

KE-BTM-222

Moduł komunikacyjny Bluetooth



Uniwersalny moduł Bluetooth 2.0+EDR umożliwia komunikację urządzeń elektronicznych z komputerem PC, smartphone’m, innym urządzeniem wyposażonym w Bluetooth, lub innym urządzeniem wyposażonym w moduł KE-BTM222 za pomocą protokołu SPP. Bogaty zestaw komend sterujących umożliwia konfigurację kluczowych parametrów transmisji, a wykorzystanie wewnętrznych buforów nadawczo-odbiorczych pozwala na bezproblemowe połączenie urządzenia z mikrokontrolerem, bez konieczności używania układów dopasowujących poziomy napięć. Zastosowany w urządzeniu moduł BTM-222 produkowany przez Rayson, pracujący w klasie 1, pozwala na nawiązanie stabilnego połączenia na odległości powyżej 100 m.*

Podstawowa funkcjonalność:

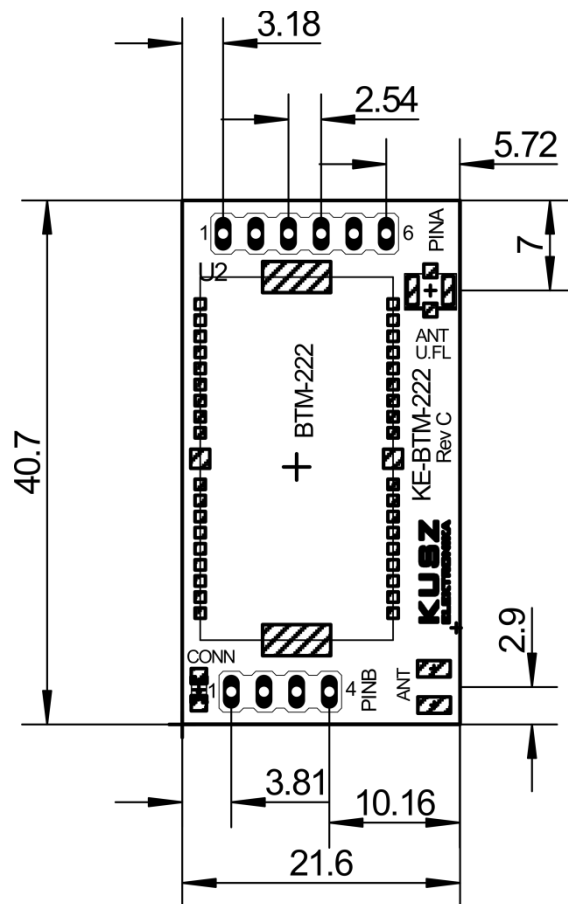
- Standard Bluetooth 2.0+EDR
- Moc nadawcza do +18 dBm (Klasa 1)
- Zasięg do 100 m*
- Komunikacja poprzez wirtualny port szeregowy (SPP)
- Wbudowana antena
- Możliwość dołączenia anteny zewnętrznej poprzez gniazdo U-FL
- Zasilanie napięciem 3,3 V lub napięciem 5 V (dwa niezależne piny zasilające)
- Sterowanie przez interfejs RS-232 kompatybilny z napięciami z zakresu 2,5 V – 6 V, z maksymalną prędkością transmisji wynoszącą 921 600 bps
- Konfiguracja poprzez UART za pośrednictwem komend AT
- Wbudowana dioda LED informująca o statusie połączenia
- Możliwość wyłączenia i resetowania sygnałem zewnętrznym
- Niewielkie wymiary (22 x 41 x 15 mm), dopasowane do złącza K-SLOT oraz K-SLOT mini
- Spełnia wymogi RoHS

**Uzyskanie zasięgu transmisji na poziomie 100 m wymaga użycia zewnętrznej anteny. Zasięg zależy od przeszkód terenowych.*

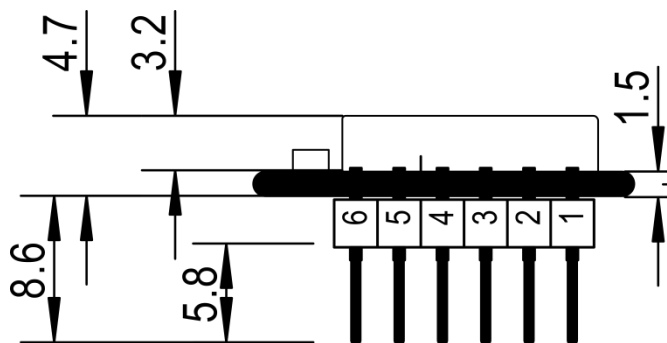
1. Wyprowadzenia, wymiary zewnętrzne	3
1.1. Wymiary zewnętrzne urządzenia	3
1.2. Rozkład wyprowadzeń	4
1.3. Opis wyprowadzeń i ich funkcjonalności	4
2. Parametry urządzenia	6
2.1. Schemat blokowy urządzenia	6
2.2. Maksymalne dopuszczalne warunki pracy	7
2.3. Zalecane warunki pracy	7
2.4. Parametry elektryczne	8
2.5. Parametry radiowe	8
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	15
3.6. Sterowanie przez interfejs RS-232-C	16
3.7. Sterowanie przez interfejs RS-422	17
4. Charakterystyki	19
4.1. Charakterystyki zasilania	19
4.2. Charakterystyki interfejsu RS-232	21
5. Sterowanie pracą urządzenia	23
5.1. Domyślne parametry, podstawowe informacje niezbędne do prawidłowego zestawienia połączenia	23
5.2. Ogólne zasady sterowania – interfejs RS-232, komendy AT	24
5.3. Opis komend AT	26
6. Pozostałe informacje	31
6.1. Informacje na temat złącza K-SLOT	31
6.2. Zgodność z dyrektywami Wspólnoty Europejskiej	33
6.3. Informacje o producencie	33

1. Wyprowadzenia, wymiary zewnętrzne

1.1. Wymiary zewnętrzne urządzenia

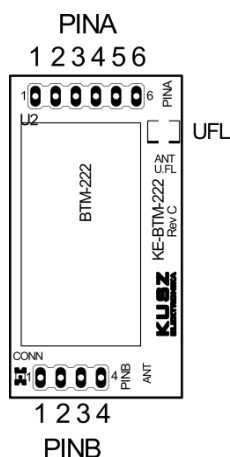


Rys. 1. Wymiary PCB urządzenia. Wszystkie wymiary podane w mm.
Tolerancja wymiarów +/- 0,2mm



Rys. 2. Wymiary wysokości urządzenia. Na rysunku zaznaczono najwyższe punkty na płytce 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 UART
A2	TXD	Wyjście O.C.	Wysyłanie danych UART.
A3	!CONN	Wyjście O.C.	Wyprowadzenie kontrolne CONN, zanegowane wyjście typu otwarty kolektor
A4	!DATA	Wyjście O.C.	Wyprowadzenie kontrolne DATA, zanegowane wyjście typu otwarty kolektor
A5	PWRON	Wejście	Wejście załączenia modułu (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
B4	GND	Zasilanie	Masa
	UFL	Antena	Złącze zewnętrznej anteny 2,4 GHz

1.3. Opis wyprowadzeń i ich funkcjonalności

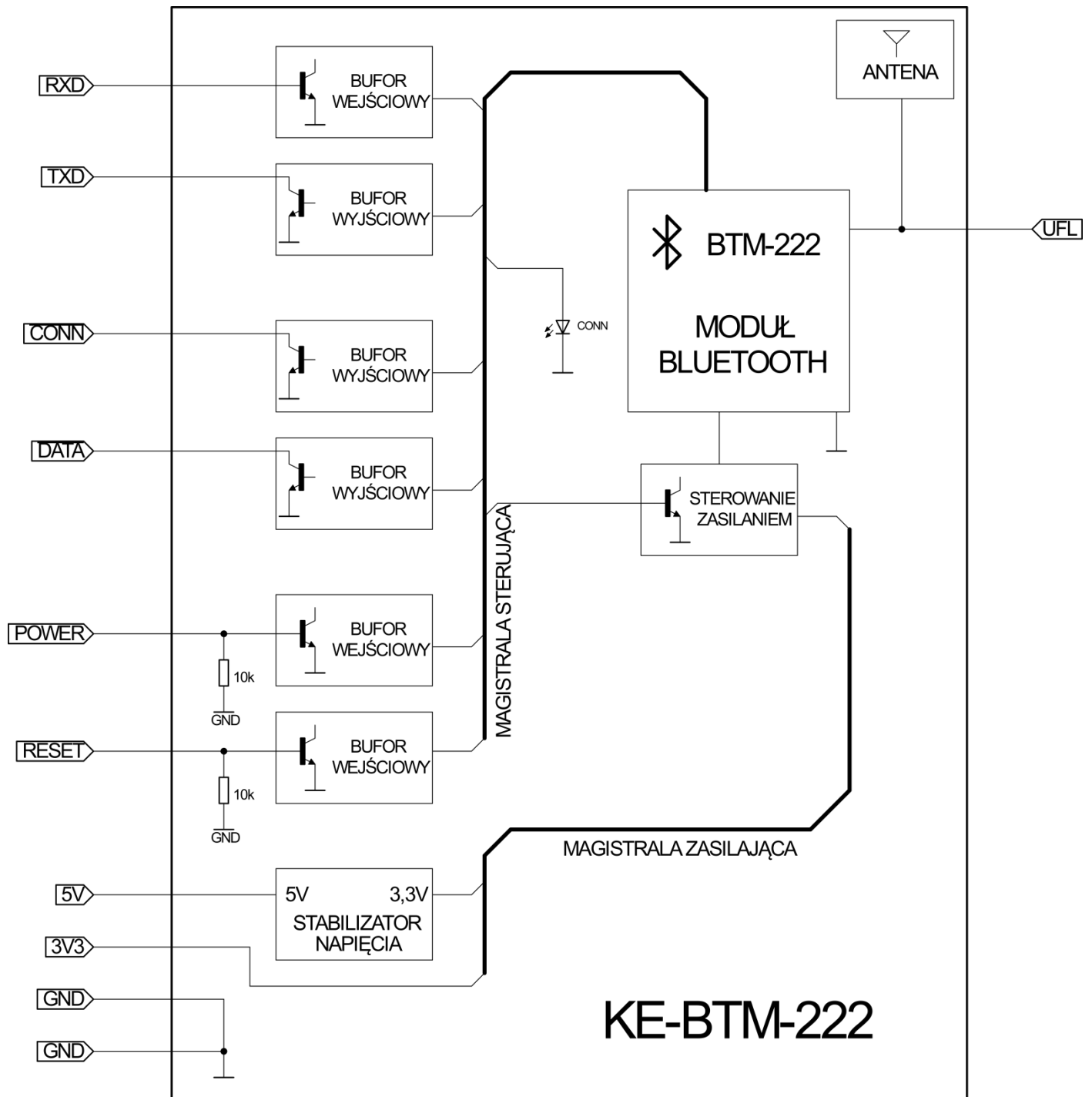
- PINA.1 – RXD:** Odbiór danych z interfejsu RS232. Wyprowadzenie dopasowane do obsługi interfejsu komunikacyjnego pracującego z napięciem 2,5 V; 3,3 V oraz 5 V, bez konieczności używania konwerterów poziomów logicznych. Wyprowadzenie automatycznie dopasowuje się do zastosowanego napięcia pracy interfejsu. 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. Zalecane podciągnięcie do napięcia pracy interfejsu RS232. Zalecana wartość rezystora podciągającego: 4,7 kΩ. Parametry napięciowe jak w wypadku wyprowadzenia RXD.
- PINA.3 - !CONN:** Wyprowadzenie kontrolne informujące o statusie połączenia. Stan wyprowadzenia odzwierciedla zanegowany stan diody kontrolnej „CONN”. 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 - !DATA:** Wyprowadzenie kontrolne informujące o aktualnie prowadzonej transmisji danych. 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 – PWRON:** Wejście sterowania zasilaniem modułu Bluetooth. Podczas normalnej pracy powinno znajdować się w stanie wysokim. Podanie stanu niskiego na to wejście skutkuje wyłączeniem modułu Bluetooth i przejściem urządzenia w tryb oszczędzania energii. Wejście posiada wewnętrzny rezystor pull-down ściągający je do masy. Należy dołączyć do portu wyjściowego mikrokontrolera, lub do napięcia zasilającego (w takim wypadku urządzenie będzie działać ciągle, bez możliwości wyłączenia).
- **PINA.6 – RESET:** Wejście zewnętrznego sygnału resetującego, aktywowane stanem wysokim. Wejście posiada wewnętrzny rezystor pull-down, ściągający je do masy. Umożliwia zresetowanie urządzenia podczas pracy poprzez podanie stanu wysokiego. Należy dołączyć do portu wyjściowego mikrokontrolera lub pozostawić niepodłączone.
- **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 urządzenia. Wyprowadzenie należy podłączyć do masy układu nadrzędnego.
- **PINB.4 – GND:** Masa urządzenia. Wyprowadzenie należy podłączyć do masy układu nadrzędnego.
- **UFL –** Złącze zewnętrznej anteny radiowej. Dołączenie zewnętrznej anteny umożliwia zwiększenie zasięgu transmisji z 30 m do 100 m, i jest wymagane, w wypadku gdy moduł zabudowany jest w metalowej obudowie. Należy stosować tylko dedykowane anteny na pasmo 2,4 GHz o impedancji falowej równej 50 Ω. Stosowanie niewłaściwych anten może doprowadzić do zmniejszenia zasięgu transmisji, lub do uszkodzenia modułu.

