłumienia, natomiast wprowadzenia wartości 1 do 9 powoduje ustawienie wzmocnienia. Domyślnie korektor jest wyłączony. Zależność wprowadzanych parametrów od poziomu wzmocnienia/tłumienia przedstawia Tabela 10 zamieszczona w p. 5.7. natomiast charakterystyka korektora przedstawia rys. 18w p. 4.3
AT+TRE?	brak	+BAS: ZXX<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca jako „xx” aktualnie ustawioną wartość wzmocnienia/tłumienia, oraz jako „z” znak „+” lub „-”, przy czym „+” oznacza wzmocnienie, a „-” oznacza tłumienie. Zależność wprowadzanych parametrów od poziomu podbicia/tłumienia przedstawia Tabela 10 zamieszczona w p. 5.7. natomiast charakterystyka korektora przedstawia rys. 18 w p. 4.3

5.5. Pozostałe komendy:

- **ATI** – zwraca informacje o producencie i wersji firmware'u

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ
ATI	Brak	v1.0<CR><LF> Wave Player<CR><LF> KE-WAV1<CR><LF> KUSZ Elektronika 2016<CR><LF> OK<CR><LF>

- **AT+IDLE** – przejście w tryb uśpienia

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+IDLE	brak	OK<CR><LF>	Przerywa pracę urządzenia, oraz odtwarzanie wszelkich plików dźwiękowych, wyłącza zasilanie karty pamięci oraz przetwornika C/A, wprowadza urządzenie w tryb uśpienia. W trybie uśpienia dioda STAT wygasa, a urządzenie pobiera minimalny prąd. Wybudzenie możliwe za pomocą zewnętrznego wyprowadzenia PINA.6-RESET

- **AT+RST** – programowy reset układu

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+RST	brak	OK<CR><LF>	Przerywa pracę urządzenia i uruchamia je ponownie. Po resecie wszystkie informacje nie będące danymi konfiguracyjnymi (np. numer ostatnio odtwarzanego utworu) zostają skasowane.

5.6. Sygnalizacja stanu urządzenia:

Urządzenie wyposażone jest w 3 diody kontrolne informujące o jego stanie, oznaczone jako STAT, ERR oraz PLAY. Dioda STAT informuje o aktualnym statusie urządzenia, i podczas normalnej, prawidłowej pracy powinna świecić światłem ciągłym. Dioda ERR informuje o wystąpieniu błędu w komunikacji, lub problemu z uruchomieniem urządzenia. Dioda PLAY informuje o trwającym odtwarzaniu pliku. Dodatkowo, diody STAT oraz PLAY posiadają wyprowadzenia zewnętrzne. Wyprowadzenia !STATEXT oraz !PLAYEXT przyjmują stan niski gdy odpowiadająca im dioda jest zapalona.

Tabela 8. Stany diod odpowiadające stanom pracy odtwarzacza:

STAT (zielona)	ERR (czerwona)	PLAY (żółta)	STAN
wygaszona	wygaszona	wygaszona	brak napięcia zasilającego, odtwarzacz znajduje się w stanie uśpienia lub w stanie podtrzymanego resetu
świeci światłem ciągłym	wygaszona	wygaszona	poprawne działanie w trybie czuwania
migająca w odstępach 1 sekundy	świeci światłem ciągłym	wygaszona	brak karty SD, błąd karty SD
wygaszona	świeci światłem ciągłym	wygaszona	urządzenie uszkodzone, należy skontaktować się z serwisem
wygaszona na 100 ms podczas normalnej pracy	wygaszona	wygaszona	poprawnie odebrano i zdekodowano komendę AT
świeci światłem ciągłym	trzykrotne mrugnięcie	wygaszona	odebrano niepoprawną komendę AT, lub komenda nie została właściwie zdekodowana
świeci światłem ciągłym	wygaszona	świeci światłem ciągłym	trwa odtwarzanie pliku dźwiękowego
świeci światłem ciągłym	wygaszona	migająca w odstępach 1 sekundy	odtwarzanie zostało wstrzymane za pomocą komendy AT+PAUSE

5.7. Tabele regulacji wzmacniacza i korektora 3-pasmowego

Tabela 9. Poziomy głośności odpowiadające parametrom nastaw głośności:

