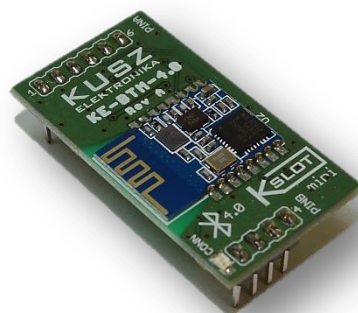


KE-BTM-4.0A

Moduł komunikacyjny Bluetooth 4.0



Uniwersalny moduł komunikacyjny Bluetooth 4.0 umożliwia komunikację urządzeń elektronicznych z komputerem PC, smartphone'm lub innym urządzeniem wyposażonym w Bluetooth. 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 Bluetooth HM-13 wspiera standard 4.0+BLE oraz 2.1+EDR. Dwa kanały bezpośredniego sterowania umożliwiają realizację zdalnego sterowania bez konieczności angażowania zewnętrznego mikrokontrolera.

Podstawowa funkcjonalność:

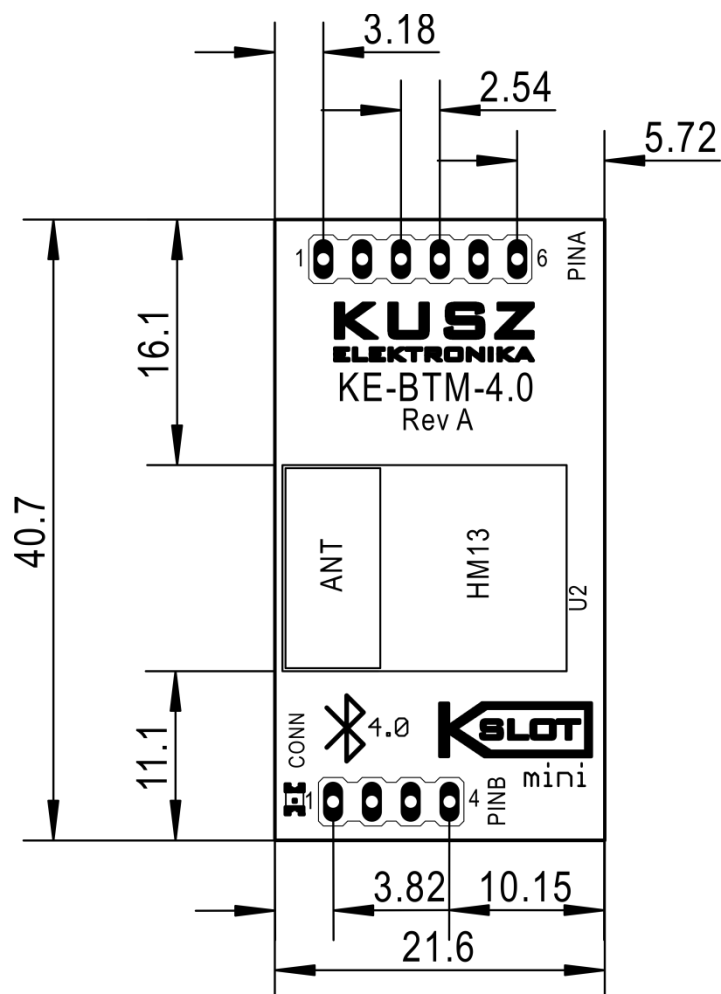
- Zgodność ze standardem 4.0+BLE oraz 2.0+EDR (dwa standardy pracy z możliwością pracy jednocześnie)
- Obsługa serwisów UUID FFE0, FFE1, Peripheral BLE (4.0+BLE)
- Obsługa protokołu SPP Slave (2.0+EDR)
- Uwierzytelnianie i szyfrowanie danych
- Tryb mostka pomiędzy dwoma urządzeniami pracującymi w różnych standardach
- Dwa kanały bezpośredniego sterowania (ustawianie stanu za pomocą komend przesyłanych przez Bluetooth)
- Moc nadawcza w zakresie od -23 dBm do 6 dBm
- Zasięg do 30 m* dla trybu EDR oraz do 60 m* dla trybu BLE
- Wbudowana antena
- 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
- Maksymalna prędkość transmisji RS-232 wynosząca 230400 bps, wewnętrzny bufor 512 B
- Konfiguracja poprzez UART lub Bluetooth za pośrednictwem komend AT
- Wbudowana dioda LED informująca o statusie połączenia (możliwość konfiguracji trybu pracy diody)
- Możliwość wyłączenia i resetowania sygnałem zewnętrznym
- Niski pobór energii
- Niewielkie wymiary (22 x 41 x 15 mm), dopasowane do złącza K-SLOT oraz K-SLOT mini
- Spełnia wymogi RoHS

* Zasięg zależy od otoczenia oraz przeszkód terenowych.