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 3,3V	VCC _{3V3}	-0,3 do 3,4	V
Maksymalny pobór prądu z wyjść cyfrowych	I _{IO}	100	mA
Maksymalny pobór prądu z wyjścia 3V3	I _{OUT3V3}	100	mA
Maksymalne napięcie wejść/wyjść cyfrowych	U _{IO}	-0,3 do 20	V
Maksymalna temperatura pracy	T	-20 do 75	°C
Maksymalna temperatura przechowywania	T _{STG}	-40 do 85	°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}	3,0	3,3	3,3	V
Stan niski na wejściu cyfrowym	U _{DIL}	-0,3		0,4	V
Stan wysoki na wejściu cyfrowym	U _{DIH}	2,4		6	V
Wartości rezystorów podciągających UART	R _{CC}	1	4,7	10	kΩ
Pobór prądu z wyjść cyfrowych (PINA)	I _{IO}		1	50	mA
Pobór prądu z wyjścia 3V3 (przy zasilaniu napięciem 5V)	I _{OUT3V3}			50	mA
Impedancja falowa anteny	Z _{UFL}		50		Ω
Temperatura pracy	T	-10		70	°C
Temperatura przechowywania	T _{STG}	-25		70	°C
Wilgotność przechowywania	RH _{STG}			80	%

Tabela 3 przedstawia zalecane warunki pracy urządzenia. Przedstawia wartości które mogą występować długotrwale, bez ryzyka uszkodzenia urządzenia. Aby zapewnić długotrwałą i bezproblemową pracę należy zwrócić uwagę na nieprzekraczanie wartości określonych jako maksymalne.

2.4. Parametry elektryczne

Tabela 4. Parametry elektryczne urządzenia

PARAMETR	OZNACZENIE PARAMETRU	MIN.	TYP.	MAKS.	JEDN.
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 5 V (załączony)	I_{CC5}		56	130	mA
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 5 V (wyłączony)	I_{CC5}		2		μ A
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 3,3 V (załączony)	I_{CC3V3}		51	125	mA
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 3,3 V (wyłączony)	I_{CC3V3}		27		μ A
Moc rozpraszana	P			600	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		1,2	19,2	921,6	kbps
Maksymalny zasięg (antena wewnętrzna w otwartym terenie)			30		m
Maksymalny zasięg (antena zewnętrzna w otwartym terenie)			100		m
Czas inicjalizacji	t_{ON}		6	12	s

2.5. Parametry radiowe

Tabela 5 przedstawia parametry radiowe urządzenia deklarowane przez producenta zintegrowanego modułu Bluetooth BTM-222. Wszelkie dane pochodzą z dokumentacji modułu BTM-222 i są publikowane w oryginalnej formie, za zgodą Rayson Technology Co.

Tabela 5. Parametry radiowe BTM-222, udostępnione przez Rayson Technology Co.

Radio Characteristics - Basic Data Rate

Transmitter , VDD = 3.3V Temperature =+20°C						
	Frequency (GHz)	Min.	Typ.	Max.	Bluetooth Specification	Unit
RF transmit power	2.402	16	17.5	18.5	-6 to +20	dBm
	2.441	16	17.5	18.5		dBm
	2.480	16	17.5	18.5		dBm
Initial carrier frequency tolerance	2.402	-	12	25	± 75	kHz
	2.441	-	10	25		kHz
	2.480	-	9	25		kHz
-20dB bandwidth for modulated carrier	2.402	-	890	1000	≤ 1000	kHz
	2.441	-	870	1000		kHz
	2.480	-	820	1000		kHz
Carrier Frequency Drift (single slot packet DH1)	2.402	-	± 10	± 20	≤ 25	kHz
	2.441	-	± 10	± 20		kHz
	2.480	-	± 10	± 20		kHz
Carrier Frequency Drift (five slot packet DH5)	2.402	-	± 10	± 20	≤ 40	kHz
	2.441	-	± 10	± 20		kHz
	2.480	-	± 10	± 20		kHz
Drift Rate	2.402	-	± 7	± 14	≤ 20	kHz/50 μ s
	2.441	-	± 7	± 14		kHz/50 μ s
	2.480	-	± 7	± 14		kHz/50 μ s

RF power control range		16	25	-	≥ 16	dB
$\Delta f1^{avg}$ "Maximum Modulation"	2.402	145	165	170	$140 < \Delta f1^{avg} < 175$	kHz
	2.441	145	165	170		kHz
	2.480	145	165	170		kHz
$\Delta f2^{maz}$ "Minimum Modulation"	2.402	115	150	-	> 115	kHz
	2.441	115	150	-		kHz
	2.480	115	150	-		kHz
Adjacent channel transmit power $F=F_0 \pm 2\text{MHz}$		-	-35	-20	≤ -20	dBm
Adjacent channel transmit power $F=F_0 \pm 3\text{MHz}$		-	-45	-40	≤ -40	dBm
Adjacent channel transmit power $F > F_0 + 3\text{MHz}$		-	-50	-40	≤ -40	dBm
Adjacent channel transmit power $F < F_0 - 3\text{MHz}$		-	-50	-40	≤ -40	dBm

Receiver , VDD = 3.3V Temperature = +20°C

	Frequency (GHz)	Min.	Typ.	Max.	Bluetooth Specification	Unit
Sensitivity at 0.1% BER (Single slot packets)	2.402	-	-88	-86	≤ -70	dBm
	2.441	-	-88	-86		dBm
	2.480	-	-88	-86		dBm
Sensitivity at 0.1% BER (Multi slot packets)	2.402	-	-88	-86	≤ -70	dBm
	2.441	-	-88	-86		dBm
	2.480	-	-88	-86		dBm
Maximum received signal level at 0.1% BER	2.402	-20	-10	-	≥ -20	dBm
	2.441	-20	-10	-		dBm
	2.480	-20	-10	-		dBm

C/I co-channel	-	6	11	≤ 11	dB	
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_0 + 1\text{ MHz}$	-	-4	-	≤ 0	dB	
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_0 - 1\text{ MHz}$	-	-4	-	≤ 0	dB	
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_0 + 2\text{ MHz}$	-	-38	-	≤ -30	dB	
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_0 - 2\text{ MHz}$	-	-23	-	≤ -20	dB	
Adjacent channel selectivity C/I $F > F_0 + 3\text{ MHz}$	-	-45	-	≤ -40	dB	
Adjacent channel selectivity C/I $F < F_0 - 5\text{ MHz}$	-	-44	-	≤ -40	dB	
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_{image}$	-	-22	-	≤ -9	dB	
$F_0 = 2441\text{ MHz}$						
Maximum level of intermodulation interference (n=5)		-30		≥ -39	dBm	

Radio Characteristics – Enhanced Data Rate

Transmitter , VDD = 3.3V Temperature =+20°C						
	Frequency (GHz)	Min.	Typ.	Max.	Bluetooth Specification	Unit
Maximum RF transmit power ^(note)	2.402	-	16	-	-6 to +20	dBm
	2.441	-	16	-		dBm
	2.480	-	17	-		dBm
Relative transmit power		-	-1.6	-	-4 to +1	dB
$\pi/4$ DQPSK Maximum carrier frequency stability w_0		-	2	-	$\leq \pm 10$ for all blocks	kHz
$\pi/4$ DQPSK Maximum carrier frequency stability w_i		-	6	-	$\leq \pm 75$ for all packets	kHz
$\pi/4$ DQPSK Maximum carrier frequency stability $ w_0 + w_i $		-	8	-	$\leq \pm 75$ for all blocks	kHz
8 DPSK Maximum carrier frequency stability w_0		-	2	-	$\leq \pm 10$ for all blocks	kHz
8 DPSK Maximum carrier frequency stability w_i		-	6	-	$\leq \pm 75$ for all packets	kHz
8 DPSK Maximum carrier frequency stability $ w_0 + w_i $		-	8	-	$\leq \pm 75$ for all blocks	kHz
$\pi/4$ DQPSK Modulation Accuracy	RMS DVEVM	-	7	-	≤ 20	%
	99% DEVM	-	13	-	≤ 30	%
	Peak DEVM	-	19	-	≤ 35	%
8 DPSK Modulation Accuracy	RMS DVEVM	-	7	-	≤ 13	%
	99% DEVM	-	13	-	≤ 20	%
	Peak DEVM	-	17	-	≤ 25	%
In-band spurious emissions	$F > F_0 + 3$ MHz	-	<-50	-	≤ -40	dBm
	$F < F_0 - 3$ MHz	-	<-50	-	≤ -40	dBm
	$F = F_0 - 3$ MHz	-	-46	-	≤ -40	dBm
	$F = F_0 - 2$ MHz	-	-34	-	≤ -20	dBm
	$F = F_0 - 1$ MHz	-	-35	-	≤ -26	dBm
	$F = F_0 + 1$ MHz	-	-35	-	≤ -26	dBm
	$F = F_0 + 2$ MHz	-	-31	-	≤ -20	dBm
EDR Differential Phase Encoding			No Errors		≥ 99	%

Receiver , VDD = 3.3V Temperature =+20°C						
	Modulation	Min.	Typ.	Max.	Bluetooth Specification	Unit
Sensitivity at 0.1% BER	$\pi/4$ DQPSK	-	-87	-	≤ -70	dBm
	8 DPSK	-	-78	-	≤ -70	dBm
Maximum received signal level at 0.1% BER	$\pi/4$ DQPSK	-	-8	-	≥ -20	dBm
	8 DPSK	-	-10	-	≥ -20	dBm
C/I co-channel at 0.1% BER	$\pi/4$ DQPSK	-	10	-	$\leq +13$	dB
	8 DPSK	-	19	-	$\leq +21$	dB
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_0+1$ MHz	$\pi/4$ DQPSK	-	-10	-	≤ 0	dB
	8 DPSK	-	-5	-	$\leq +5$	dB
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_0-1$ MHz	$\pi/4$ DQPSK	-	-11	-	≤ 0	dB
	8 DPSK	-	-5	-	$\leq +5$	dB
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_0+2$ MHz	$\pi/4$ DQPSK	-	-40	-	≤ -30	dB
	8 DPSK	-	-40	-	≤ -25	dB
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_0-2$ MHz	$\pi/4$ DQPSK	-	-23	-	≤ -20	dB
	8 DPSK	-	-20	-	≤ -13	dB
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_0+3$ MHz	$\pi/4$ DQPSK	-	-45	-	≤ -40	dB
	8 DPSK	-	-45	-	≤ -33	dB
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_0-5$ MHz	$\pi/4$ DQPSK	-	-45	-	≤ -40	dB
	8 DPSK	-	-45	-	≤ -33	dB
$F_0 = 2405, 2441, 2477$ MHz						
Adjacent channel selectivity C/I $F=F_{\text{image}}$	$\pi/4$ DQPSK		-20		≤ -7	dB
	8 DPSK		-15		≤ 0	dB

NOTATKI

3. Aplikacje urządzenia

3.1. Typowe zastosowania

Moduł komunikacyjny KE-BTM-222 jest przeznaczony do implementacji w systemach transmitujących dane poprzez UART, w których występuje konieczność nawiązania połączenia radiowego z komputerem PC, smartphone'm lub dowolnym innym urządzeniem nadrzędnym wspierającym standard Bluetooth. Urządzenie może pracować w trybie SLAVE, w którym oczekuje na zainicjowanie połączenia poprzez układ nadrzędny, oraz w trybie MASTER, w którym moduł staje się urządzeniem nadrzędnym. Dzięki możliwości wyboru trybu pracy MASTER/SLAVE moduły mogą łączyć się pomiędzy sobą, a bezobsługowy, automatyczny sposób łączenia dwóch modułów umożliwia zastępowanie połączeń przewodowych w szeregowych interfejsach komunikacyjnych, takich jak np. RS-232 lub RS-485.

Pracując w klasie 1 moduł umożliwia uzyskanie zasięgu do 30 m z wykorzystaniem wbudowanej anteny, lub do 100 m z wykorzystaniem anteny zewnętrznej. Zasięg w dużej mierze zależy od przeszkód terenowych znajdujących się pomiędzy urządzeniami. Największy zasięg urządzenie wykazuje w otwartym terenie, przy wykorzystaniu dedykowanej anteny zewnętrznej. W takim wypadku zasięg wynosi ponad 100 m. Wbudowany protokół SPP (port szeregowy przez łącze Bluetooth) pozwala na łatwą implementację w systemie mikroprocesorowym. Sterowanie za pomocą komend AT umożliwia łatwe konfigurowanie modułu zarówno bezpośrednio z terminala tekstowego na komputerze PC, jak i z mikrokontrolera kontrolującego pracę urządzenia. Wbudowana pamięć zapewnia zachowanie wszystkich parametrów po zaniku zasilania, dzięki czemu raz dokonana procedura konfiguracyjna jest trwale zapamiętana.