Parametr	Poziom [dB]	Parametr	Poziom [dB]	Parametr	Poziom [dB]	Parametr	Poziom [dB]
63	+6	47	-2	31	-10	15	-26
62	+5,5	46	-2,5	30	-10,5	14	-28
61	+5	45	-3	29	-11	13	-30
60	+4,5	44	-3,5	28	-12	12	-32
59	+4	43	-4	27	-13	11	-34
58	+3,5	42	-4,5	26	-14	10	-36
57	+3	41	-5	25	-15	9	-38
56	+2,5	40	-5,5	24	-16	8	-40
55	+2	39	-6	23	-17	7	-42
54	+1,5	38	-6,5	22	-18	6	-46
53	+1	37	-7	21	-19	5	-50
52	+0,5	36	-7,5	20	-20	4	-54
51	0	35	-8	19	-21	3	-58
50	-0,5	34	-8,5	18	-22	2	-62
49	-1	33	-9	17	-23	1	-66
48	-1,5	32	-9,5	16	-24	0	-70

Tabela 10. Poziomy tłumienia/wzmocnienia korektorów odpowiadające parametrom nastaw korekcji:

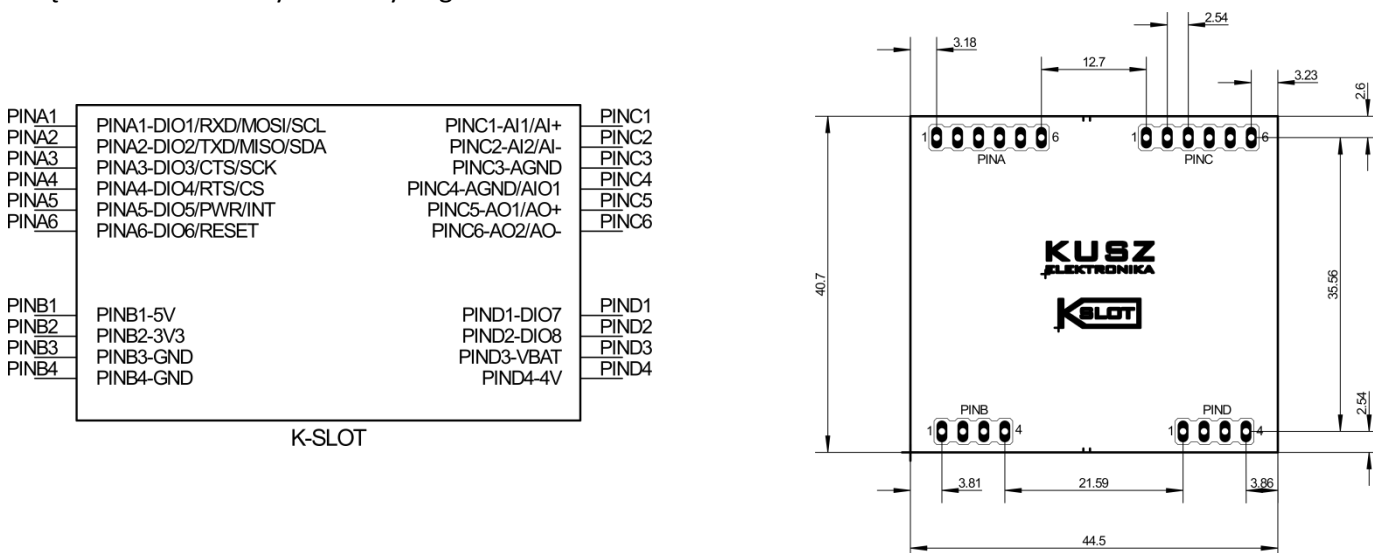
Parametr	Wzmocnienie [dB]		Parametr	Tłumienie [dB]
0	0		0	0
1	1		-1	-1
2	2		-2	-2
3	3		-3	-3
4	4		-4	-4
5	5		-5	-5
6	6		-6	-6
7	7		-7	-7
8	8		-8	-8
9	9		-9	-9

NOTATKI

6. Pozostałe informacje

6.1. Informacje na temat złącza K-SLOT:

Złącze K-SLOT jest uniwersalnym złączem pozwalającym na rozszerzenie możliwości urządzeń elektronicznych produkowanych przez KUSZ Elektronika. Złącze to pozwala na instalowanie modułów rozszerzeń, m. in. modułów komunikacji radiowej, modułów pamięci, modułów GPS, GSM i innych, pozwalając na dostosowanie możliwości urządzenia do stawianych mu wymagań.



Rys. 20. Przedstawienie schematyczne oraz odwzorowanie wymiarów i gabarytów złącza K-SLOT

Złącze K-SLOT wyposażone jest w 4 gniazda typu goldpin (PINA, PINB, PINC, PIND). Każde z gniazd pełni określone funkcje z określonymi możliwościami ich wyboru. Wybór konkretnej funkcji zależy od rodzaju urządzenia, które ma zostać zainstalowane w gnieździe K-SLOT.