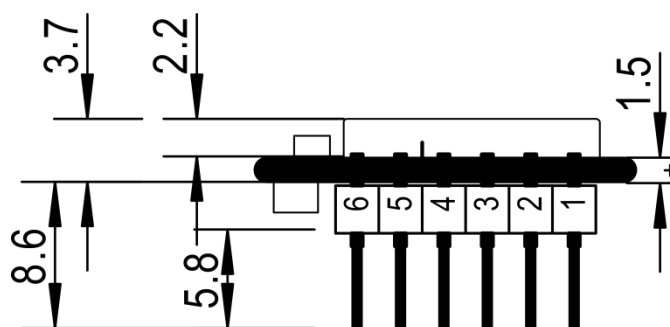
1. Wyprowadzenia, wymiary zewnętrzne	3
1.1. Wymiary zewnętrzne urządzenia	3
1.2. Rozkład wyprowadzeń	4
1.3. Opis wyprowadzeń i ich funkcjonalności	4
2. Parametry urządzenia	6
2.1. Schemat blokowy urządzenia	6
2.2. Maksymalne dopuszczalne warunki pracy	7
2.3. Zalecane warunki pracy	7
2.4. Parametry elektryczne	8
3. Charakterystyki	9
3.1. Charakterystyki zasilania	9
3.2. Charakterystyki interfejsu RS-232	10
4. Aplikacje urządzenia	11
4.1. Typowe zastosowania	11
4.2. Podstawowa aplikacja urządzenia	12
4.3. Połączenie z mikrokontrolerem z wykorzystaniem zasilania napięciem 3,3 V	12
4.4. Połączenie z mikrokontrolerem z wykorzystaniem zasilania napięciem 5 V	13
4.5. Sterowanie z komputera PC z wykorzystaniem terminala i połączenia poprzez złącze USB	14
4.6. Bezpośrednie sterowanie przekaźnikami	15
4.7. Bezpośrednie sterowanie wejściami sterownika PLC	16
5. Sterowanie pracą urządzenia	18
5.1. Domyślne parametry, podstawowe informacje niezbędne do prawidłowego zestawienia połączenia	18
5.2. Ogólne zasady sterowania – interfejs RS-232, komendy AT	19
5.3. Opis komend AT	20
6. Pozostałe informacje	26
6.1. Informacje na temat złącza K-SLOT	26
6.2. Zgodność z dyrektywami Wspólnoty Europejskiej	28
6.3. Informacje o producencie	28

1. Wyprowadzenia, wymiary zewnętrzne

1.1. Wymiary zewnętrzne urządzenia

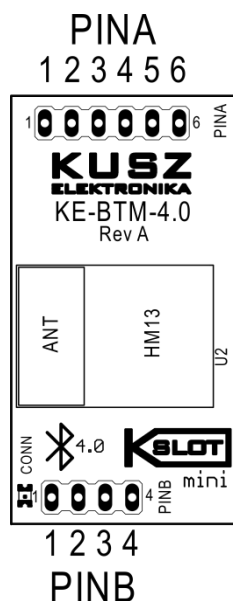


Rys. 1. Wymiary PCB urządzenia. Wszystkie wymiary podane w mm.
Tolerancja wymiarów $\pm 0,2\text{mm}$



Rys. 2. Wymiary wysokości urządzenia. Na rysunku zaznaczono najwyższe punkty na płytce drukowanej. Wszystkie wymiary podane w mm. Tolerancja wymiarów $\pm 0,5\text{mm}$

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	!A	Wyjście O.C.	Kanał A sterowania bezpośredniego (aktywny stan niski)
A4	!B	Wyjście O.C.	Kanał B sterowania bezpośredniego (aktywny stan niski)
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

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 podciąganie do napięcia pracy interfejsu RS232. Zalecana wartość rezystora podciągającego: 4,7 kΩ. Parametry napięciowe jak w wypadku wyprowadzenia RXD.
- PINA.3 - !A:** Kanał A sterowania bezpośredniego. Wyjście typu otwarty kolektor, możliwość ustawienia stanu na wyjściu za pośrednictwem komendy AT+PIO2. Stan na wyjściu kanału jest negacją wartości wprowadzonej