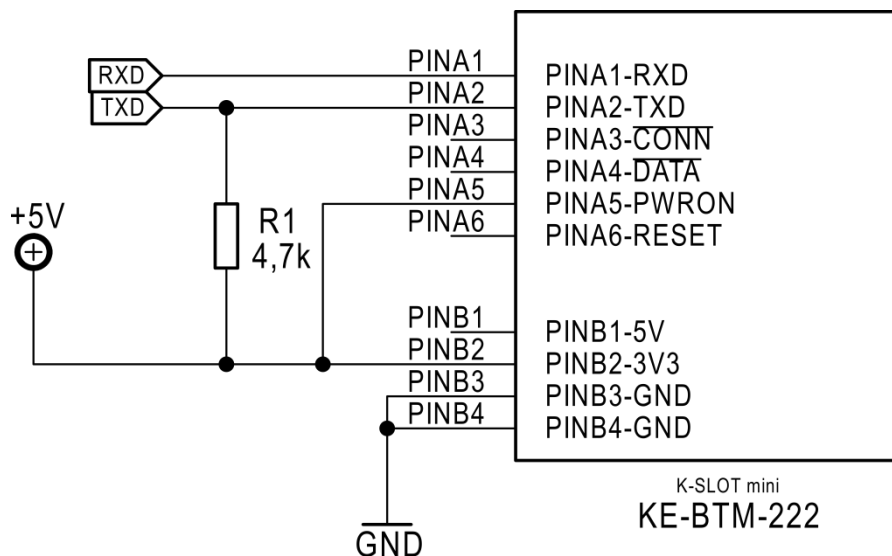
Urządzenie pozwala na zmianę nazwy w otoczeniu Bluetooth, ustawienie indywidualnego kodu PIN o długości od 4 do 8 cyfr, zmianę parametrów transmisji szeregowej, w tym prędkości w szerokim zakresie, ukrycie lub ujawnienie urządzenia w otoczeniu Bluetooth. Podczas pracy w trybie MASTER urządzenie daje możliwość ustalenia adresu MAC modułu, z którym automatycznie będzie nawiązywać połączenie po włączeniu zasilania. Dzięki stałemu, indywidualnemu dla każdego egzemplarza adresowi MAC, bez możliwości zmiany, urządzenie może pełnić funkcje klucza w systemach identyfikacji lub zabezpieczeń o niskich wymaganiach.

Możliwość wyłączenia modułu za pomocą zewnętrznego wyprowadzenia pozwala na bezproblemową aplikację w układach zasilanych bateryjnie.

Przykładowe zastosowania:

- Systemy zdalnego sterowania
- Alternatywa dla rozwiązań komunikacji radiowej pracującej w pasmach 433/868 MHz
- „Brama” pozwalająca na komunikację urządzenia elektronicznego z komputerem/smartphone'm
- Realizacja połączenia dla interfejsów RS232/RS422 w miejscach, gdzie położenie przewodu jest utrudnione – wirtualny „radiowy przewód” RS-232/RS-422
- Inne aplikacje użytkowe i przemysłowe

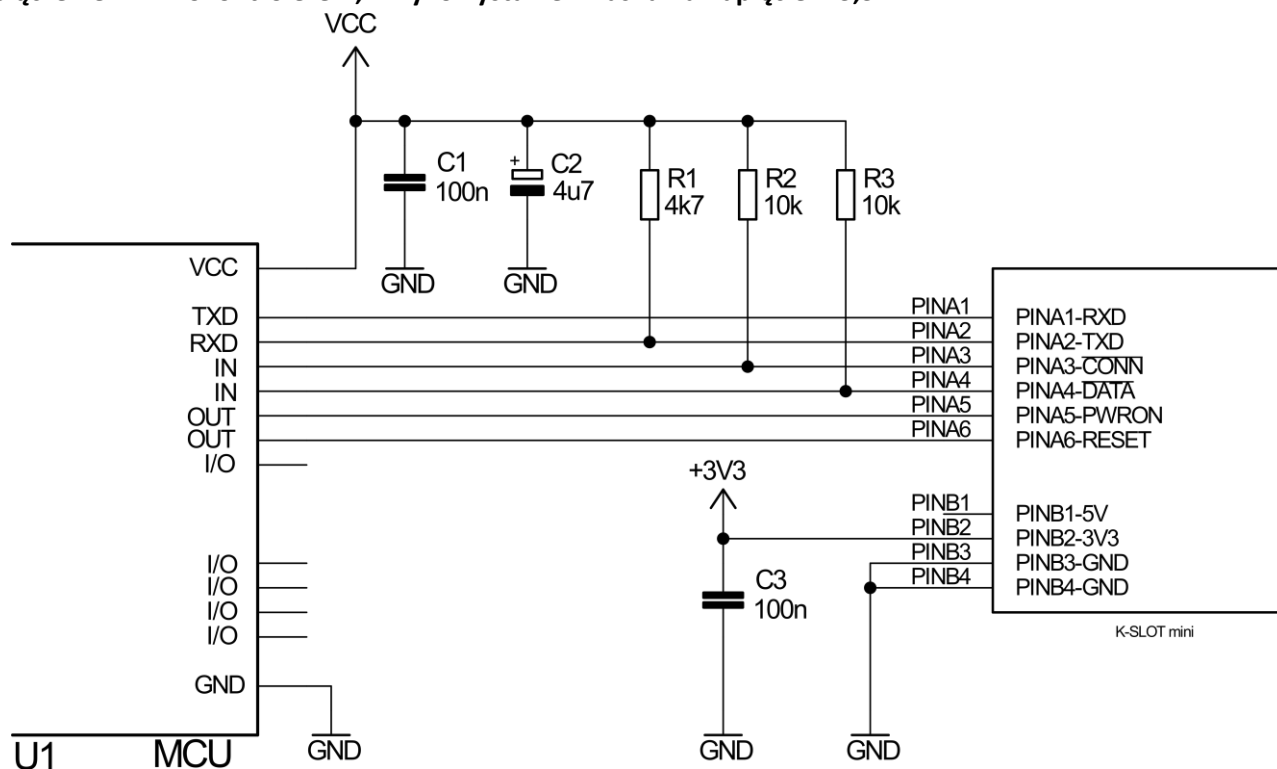
3.2. Podstawowa aplikacja urządzenia



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. Aby moduł podjął pracę należy podać stan wysoki na wejście kontroli zasilania PWRON.

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

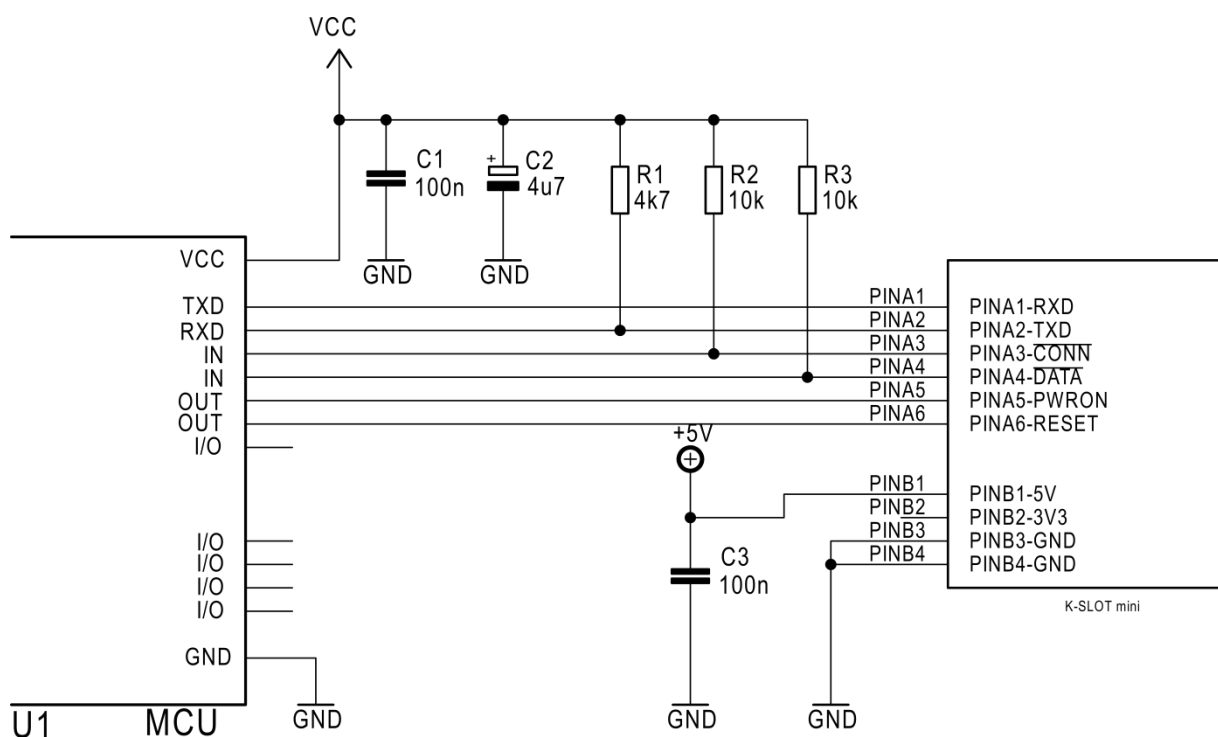


Rys. 6. Podłączenie urządzenia do mikrokontrolera. Urządzenie zasilane napięciem 3,3 V

Rys. 6 przedstawia sposób dołączenia urządzenia do mikrokontrolera. Moduł 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 bufory 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 połączenia (PINA.3 - !CONN) a także o stanie transmisji danych (PINA.4 - !DATA). Sygnały te trafiają na porty wejściowe mikrokontrolera, i odzwierciedlają zanegowany stan diody CONN oraz zanegowany stan wyprowadzenia kontrolki transmisji danych układu BTM-222. 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 załączenia (PINA.5 – PWRON) połączone są z portami wyjściowymi mikrokontrolera. Aby urządzenie działało poprawnie, port odpowiadający wyprowadzeniu RESET powinien znajdować się w stanie niskim, natomiast port odpowiadający wyprowadzeniu POWER w stanie wysokim. Podanie stanu wysokiego na pin resetu urządzenia spowoduje tak długie pozostanie w stanie resetu, jak długo na wyjściu utrzymuje się stan wysoki. Podanie stanu niskiego na wejście PWRON powoduje wyłączenie modułu, co pozwala uzyskać oszczędność energii w układach zasilanych bateryjnie.

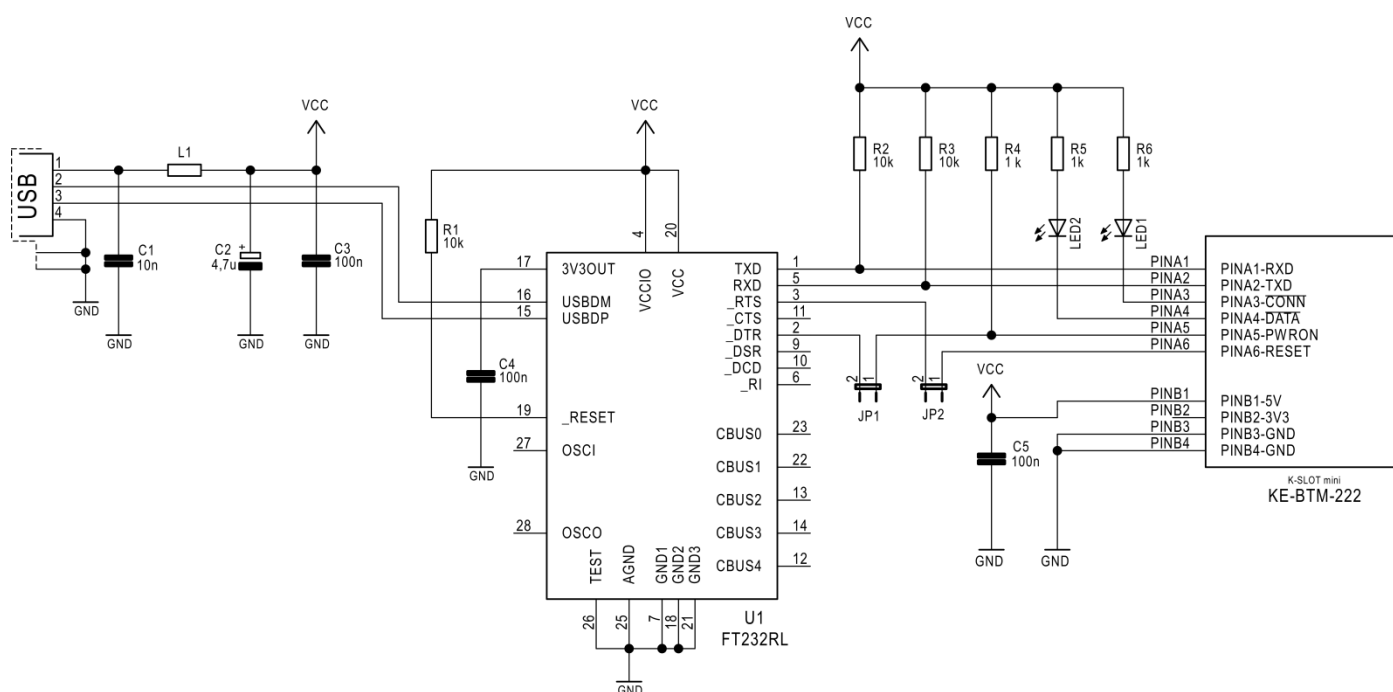
3.4. Połączenie z mikrokontrolerem z wykorzystaniem zasilania napięciem 5 V:



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

Rys. 7 przedstawia sposób dołączenia urządzenia do mikrokontrolera. Moduł 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. Należy pamiętać że aby uruchomić moduł należy podać stan wysoki na pin PWRON sterujący zasilaniem .