Tabela 9 przedstawia opis poszczególnych wyprowadzeń oraz wytyczne projektowe, pozwalające na zaimplementowanie uniwersalnego złącza K-SLOT w konstruowanym urządzeniu.

Tabela 11. Opis, przeznaczenie oraz wytyczne projektowe dla złącza K-SLOT

PIN	PRZEZNACZENIE	OPIS, WYTTCZNE
A1	Wejście/wyjście cyfrowe (DIO1/RXD/MOSI/SCL)	Wejście/wyjście cyfrowe ogólnego przeznaczenia. W typowym zastosowaniu jest to wejście odbiorcze(RXD) UART-u urządzenia. Alternatywnie, może pełnić rolę wyjścia zegarowego SCL dla interfejsu I2C oraz wyjścia danych MOSI interfejsu SPI. Zalecane połączenie bezpośrednio z konfigurowalnym, dwukierunkowym portem mikrokontrolera. Zalecane podciąganie do napięcia zasilającego mikrokontroler poprzez rezystor 2,2k – 10k.
A2	Wejście/wyjście cyfrowe (DIO2/TXD/MISO/SDA)	Wejście/wyjście cyfrowe ogólnego przeznaczenia. W typowym zastosowaniu jest to wyjście nadawcze (TXD) UART-u urządzenia. Alternatywnie, może pełnić rolę wyjścia danych SDA dla interfejsu I2C oraz wejścia danych MISO interfejsu SPI. Zalecane połączenie bezpośrednio z konfigurowalnym, dwukierunkowym portem mikrokontrolera. Zalecane podciąganie do napięcia zasilającego mikrokontroler poprzez rezystor 2,2k – 10k.
A3	Wejście/wyjście cyfrowe (DIO3/CTS/SCK)	Wejście/wyjście cyfrowe ogólnego przeznaczenia. W typowym zastosowaniu jest to wyjście kontrolne/sterujące urządzenia. Alternatywnie, może pełnić rolę sygnału CTS dla UART lub wyjścia zegarowego SCK interfejsu SPI. Zalecane połączenie bezpośrednio z konfigurowalnym, dwukierunkowym portem mikrokontrolera. Zalecane podciąganie do napięcia zasilającego mikrokontroler poprzez rezystor 2,2k – 10k.