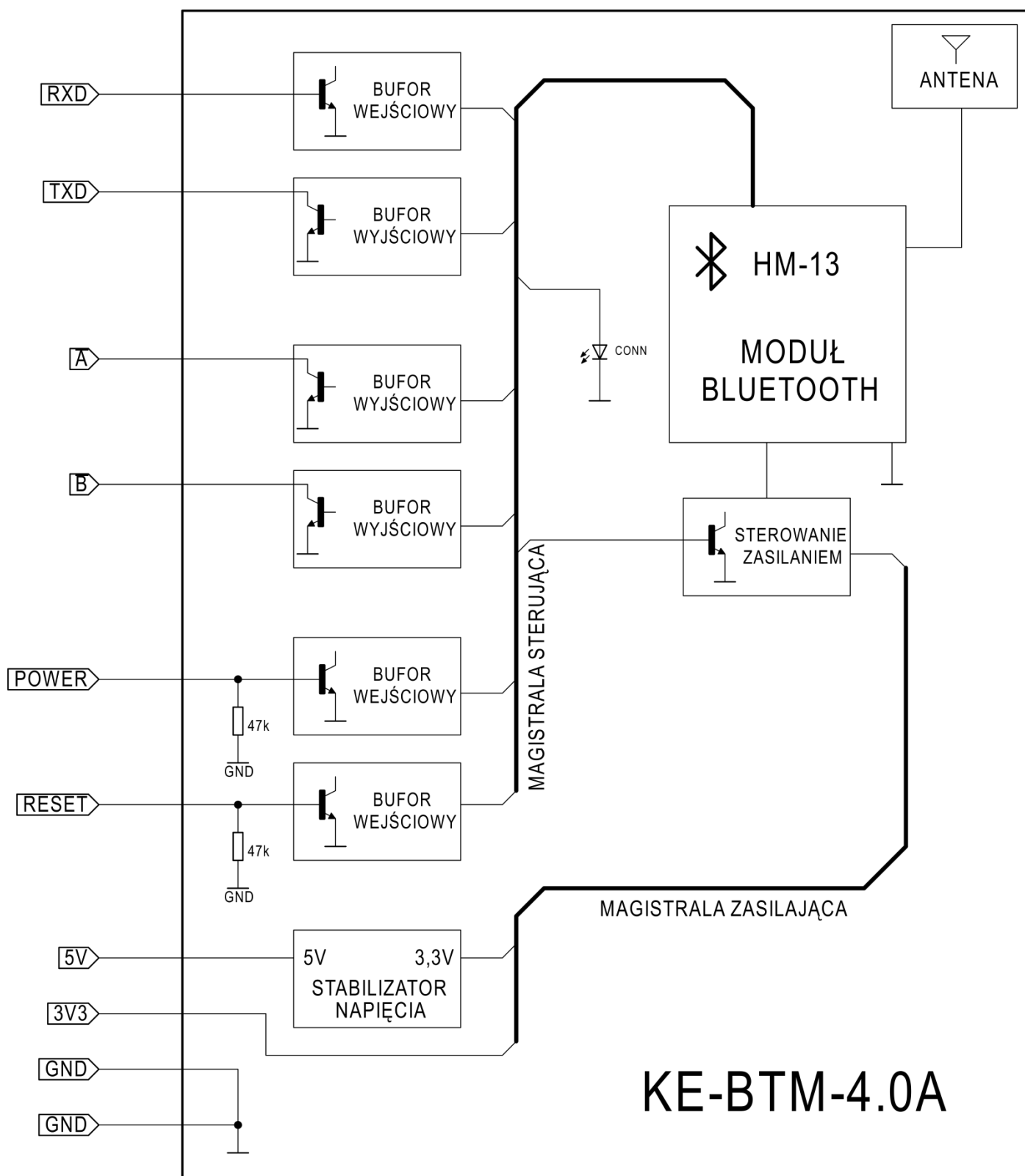
za pomocą tej komendy. Wyjście umożliwia zdalne sterowanie bez konieczności stosowania mikrokontrolera, a także bezpośrednie sterowanie przekaźnikami. Schematy aplikacyjne sterowania bezpośredniego przedstawiono na rysunkach 13 – 15. Po włączeniu zasilania lub zresetowaniu modułu wyjście to znajduje się w stanie wysokim.

- **PINA.4 - !B:** Kanał B sterowania bezpośredniego. Wyjście typu otwarty kolektor, możliwość ustawienia stanu na wyjściu za pośrednictwem komendy AT+PIO3. Stan na wyjściu kanału jest negacją wartości wprowadzonej za pomocą tej komendy. Wyjście umożliwia zdalne sterowanie bez konieczności stosowania mikrokontrolera, a także bezpośrednie sterowanie przekaźnikami. Schematy aplikacyjne sterowania bezpośredniego przedstawiono na rysunkach 13 – 15. Po włączeniu zasilania lub zresetowaniu modułu wyjście to znajduje się w stanie wysokim.
- **PINA.5 – PWRON:** Wejście sterowania zasilaniem modułu Bluetooth. Podczas normalnej pracy powinno znajdować się w stanie wysokim. Podanie stanu niskiego na to wejście, lub jego odłączenie skutkuje wyłączeniem modułu Bluetooth i przejściem urządzenia w tryb oszczędzania energii. Wejście posiada wewnętrzny rezystor pull-down ściąający 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, ściąający 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.