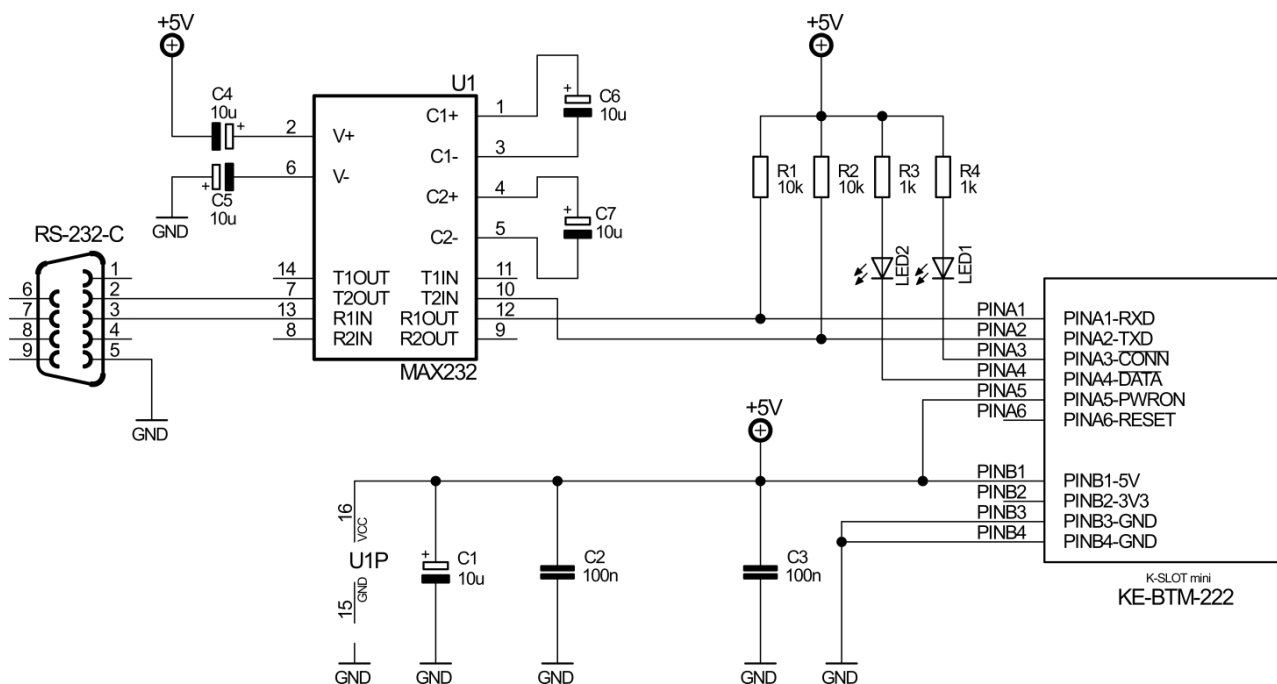
3.5. Sterowanie z komputera PC z wykorzystaniem terminala i połączenia poprzez złącze USB



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, oraz nawiązywanie transmisji z innym urządzeniem 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 zasilaniem modułu - PWRON, oraz resetowaniem urządzenia - RESET. Po zwarceniu zworek JP1 oraz JP2 możliwe jest włączenie urządzenia za pośrednictwem sygnału DTR portu szeregowego, oraz resetowanie za pośrednictwem sygnału RTS. Jako dławik L1 można wykorzystać koralik ferrytowy. Należy pamiętać, że aby uruchomić moduł, wyprowadzenie PWRON musi znajdować się w stanie wysokim. Po rozwarciu zworki JP1 moduł będzie pracował ciągle, bez możliwości wyłączenia sygnałem DTR z powodu użycia rezystora podciągającego R4. Dioda LED1 informuje o statusie połączenia, natomiast dioda LED2 informuje o statusie transmisji danych.

3.6. Sterowanie przez interfejs RS-232-C



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

Rys. 9 przedstawia sposób podłączenia urządzenia bezpośrednio do interfejsu RS-232-C. W tej konfiguracji moduł Bluetooth może być sterowany przez port szeregowy komputera, sterownika PLC lub innego urządzenia. Konwersja sygnału dokonywana jest przez układ MAX232. Konfiguracja ta umożliwia wyposażenie komputera PC w moduł Bluetooth o zasięgu do 100 m, lub rozszerzenie możliwości sterowników PLC o komunikację w standardzie Bluetooth. Jest to również znakomite rozwiązanie w wypadku konieczności wykorzystania łącza RS-232-C na większą odległość, niż przewidywane przez standard 15 m, oraz w sytuacji gdy poprowadzenie przewodu pomiędzy urządzeniami stanowi kłopot. W takim wypadku należy zastosować dwa układy z rysunku 9, a następnie skonfigurować moduły Bluetooth w taki sposób, aby nawiązały ze sobą stałe połączenie w trybie automatycznym. Po uruchomieniu obu układów moduł Master odszuka moduł Slave, po czym zestawia z nim połączenie. Dzięki temu użytkownik uzyskuje „radiowy przewód” zdolny do transmisji danych poprzez interfejs RS-232-C na odległość do 100 m (w terenie otwartym, z użyciem zewnętrznej anteny).

Należy pamiętać, że wykorzystując łącze Bluetooth jako „radiowy przewód” zastępujący klasyczne łącze RS-232-C należy wstępnie ustawić parametry transmisji (prędkość, bity parzystości, kontrola przepływu, bity stopu) w taki sposób, aby odpowiadały dokładnie parametrom transmisji na łączu RS-232-C. Aby transmisja przebiegała w pełni poprawnie należy również pamiętać o wyłączeniu echa (ATE0) oraz o wyłączeniu zwrotnych informacji modułu (ATQ1). Przykładowa konfiguracja „radiowego przewodu” dla łącza o parametrach 115200, 8, n, 1:

Konfiguracja modułu „SLAVE”:

ATB? - zwraca unikatowy adres MAC urządzenia w formacie 0000-00-000000. Należy skopiować zwrócony adres.

ATL5 - ustawia prędkość transmisji równą 115200 bps. Po zmianie prędkości należy połączyć ponownie terminal z nową prędkością

ATE0 - Wyłącza echo transmisji

ATQ1 - Wyłącza komunikaty zwrotne modułu.

Po wysłaniu i prawidłowym odebraniu powyższych komend (potwierdzenie każdej z nich ciągiem „OK”, za wyjątkiem komendy ATQ1 która wyłącza odpowiedzi) moduł SLAVE jest poprawnie skonfigurowany i gotowy do użytku. Kolejnym krokiem jest konfiguracja modułu MASTER. Podczas konfiguracji modułu MASTER, moduł SLAVE powinien być wyłączony.

Konfiguracja modułu MASTER:

ATR0 - Ustawia urządzenie w tryb pracy MASTER

ATD=000000000000 - Wprowadzenie zapisanego wcześniej adresu MAC modułu SLAVE

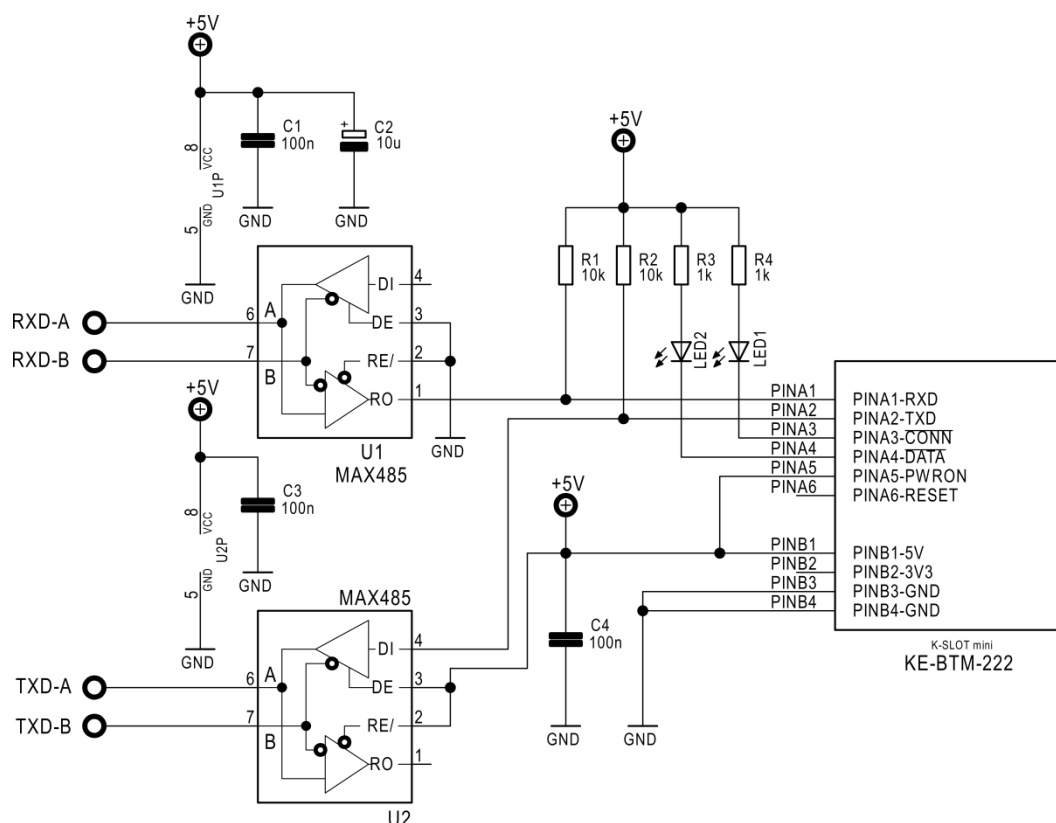
ATL5 - ustawia prędkość transmisji równą 115200 bps. Po zmianie prędkości należy połączyć ponownie terminal z nową prędkością

ATE0 - Wyłącza echo transmisji

ATQ1 - Wyłącza komunikaty zwrotne modułu.

Po wysłaniu i prawidłowym odebraniu powyższych komend (potwierdzenie każdej z nich ciągiem „OK”, za wyjątkiem komendy ATQ1 która wyłącza odpowiedzi) moduł MASTER jest poprawnie skonfigurowany i gotowy do użytku. Po włączeniu obu modułów nastąpi automatyczne nawiązanie połączenia pomiędzy nimi.