A4	Wejście/wyjście cyfrowe (DIO4/RTS/CS)	Wejście/wyjście cyfrowe ogólnego przeznaczenia. W typowym zastosowaniu jest to wyjście kontrolne/sterujące urządzenia. Alternatywnie, może pełnić rolę sygnału RTS dla UART lub wyjścia zegarowego SCK interfejsu SPI. Zalecane połączenie bezpośrednio z konfigurowalnym, dwukierunkowym portem mikrokontrolera. Zalecane podciąganie do napięcia zasilającego mikrokontroler poprzez rezystor 2,2k – 10k.
A5	Wejście/wyjście cyfrowe (DIO5/PWR/INT)	Wejście/wyjście cyfrowe ogólnego przeznaczenia. W typowym zastosowaniu jest to wejście załączania urządzenia. Może pełnić również inne funkcje sterujące. Zalecane połączenie bezpośrednio z konfigurowalnym, dwukierunkowym portem mikrokontrolera. NIE zaleca się podciągania do zasilania.
A6	Wejście/wyjście cyfrowe (DIO6/RESET)	Wejście/wyjście cyfrowe ogólnego przeznaczenia. W typowym zastosowaniu jest to wejście resetowania urządzenia. Może pełnić również inne funkcje sterujące. Zalecane połączenie bezpośrednio z konfigurowalnym, dwukierunkowym portem mikrokontrolera. NIE zaleca się podciągania do zasilania.
B1	Zasilanie 5 V	Złącze napięcia zasilającego 5 V. Należy pamiętać, że urządzenia współpracujące ze złączem K-SLOT powinny być zasilane wyłącznie jednym, wybranym napięciem, mimo iż urządzenia posiadają kilka pinów zasilających.
B2	Zasilanie 3,3 V	Złącze napięcia zasilającego 3,3 V. Należy pamiętać, że urządzenia współpracujące ze złączem K-SLOT powinny być zasilane wyłącznie jednym, wybranym napięciem, mimo iż urządzenia posiadają kilka pinów zasilających.
B3	Masa	Złącze masy urządzenia. Powinno być połączone z masą cyfrową układu nadrzędnego
B4	Masa	Złącze masy urządzenia. Powinno być połączone z masą cyfrową układu nadrzędnego
C1	Wejście analogowe (AI1/AI+)	Wejście analogowe niesymetryczne, lub dodatni biegun analogowego wejścia symetrycznego (zależnie od dołączanego urządzenia, przy projektowaniu należy korzystać z dokumentacji technicznej urządzenia, które planuje się dołączać do złącza)
C2	Wejście analogowe (AI2/AI-)	Wejście analogowe niesymetryczne, lub ujemny biegun analogowego wejścia symetrycznego (zależnie od dołączanego urządzenia, przy projektowaniu należy korzystać z dokumentacji technicznej urządzenia, które planuje się dołączać do złącza)
C3	Masa analogowa	Masa części analogowej urządzenia. Należy łączyć zgodnie z zasadami projektowania układów mieszanych, lub szczegółowymi wytycznymi zaczerpniętymi z danych technicznych urządzenia, które planuje się dołączać do złącza
C4	Masa analogowa/wyjście analogowe (AGND/AIO1)	Masa analogowej części urządzenia (j.w.) lub niesymetryczne wejście/wyjście analogowe
C5	Wyjście analogowe	Wyjście analogowe niesymetryczne, lub dodatni biegun analogowego wyjścia symetrycznego (zależnie od dołączanego urządzenia, przy projektowaniu należy korzystać z dokumentacji technicznej urządzenia, które planuje się dołączać do złącza)
C6	Wyjście analogowe	Wyjście analogowe niesymetryczne, lub ujemny biegun analogowego wyjścia symetrycznego (zależnie od dołączanego urządzenia, przy projektowaniu należy korzystać z dokumentacji technicznej urządzenia, które planuje się dołączać do złącza)
D1	Wejście/wyjście cyfrowe (DIO7)	Wejście/wyjście cyfrowe ogólnego przeznaczenia. Należy dołączyć do konfigurowalnego, dwukierunkowego portu mikrokontrolera. Szczegóły w danych katalogowych określonego urządzenia.
D2	Wejście/wyjście cyfrowe (DIO8)	Wejście/wyjście cyfrowe ogólnego przeznaczenia. Należy dołączyć do konfigurowalnego, dwukierunkowego portu mikrokontrolera. Szczegóły w danych katalogowych określonego urządzenia.
D3	Wejście/wyjście cyfrowe, złącze zasilania podtrzymania RTC (DIO9/VBAT)	Wejście/wyjście cyfrowe ogólnego przeznaczenia. Należy dołączyć do konfigurowalnego, dwukierunkowego portu mikrokontrolera. Szczegóły w danych katalogowych określonego urządzenia. W wypadku korzystania z modułu GSM lub innych modułów posiadających wbudowany zegar RTC złącze to powinno być źródłem napięcia podtrzymującego zegar o wartości 3 V.
D4	Zasilanie 4,1 V	Złącze dla bezpośredniego zasilania z baterii Li-Ion, Li-Po

Projektując urządzenie pod konkretny moduł oparty o złącze K-SLOT należy każdorazowo korzystać z dokumentacji technicznej danego urządzenia i stosować się do wytycznych w niej podanych. Wytyczne z tabeli 9 pozwalają zachować uniwersalność złącza, przez co można obsłużyć możliwie największą ilość urządzeń, z zachowaniem możliwie szerokiej funkcjonalności, jednak powinny być konfrontowane z danymi technicznymi urządzenia, jako wytycznymi nadrzędnymi.

Więcej informacji na temat danych katalogowych złącza K-SLOT, a także biblioteki przydatne w procesie projektowania można znaleźć na stronie producenta www.kuszelektronika.pl

6.2. Zgodność z dyrektywami Wspólnoty Europejskiej:

Uniwersalny odtwarzacz plików dźwiękowych w formacie .wav KE-WAV1, będący komponentem elektronicznym, spełnia poniższe dyrektywy Wspólnoty Europejskiej:

1. Dyrektywa 2004/108/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej
2. Dyrektywa 2002/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 stycznia 2003 r. w sprawie ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym
3. Dyrektywa 2001/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów z dnia 3 grudnia 2001 r.

Urządzenie jest w pełni zgodne z dyrektywą RoHS oraz posiada certyfikat zgodności CE. Wszelkie certyfikaty można znaleźć na stronie producenta www.kuszelektronika.pl

6.3. Informacje o producencie:

KUSZ Elektronika
36-017 Zabratówka 193
NIP: 813-355-47-18

www.kuszelektronika.pl

biuro@kuszelektronika.pl

NOTATKI