3.7. Sterowanie przez interfejs RS-422



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

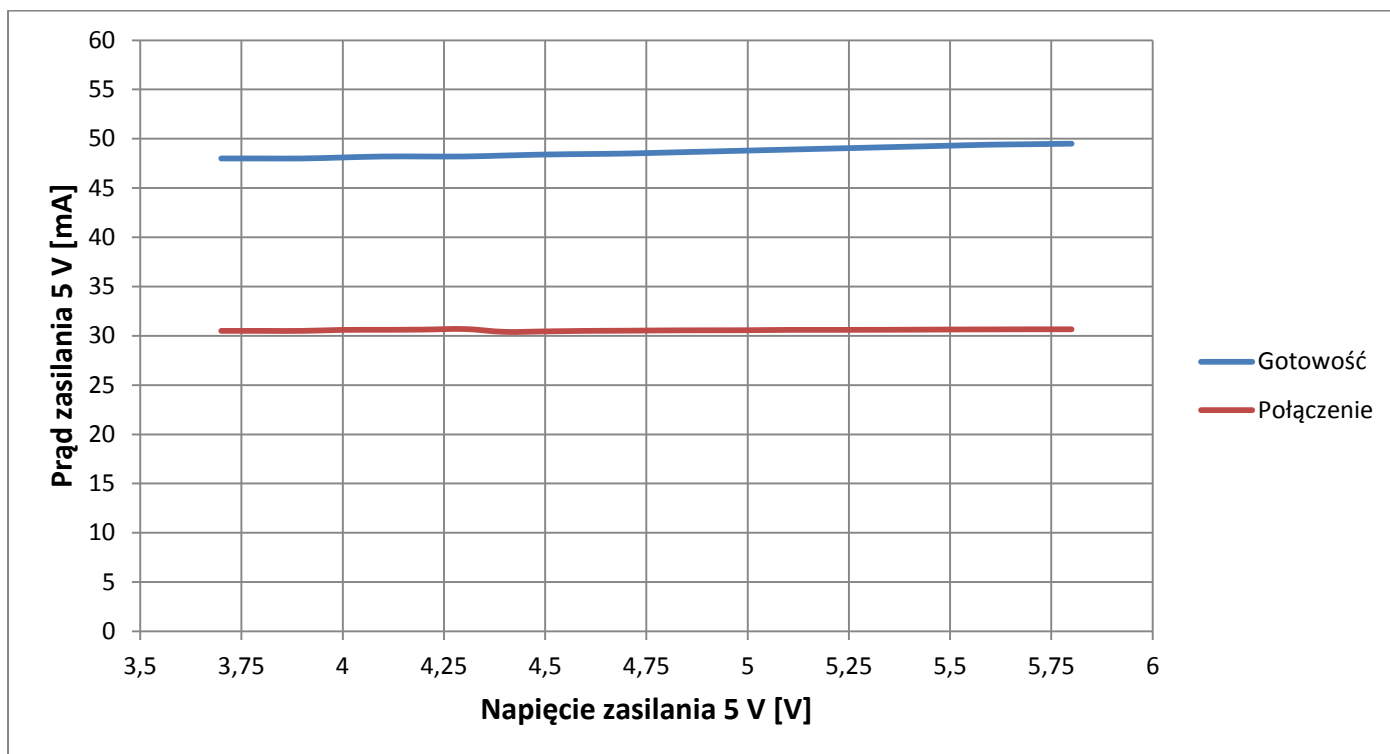
Rys. 10 przedstawia sposób podłączenia urządzenia bezpośrednio do interfejsu RS-422. W tej konfiguracji moduł Bluetooth może być sterowany przez interfejs RS-422, gdzie konwersja sygnału dokonywana jest przez dwa układy MAX485. Konfiguracja ta umożliwia wyposażenie urządzenia wyposażonego w interfejs RS-422 w moduł Bluetooth o zasięgu do 100 m. Jest to również znakomite rozwiązanie w wypadku konieczności nawiązania komunikacji poprzez interfejs RS-422 w miejscach, gdzie poprowadzenie skrętki nie jest możliwe. W takim wypadku należy zastosować dwa układy z rysunku 10, a następnie skonfigurować moduły Bluetooth w taki sposób, aby nawiązały ze sobą stałe połączenie w trybie automatycznym. Po uruchomieniu obu układów moduł Master odszuka moduł Slave, po czym zestawi z nim połączenie. Dzięki temu użytkownik uzyskuje „radiowy przewód” zdolny do transmisji danych poprzez interfejs RS-422 na odległość do 100 m (w terenie otwartym, z użyciem zewnętrznej anteny). Możliwe jest również utworzenie „radiowego przewodu” dla interfejsu RS-485, jednak należy pamiętać, że w takim wypadku cała magistrala RS-485 musi pracować w trybie jednokierunkowym (rozgłoszeniowym), gdyż moduł samoistnie nie jest w stanie kontrolować ruchu na magistrali. W takim wypadku przewód nadawczy magistrali należy podłączyć do złącz TXD jednego z urządzeń, pozostawiając wyprowadzenia RXD wolne, natomiast przewód odbiorczy (drugi koniec „radiowego przewodu”) dołączyć do wyprowadzeń RXD, pozostawiając niepodłączone wyprowadzenia TXD.

Należy pamiętać, że wykorzystując łącze Bluetooth jako „radiowy przewód” zastępujący klasyczne łącze RS-422/RS-485 należy wstępnie ustawić parametry transmisji (prędkość, bity parzystości, kontrola przepływu, bity stopu) w taki sposób, aby odpowiadały dokładnie parametrom transmisji na łączu RS-232-C. Aby transmisja przebiegała w pełni poprawnie należy również pamiętać o wyłączeniu echa (ATE0) oraz o wyłączeniu zwrotnych informacji modułu (ATQ1). Przykładowa konfiguracja modułu w trybie „radiowego przewodu” została przedstawiona w p. 3.6. i jest identyczna zarówno dla transmisji RS-232 jak i RS-422/RS-485.

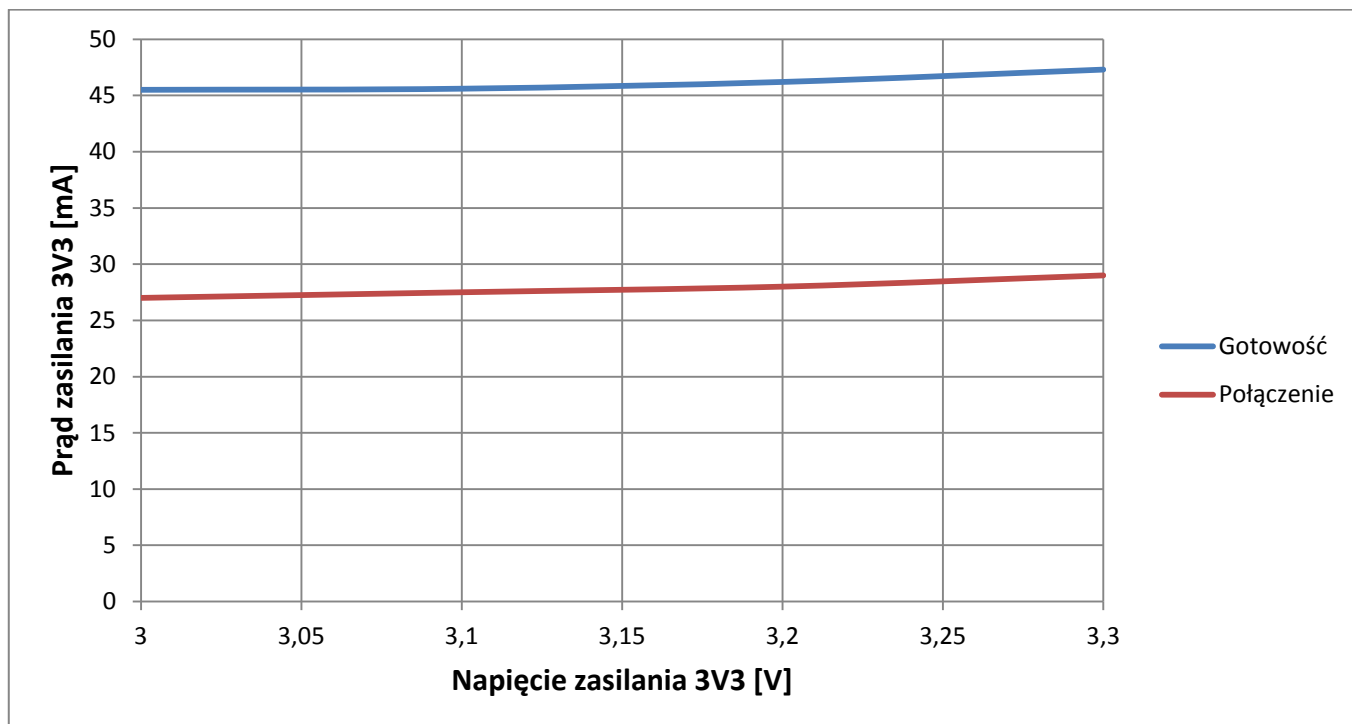
NOTATKI

4. Charakterystyki

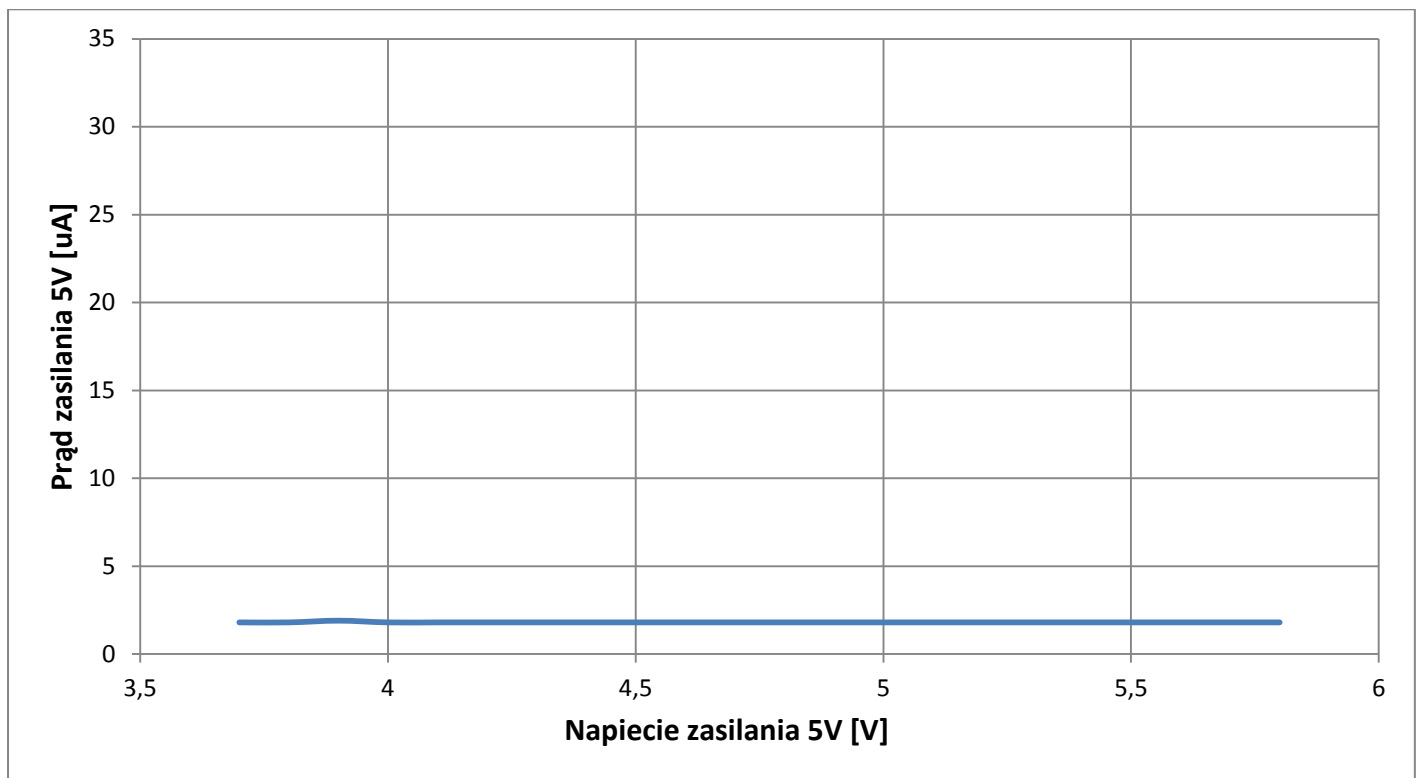
4.1. Charakterystyki zasilania:



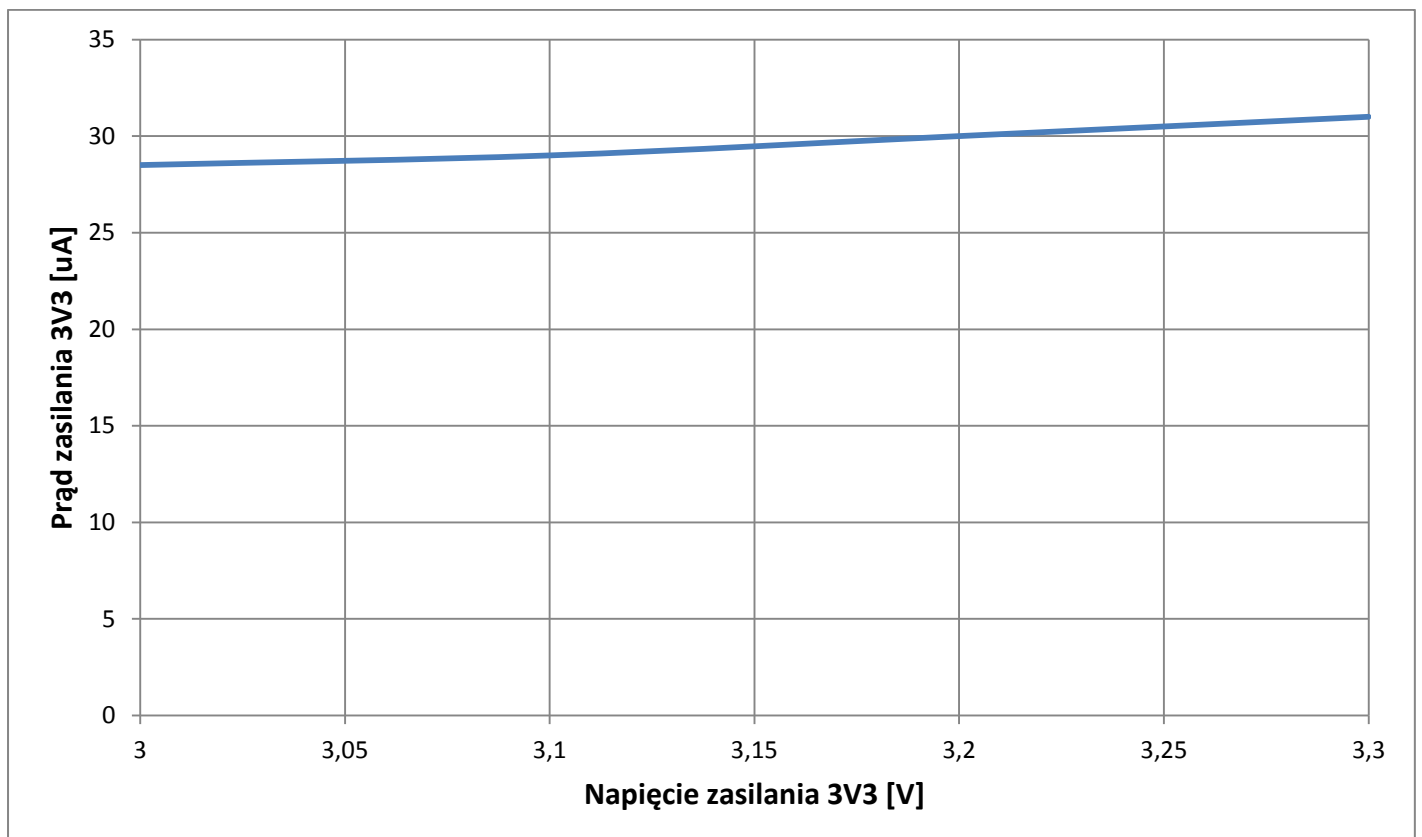
Rys. 11. Charakterystyka prądu zasilania w funkcji napięcia zasilania, z wyodrębnieniem stanu gotowości do połączenia oraz stanu połączenia, przy zasilaniu napięciem 5 V (PINB1 – 5V)



Rys. 12. Charakterystyka prądu zasilania w funkcji napięcia zasilania, z wyodrębnieniem stanu gotowości do połączenia oraz stanu połączenia, przy zasilaniu napięciem 3,3 V (PINB2 – 3V3)

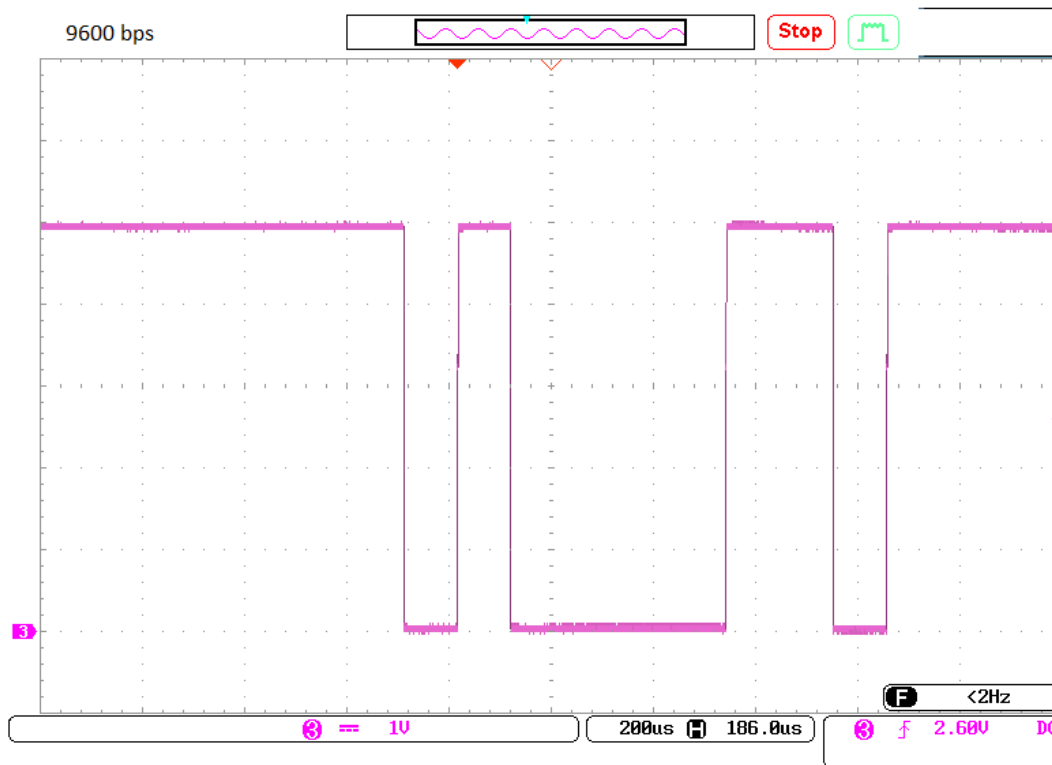


Rys. 13. Charakterystyka prądu zasilania w funkcji napięcia zasilania w trybie wyłączenia ($PWRON = 0$) przy zasilaniu napięciem 5 V (PINB1 – 5V)

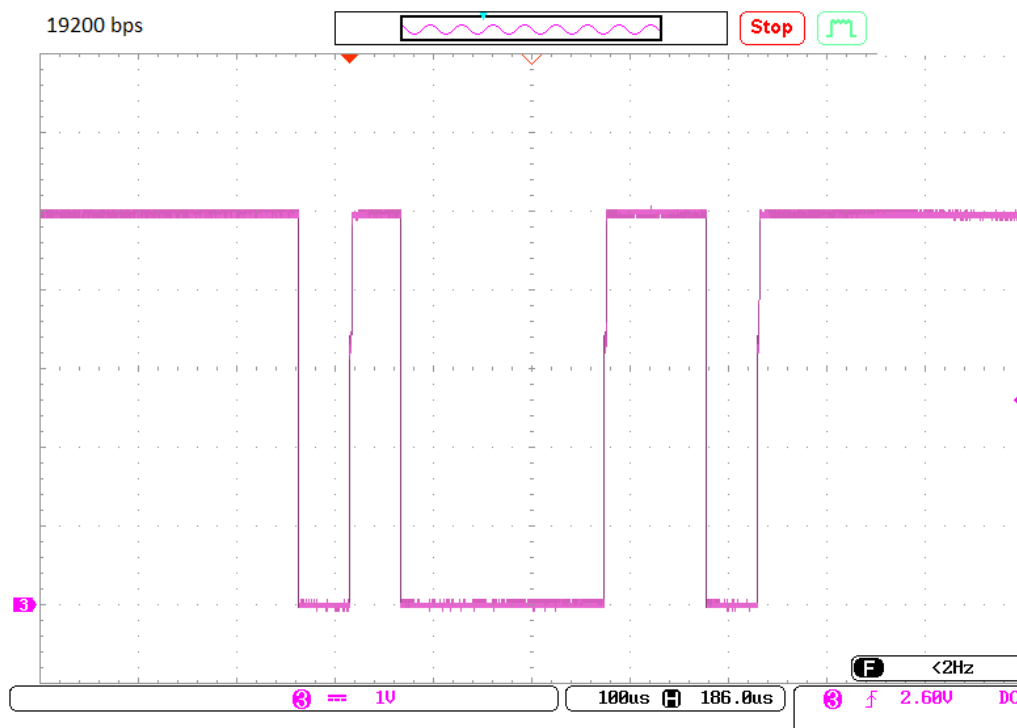


Rys. 14. Charakterystyka prądu zasilania w funkcji napięcia zasilania w trybie wyłączenia ($PWRON = 0$) przy zasilaniu napięciem 3,3 V (PINB2 – 3V3)

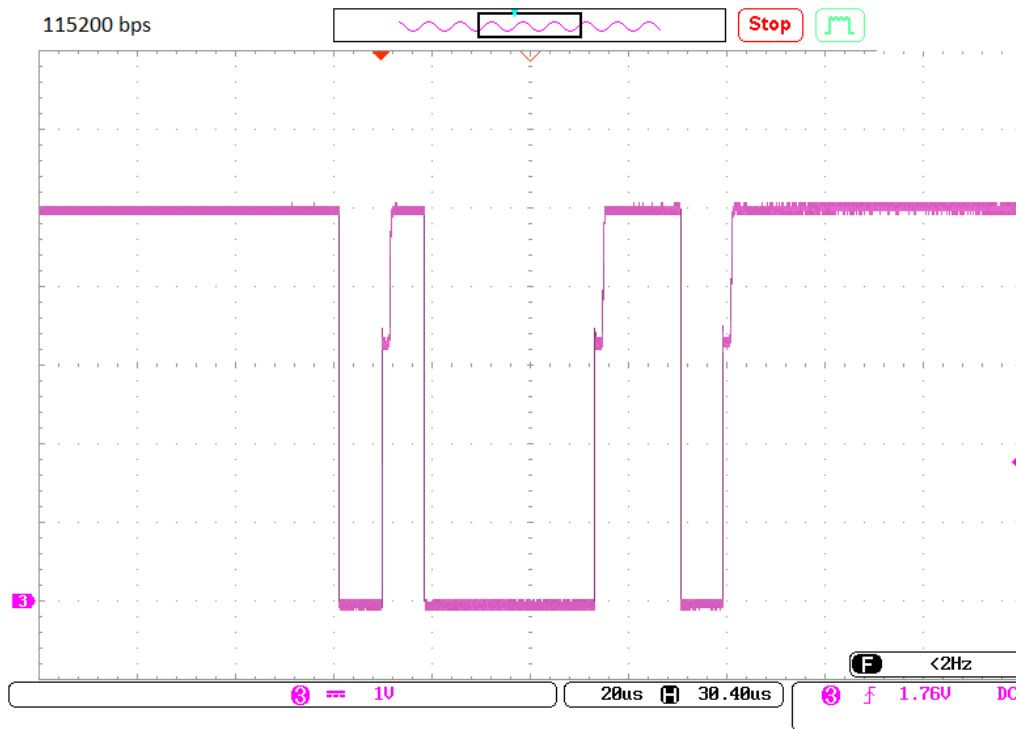
4.2. Charakterystyki interfejsu RS-232:



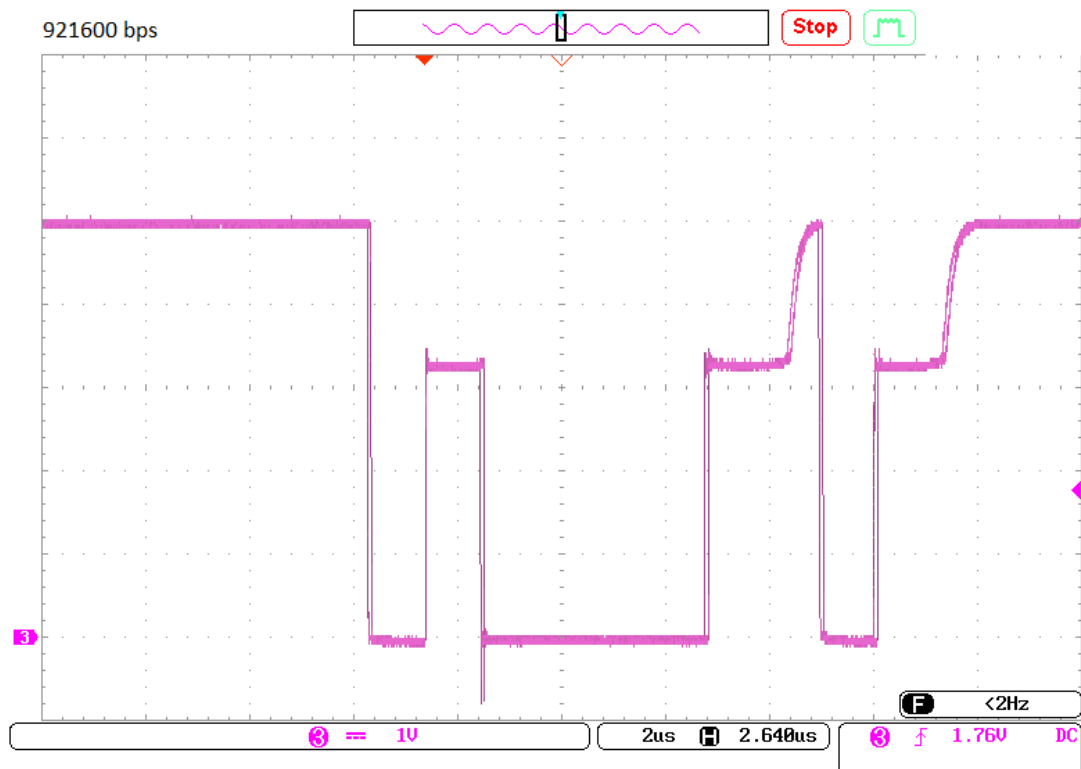
Rys. 15. Oscylogram ramki danych transmitowanej przez urządzenie – prędkość transmisji 9600 bps.



Rys. 16. Oscylogram ramki danych transmitowanej przez urządzenie – prędkość transmisji 19200 bps.



Rys. 17. Oscylogram ramki danych transmitowanej przez urządzenie – prędkość transmisji 115200 bps.



Rys. 18. Oscylogram ramki danych transmitowanej przez urządzenie – prędkość transmisji 921600 bps.

5. Sterowanie pracą urządzenia

5.1. Domyślne parametry, podstawowe informacje niezbędne do prawidłowego zestawienia połączenia

Moduł komunikacyjny Bluetooth KE-BTM-222 umożliwia zestawienie połączenia z dowolnym urządzeniem wspierającym standard Bluetooth 2.0+EDR oraz obsługującym profil wirtualnego portu szeregowego SPP. Aby nawiązać poprawną komunikację, niezbędna jest znajomość domyślnych parametrów, przedstawionych w tabeli 6.

Tabela 6. Domyślnie parametry modułu komunikacyjnego Bluetooth KE-BTM-222:

Parametr	Wartość	Możliwość zmiany	Uwagi
Nazwa	Serial Adaptor	TAK	Domyślna nazwa widoczna w otoczeniu Bluetooth. Istnieje możliwość zmiany za pomocą komendy ATN
Adres MAC	00-0000-00000000 <i>Indywidualny</i>	NIE	Indywidualny adres MAC pozwalający jednoznacznie określić dany egzemplarz urządzenia. Posiada on 12 znaków kodowanych szesnastkowo (0 – F). Adres jest zapisany na stałe i nie istnieje możliwość jego zmiany
Kod PIN	1234	TAK	Domyślny kod PIN niezbędny do prawidłowego parowania z urządzeniem nadrzędnym. Istnieje możliwość zmiany kodu na dowolny ciąg o długości 4 – 8 cyfr z zakresu 0 – 9, za pomocą komendy ATP
Prędkość transmisji	19200 bps	TAK	Domyślna prędkość transmisji interfejsu RS232 modułu. Istnieje możliwość wyboru wielu prędkości transmisji z zakresu 1200 – 921600 bps
Bity danych	8	NIE	Ilość bitów danych w ramce UART. Parametr stały bez możliwości zmiany.
Kontrola parzystości	Brak (n)	TAK	Kontrola parzystości sumy bitów ramki danych, pozwalająca wykryć błąd transmisji. Domyślnie wyłączona, istnieje możliwość włączenia kontroli parzystości w trybie „Odd” oraz „Even”, za pomocą komendy ATM
Bity stopu	1	TAK	Ustawienie ilości bitów końca ramki. Domyślnie ramkę kończy 1 bit, istnieje możliwość wybrania 2 bitów końca za pomocą komendy ATK

Tabela 6 przedstawia domyślne parametry które należy uwzględnić przy parowaniu modułu z innymi urządzeniami, oraz przy ustalaniu parametrów transmisji UART-u układu sterującego modułem.

Urządzenie wyposażone jest w diodę kontrolną LED oznaczoną jako CONN która umożliwia identyfikację stanu jego pracy oraz stanu połączenia. Dioda ta posiada swój zewnętrzny pin, odzwierciedlający negację jej stanu – PINA3 - !CONN. Urządzenie jest również wyposażone w pin umożliwiający odczyt stanu transmisji danych poprzez zestawione połączenie Bluetooth – PINA4 - !DATA.

Interpretację w/w sygnałów kontrolnych pojawiających się na pinach !CONN oraz !DATA przedstawia tabela 7.

Tabela 7. Interpretacja sygnałów kontrolnych urządzenia

Dioda CONN	PINA3 - !CONN	PINA4 - !DATA	Interpretacja
wygaszona	stan wysoki	stan wysoki	moduł wyłączony (PWRON=0), brak zasilania modułu, moduł w trybie MASTER z wyłączonym automatycznym zestawianiem połączenia (ATO1)
miga z okresem 300 lub 600 ms	sygnał prostokątny - okres 300/600 ms	stan wysoki	moduł w stanie gotowości do zestawienia połączenia w trybie SLAVE
miga z okresem 2400 ms	sygnał prostokątny - okres 2400 ms	stan wysoki	moduł w stanie gotowości do zestawienia połączenia w trybie MASTER
miga nieregularnie	sygnał o nieregularnym wypełnieniu	sygnał o nieregularnym wypełnieniu	inicjalizacja modułu, zmiana konfiguracji prowadząca do ponownej inicjalizacji
zapalona	stan niski	stan wysoki	zestawione połączenie – gotowość do nawiązania transmisji
zapalona	stan niski	stan niski	zestawione połączenie – trwa transmisja danych

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

Moduł KE-BTM-222 może komunikować się z urządzeniem nadrzędnym poprzez łącze Bluetooth lub UART w standardzie RS-232-TTL. Podczas gdy połączenie Bluetooth nie jest zestawione, (stan gotowości – dioda niebieska miga) możliwa jest konfiguracja z wykorzystaniem komend AT. Komendy AT mogą być wprowadzane wyłącznie od strony UART-u modułu – nie ma możliwości wprowadzania komend konfiguracyjnych poprzez połączenie Bluetooth.

Komendy AT wysyłane są jako ciąg znaków ASCII, przy czym urządzenie akceptuje zarówno wielkie jak i małe litery, które można stosować zamiennie. Składnia komend jest następująca:

AT<CR> - komenda sprawdzająca aktywność modułu

ATxy<CR> - komenda ustawiająca wartość parametru, gdzie „x” jest literą A-Z, zgodnie z wykazem komend zawartym w p. 5.3, natomiast „y” jest wartością ustawianego parametru

ATx?<CR> - komenda pytająca o wartość parametru gdzie „x” jest literą A-Z, zgodnie z wykazem komend zawartym w p. 5.3. Komenda zwraca ustawiony parametr w formacie opisanym w p. 5.3.

Każdy znak przesłany do urządzenia w trybie komend, jest zwracany w formie echa. Istnieje możliwość wyłączenia echa za pomocą komendy ATE.

Każde prawidłowe lub nieprawidłowe przyjęcie komendy, oraz niektóre akcje, takie jak zestawienie lub rozłączenie połączenia Bluetooth sygnalizowane są odpowiedzią zwrotną. Odpowiedzi zwrotne przedstawia tabela 8. Istnieje możliwość wyłączenia odpowiedzi zwrotnych modułu za pomocą komendy ATQ.

Urządzenie może być konfigurowane za pomocą klawiatury komputera PC, z wykorzystaniem połączenia szeregowego z UART-em urządzenia. Metody dołączenia urządzenia do komputera PC zostały zilustrowane na rysunku 8 oraz rysunku 9. Łatwiejszym sposobem szybkiego i niezawodnego dołączenia urządzenia do komputera jest wykorzystanie zestawu ewaluacyjnego K-SLOT, oznaczonego jako KE-EVB1. Dzięki wbudowanemu konwerterowi

USB można dołączyć dowolne urządzenie w standardzie K-SLOT lub K-SLOT mini, i sterować nim za pomocą terminala na komputerze PC. Więcej informacji można znaleźć na stronie internetowej producenta www.kuszelektronika.pl.

Urządzenie może być również skonfigurowane z wykorzystaniem mikrokontrolera lub innego urządzenia dołączonego do UART-u, jednak w takim wypadku należy zadbać o odpowiednie interwały czasowe pomiędzy każdym wysydanym znakiem. Domyślnie, gdy aktywne jest echo oraz odpowiedzi modułu, czas interwału powinien wynosić 40 ms. W wypadku gdy echo oraz odpowiedzi są wyłączone, czas ten należy skrócić do 20 ms. Czas interwału jest parametrem istotnym, jego niezachowanie może prowadzić do błędnej interpretacji wprowadzanej komendy. Należy również pamiętać o tym, że zaakceptowanie niektórych komend konfiguracyjnych prowadzi do restartu i ponownej inicjalizacji modułu, co wymaga odczekania czasu inicjalizacji przed przystąpieniem do wysłania kolejnej komendy konfiguracyjnej.

Moduł może pracować w jednym z dwóch trybów pracy:

- MASTER - moduł spełnia rolę urządzenia nadrzędnego, i jest inicjatorem który zestawia połączenie.
- SLAVE - domyślny tryb pracy urządzenia, w którym jest ono widoczne w otoczeniu Bluetooth i oczekuje na zestawienie połączenia.

Moduł może komunikować się z urządzeniem dołączonym do jego portu RS-232 w jednym z dwóch trybów komunikacji:

- tryb komend - umożliwia wysyłanie i interpretację komend AT; urządzenie pracuje w tym trybie gdy nie jest zestawione połączenie
- tryb danych - umożliwia przesyłanie danych do urządzenia, z którym zestawiono połączenie

Po zestawieniu połączenia z innym urządzeniem Bluetooth (dioda CONN zapalona światłem ciągłym) urządzenie przechodzi w tryb danych. Komendy konfiguracyjne nie są wtedy przyjmowane, a wszelkie dane przesłane przez UART urządzenia 1 są transmitowane poprzez zestawione łącze Bluetooth, i w identycznej formie odbierane są przez połączone urządzenie 2. Istnieje możliwość powrotu do tryb komend bez przerywania połączenia. Aby tego dokonać należy przesać przez UART ciąg znaków „+++”, przy czym interwał czasowy pomiędzy nadawanymi znakami powinien wynosić 1000 ms. Poprawne przejście do trybu komend sygnalizowane jest odpowiedzią **OK<CR><LF>**. Istnieje również możliwość powrotnego przejścia do trybu danych, za pomocą komendy ATO.

Tabela 8. Odpowiedzi zwrotne modułu KE-BTM-222

Zdarzenie	Treść odpowiedzi
Poprawne odebranie i zinterpretowanie komendy konfiguracyjnej	OK<CR><LF>
Niepoprawne zinterpretowanie komendy konfiguracyjnej, wysłana niewłaściwa komenda	ERROR<CR><LF>
Zestawienie połączenia; 0000-00-000000 oznacza adres MAC urządzenia, z którym zestawiono połączenie	CONNECT '0000-00-000000'<CR><LF>
Rozłączenie połączenia; 0000-00-000000 oznacza adres MAC urządzenia, od którego się odłączono	DISCONNECT '0000-00-000000'<CR><LF>

5.3. Opis komend AT:

UWAGA! Wszelkie komendy konfiguracyjne odbierane i interpretowane są tylko podczas pracy w trybie komend!

- **AT** – test transmisji oraz poprawnego działania modułu

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

- **ATA** – ustanawia połączenie z wybranym urządzeniem Bluetooth

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATA	Brak	OK<CR><LF>	Ustanawia połączenie z domyślnym urządzeniem, którego adres MAC został wprowadzony za pośrednictwem komendy ATD, lub z dowolnym dostępnym urządzeniem, jeżeli nie ustanowiono stałego adresu za pomocą komendy ATD
ATAx	{1 ... 8}	OK<CR><LF>	Ustanawia połączenie z urządzeniem z otoczenia Bluetooth, któremu nadane zostały numery 1 – 8 za pośrednictwem skanowania otoczenia, wykonanego komendą ATF?

- **ATB** – zwraca indywidualny adres MAC urządzenia

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATB?	Brak	0000-00-000000<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca adres MAC urządzenia w postaci 0000-00-000000

- **ATD** – pozwala na ustalenie adresu MAC urządzenia, z którym ma zostać zestawione połączenie. W trybie MASTER umożliwia automatyczne wyszukanie i połączenie z urządzeniem o ustalonym adresie MAC. W trybie SLAVE zezwala na połączenie przychodzące wyłącznie od urządzenia o określonym adresie

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATD=xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	OK<CR><LF>	Zapisanie 12-cyfrowego adresu MAC do pamięci urządzenia. Od momentu ustawienia adresu moduł zestawia połączenie z urządzeniem o określonym adresie (tryb MASTER) lub zezwoli wyłącznie na zestawienie połączenia od urządzenia o określonym adresie (tryb SLAVE).
ATD0	0	OK<CR><LF>	Usuwa zapisany 12-cyfrowy adres MAC z pamięci, co pozwala na zestawienie połączenia z dowolnym modułem (tryb SLAVE), lub automatyczne połączenie z pierwszym wyszukanym urządzeniem (tryb MASTER)
ATD?	brak	0000-00-000000<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca zapisany w pamięci ustalony adres MAC. Jeżeli adres został wyczyszczony za pomocą komendy ATD0, zwraca wartość 0000-00-000000

- **ATE** – ustawianie echa transmisji szeregowej

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATE0	0	OK<CR><LF>	Wyłączenie echa transmisji RS-232
ATE1	1	OK<CR><LF>	Włączenie echa transmisji RS-232 – ustawienie domyślne
ATE?	brak	x<CR><LF> OK<CR><LF>	x = 0 – echo wyłączone x = 1 – echo włączone

- **ATF** – wyszukiwanie dostępnych urządzeń w otoczeniu Bluetooth. Komenda zwraca informację o urządzeniach dostępnych w otoczeniu – ich nazwach, adresach MAC oraz udostępnianych usługach. Aby komenda mogła zadziałać, urządzenie musi znajdować się w trybie MASTER (komenda ATR) oraz automatyczne zestawianie połączenia (komenda ATO) musi być wyłączone. Pełne wyszukiwanie trwa 60 sekund, i może być zakończone wcześniej przez ponowne wysłanie komendy ATF?

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATF?	brak	OK<CR><LF> <CR><LF> Inquiry Results: <CR><LF> 1 Nazwa1 0000-00-000000 N.A. <CR><LF> 2 Nazwa2 0000-00-000000 N.A. <CR><LF> ... 8 Nazwa8 0000-00-000000 SPP<CR><LF> <CR><LF> Inquiry End. 8 Device(s) Found. <CR><LF>	Komenda zwraca listę urządzeń dostępnych w otoczeniu Bluetooth, z nadanym numerem, nazwą, adresem MAC oraz dostępnymi usługami (w wypadku wyszukania modułu obsługującego wirtualny port szeregowy przez łącze Bluetooth, po adresie MAC pojawia się „SPP”. W wypadku gdy SPP nie jest obsługiwany, po adresie MAC pojawia się „N.A.”)

- **ATH** – rozłączenie zestawionego połączenia, ustawienie widoczności modułu w otoczeniu Bluetooth

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATH	brak	OK<CR><LF>	Rozłącza bieżące połączenie. Aby komenda zadziałała poprawnie, urządzenie musi znajdować się w trybie komend.
ATH0	0	OK<CR><LF>	Urządzenie niewidoczne w otoczeniu Bluetooth. Jeżeli wcześniej urządzenie zostało sparowane z innym urządzeniem nadrzędnym, możliwe jest ponowne nawiązanie połączenia. Urządzenie nie jest widoczne dla żadnych innych urządzeń pracujących w trybie MASTER
ATH1	1	OK<CR><LF>	Urządzenie widoczne w otoczeniu Bluetooth dla wszystkich urządzeń – ustawienie domyślne
ATH?	brak	x<CR><LF> OK<CR><LF>	x = 0 – urządzenie niewidoczne w otoczeniu Bluetooth x = 1 – urządzenie widoczne w otoczeniu Bluetooth

- **ATI** – komenda informacyjna, zwraca żądane informacje na temat zintegrowanego w urządzeniu modułu Bluetooth BTM-222

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATIO	0	<CR><LF> F/W VERSION: v0.00<CR><LF>	Zwraca informację na temat firmware'u wbudowanego modułu BTM-222
ATI1	1	Zależna od wersji firmware'u	Zwraca wszystkie ustawione wartości wraz z opisami. Składnia może różnić się w zależności od wersji firmware'u modułu BTM-222
ATI2	2	<CR><LF> RRSI is STRONG,x(dB) <CR><LF>	Zwraca jakość sygnału nawiązanego połączenia. Zwracany parametr „x” określa wartość w dB. Może przyjmować wartości ujemne.

- **ATK** – ustawianie bitów stopu transmisji szeregowej

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATK0	0	OK<CR><LF>	Jeden bit stopu – ustawienie domyślne
ATK1	1	OK<CR><LF>	Dwa bity stopu
ATK?	brak	x<CR><LF> OK<CR><LF>	x = 0 – jeden bit stopu x = 1 – dwa bity stopu

- **ATL** – ustawianie prędkości transmisji szeregowej

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATLx	{#,*,0,1,2,...,8}	OK<CR><LF>	Wybór prędkości transmisji, według poniższego zestawienia: # - 1200 bps * - 2400 bps 0 - 4800 bps 1 - 9600 bps 2 - 19200 bps - ustawienie domyślne 3 - 38400 bps 4 - 57600 bps 5 - 115200 bps 6 - 230400 bps 7 - 460800 bps 8 - 921600 bps
ATL?	brak	x<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca aktualnie ustawioną prędkość transmisji jako „x”

- **ATM** – ustawianie bitów kontroli parzystości transmisji szeregowej

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATM0	0	OK<CR><LF>	Kontrola parzystości wyłączona (n) - ustawienie domyślne
ATM1	1	OK<CR><LF>	Kontrola parzystości w trybie „Odd”
ATM2	2	OK<CR><LF>	Kontrola parzystości w trybie „Even”
ATM?	brak	x<CR><LF> OK<CR><LF>	x = 0 - wyłączona x = 1 - włączona w trybie „Odd” x = 2 - włączona w trybie „Even”

- **ATN** – zmiana domyślnej nazwy modułu w otoczeniu Bluetooth. Umożliwia wybranie nazwy składającej się z nie więcej niż 16 znaków, zawierających cyfry „0 - 9”, znaki „a - z”, znaki „A - Z”. Nazwa może zawierać również spacje oraz znak ‘-’, pod warunkiem, że znaki te nie są pierwszym ani ostatnim znakiem nazwy. Domyślna nazwa urządzenia to „Serial Adaptor”

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATN=xxxxxxxxxxxxxx	brak	OK<CR><LF>	Ustawia nazwę modułu wprowadzoną jako ciąg „xxxxxxxxxxxxxx”. Maksymalna długość nazwy - 16 znaków
ATN?		xxxxxxxxxxxxxx<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca aktualną nazwę jako „xxxxxxxxxxxxxx”

- **ATO** – włączenie/wyłączenie automatycznego zestawiania połączenia; umożliwia przełączenie z trybu komend do trybu danych.

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATO	brak	OK<CR><LF>	Przełączenie z trybu komend do trybu danych, podczas gdy połączenie jest nawiązane
ATO0	0	OK<CR><LF>	Automatyczne łączenie z urządzeniem którego adres został zdefiniowany za pomocą komendy ATD, lub z dowolnym dostępnym urządzeniem, jeżeli adres nie został zdefiniowany przy użyciu komendy ATD. Komenda działa tylko gdy urządzenie znajduje się w trybie MASTER. Wysłanie komendy stwarza konieczność ponownego uruchomienia i inicjalizacji modułu Bluetooth - ustawienie domyślne
ATO1	1	OK<CR><LF>	Wyłącza automatyczne łączenie z urządzeniem. W takim wypadku, aby zestawić połączenie należy użyć komendy ATA. Komenda działa tylko gdy urządzenie znajduje się w trybie MASTER. Stwarza konieczność ponownego uruchomienia i inicjalizacji modułu Bluetooth.
ATO?	brak	x<CR><LF> OK<CR><LF>	x = 0 – automatyczne łączenie aktywne x = 1 – automatyczne łączenie nieaktywne

- **ATP** –zmiana domyślnego kodu PIN niezbędnego do autoryzacji połączenia; wyłączenie autoryzacji połączenia

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATP=xxxxxxx	brak	OK<CR><LF>	Ustawia nowy kod PIN. Kod może mieć długość od 4 do 8 znaków, będących cyframi „0 - 9”. Domyślny kod PIN to „1234”
ATP0	0	OK<CR><LF>	Wyłącza autoryzację połączenia za pomocą kodu PIN
ATP?	brak	“xxxx”<CR><LF> OK<CR><LF>	Zwraca aktualny kod PIN jako „xxxx”

- **ATQ** – ustawianie wysyłania odpowiedzi zwrotnych transmisji szeregowej

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATQ0	0	OK<CR><LF>	Urządzenie wysyła odpowiedzi zwrotne - ustawienie domyślne
ATQ1	1	OK<CR><LF>	Urządzenie nie wysyła odpowiedzi zwrotnych
ATQ?	brak	x<CR><LF> OK<CR><LF>	x = 0 – urządzenie wysyła odpowiedzi x = 1 – urządzenie nie wysyła odpowiedzi

- **ATR** – ustawienie trybu pracy urządzenia

SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATRO	0	OK<CR><LF>	Urządzenie pracuje w trybie MASTER. Po zmianie trybu pracy konieczne jest ponowne uruchomienie i inicjalizacja urządzenia.
ATR1	1	OK<CR><LF>	Urządzenie pracuje w trybie SLAVE. Po zmianie trybu pracy konieczne jest ponowne uruchomienie i inicjalizacja urządzenia - ustawienie domyślne
ATR?	brak	x<CR><LF> OK<CR><LF>	x = 0 – tryb MASTER x = 1 – tryb SLAVE

- **ATZ** – przywrócenie ustawień fabrycznych

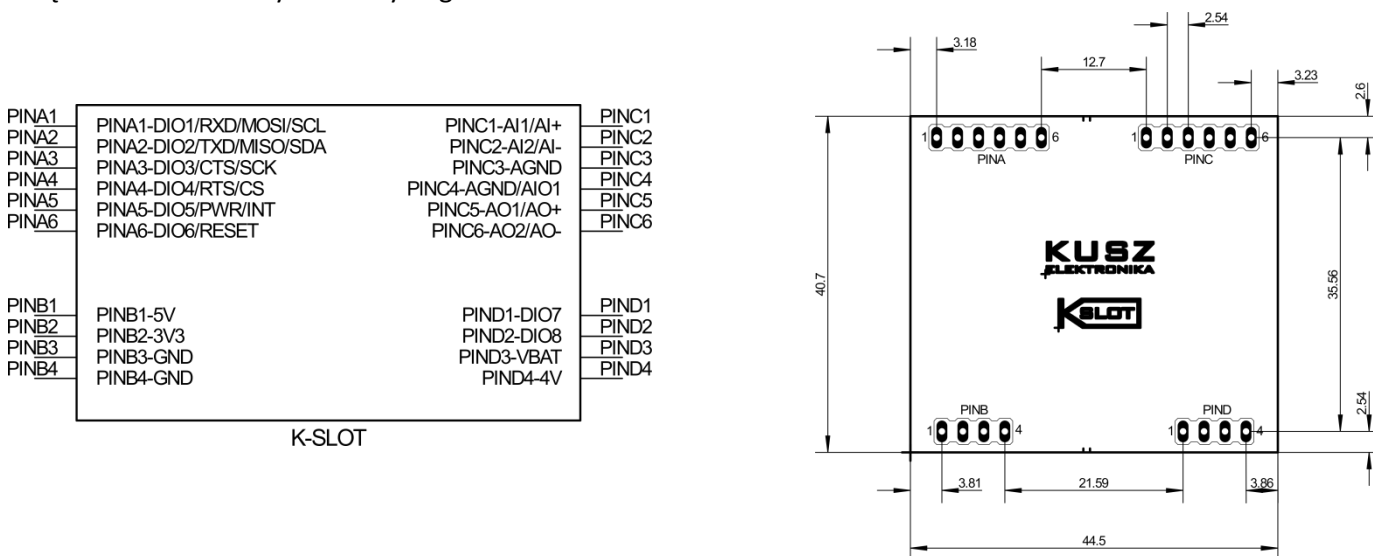
SKŁADNIA	PARAMETRY	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
ATZ0	0	OK<CR><LF>	Przywraca ustawienia konfiguracyjne do ustawień fabrycznych. Komenda nie zmienia ustawionej nazwy oraz ustawionego kodu PIN.

NOTATKI

6. Pozostałe informacje

6.1. Informacje na temat złącza K-SLOT:

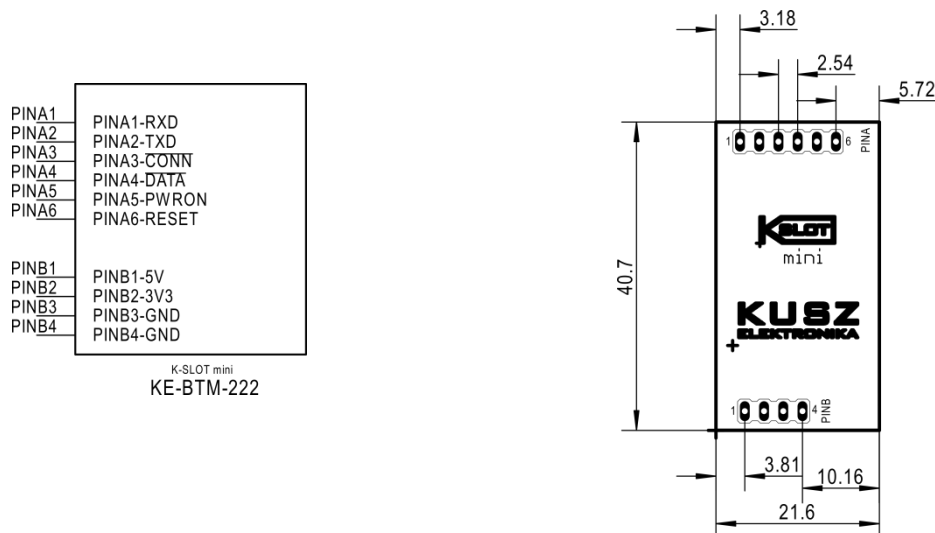
Złącze K-SLOT jest uniwersalnym złączem pozwalającym na rozszerzenie możliwości urządzeń elektronicznych produkowanych przez KUSZ Elektronika. Złącze to pozwala na instalowanie modułów rozszerzeń, m. in. modułów komunikacji radiowej, modułów pamięci, modułów GPS, GSM i innych, pozwalając na dostosowanie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



Rys. 19. 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.

Złącze K-SLOT mini jest zminimalizowaną wersją złącza K-SLOT przeznaczoną do dołączenia modułów nie posiadających wyjść analogowych. Urządzenia K+SLOT mini charakteryzują się mniejszymi gabarytami, dzięki czemu łatwiej wygospodarować na nie miejsce na PCB projektowanego urządzenia. Urządzenia K-SLOT mini posiadają wyłącznie piny A oraz B. Dowolne urządzenie w standardzie K-SLOT mini może być dołączone do pełnego złącza K-SLOT.



Rys. 19. Przedstawienie schematyczne oraz odwzorowanie wymiarów i gabarytów złącza K-SLOT mini

Tabela 12 przedstawia opis poszczególnych wyprowadzeń oraz wytyczne projektowe, pozwalające na zaimplementowanie uniwersalnego złącza K-SLOT w konstruowanym urządzeniu.

Tabela 12. Opis, przeznaczenie oraz wytyczne projektowe dla złącza K-SLOT

PIN	PRZEZNACZENIE	OPIS, WYTYCZNE
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:

Moduł komunikacyjny Bluetooth KE-BTM-222, będący komponentem elektronicznym, spełnia poniższe dyrektywy Wspólnoty Europejskiej:

1. 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
2. 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. Wszelkie certyfikaty można znaleźć na stronie producenta www.kuszelektronika.pl

6.3. Informacje o producencie, prawa autorskie:

Producent:

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

www.kuszelektronika.pl

biuro@kuszelektronika.pl

Niniejsza dokumentacja techniczna objęta jest prawami autorskimi.

KUSZ Elektronika zezwala na nieograniczone kopiowanie oraz upublicznianie niniejszej dokumentacji, pod warunkiem zachowania jej oryginalnej formy. Zamieszczanie dokumentacji z nieautoryzowanymi zmianami, oraz zamieszczanie jej fragmentów bez uprzedniej zgody KUSZ Elektronika jest niedozwolone.