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 3,6	V
Maksymalny pobór prądu z wyjść cyfrowych	I _{IO}	100	mA
Maksymalny prąd kanałów bezpośredniego sterowania	I _{AB}	180	mA
Maksymalny pobór prądu z wyjścia 3V3	I _{OUT3V3}	100	mA
Maksymalne napięcie wejść/wyjść cyfrowych	U _{IO}	-0,3 do 20	V
Maksymalne napięcie kanałów bezpośredniego sterowania	U _{AB}	-0,3 do 40	V
Maksymalna temperatura pracy	T	-10 do 70	°C
Maksymalna temperatura przechowywania	T _{STG}	-25 do 75	°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}	2,7	3,3	3,4	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	I _{IO}		1	50	mA
Prąd kanałów bezpośredniego sterowania PINA.3, PINA.4	I _{AB}		50	100	mA
Napięcie pracy kanałów bezpośredniego sterowania PINA.3, PINA.4	U _{AB}			30	V
Pobór prądu z wyjścia 3V3 (przy zasilaniu napięciem 5V)	I _{OUT3V3}			50	mA
Temperatura pracy	T	-5		65	°C
Temperatura przechowywania	T _{STG}	-15		70	°C
Wilgotność przechowywania	RH _{STG}			65	%

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

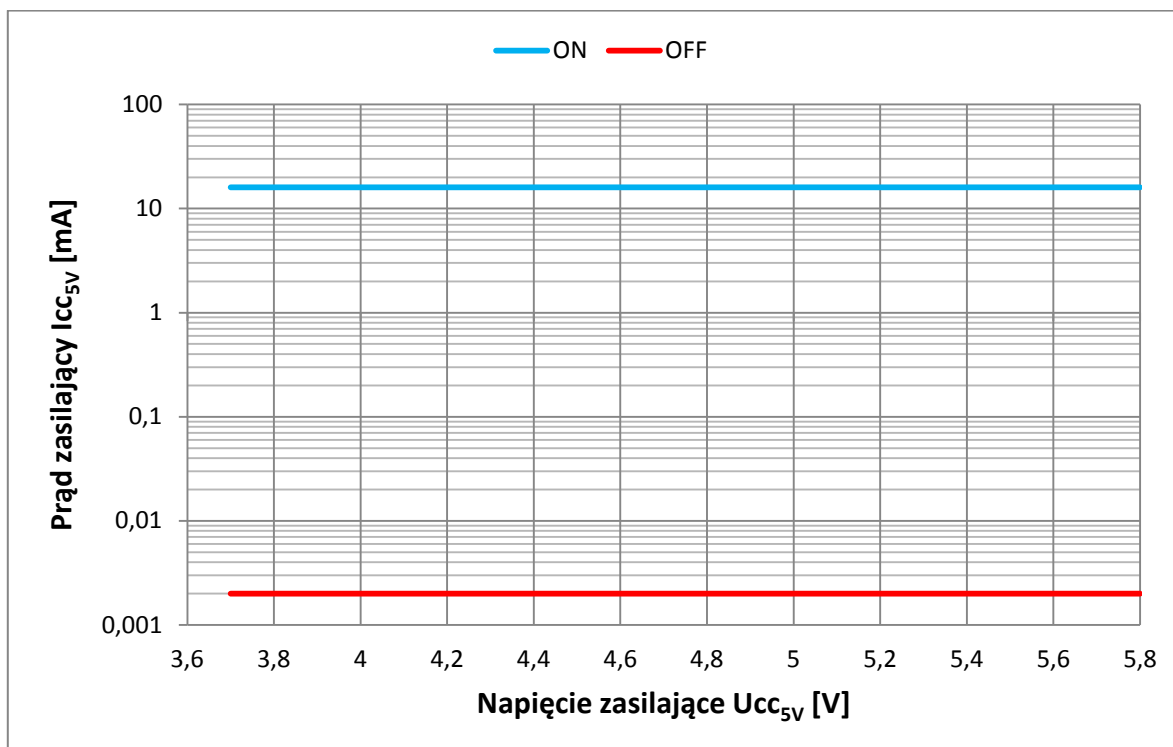
Tabela 4. Parametry elektryczne urządzenia

PARAMETR	OZNACZENIE PARAMETRU	MIN.	TYP.	MAKS.	JEDN.
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 5 V (załączony)	I_{CC5}		17	50	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}		16	48	mA
Całkowity pobór prądu przy zasilaniu 3,3 V (wyłączony)	I_{CC3V3}		30		μ A
Moc rozpraszana	P			200	mW
Rezystancja wejściowa – wejścia cyfrowe	R_{DI}	43	47	53	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	115,2	230,4	kbps
Efektywny zasięg – tryb 2.0+EDR				30	m
Efektywny zasięg – tryb 4.0+BLE				60	m

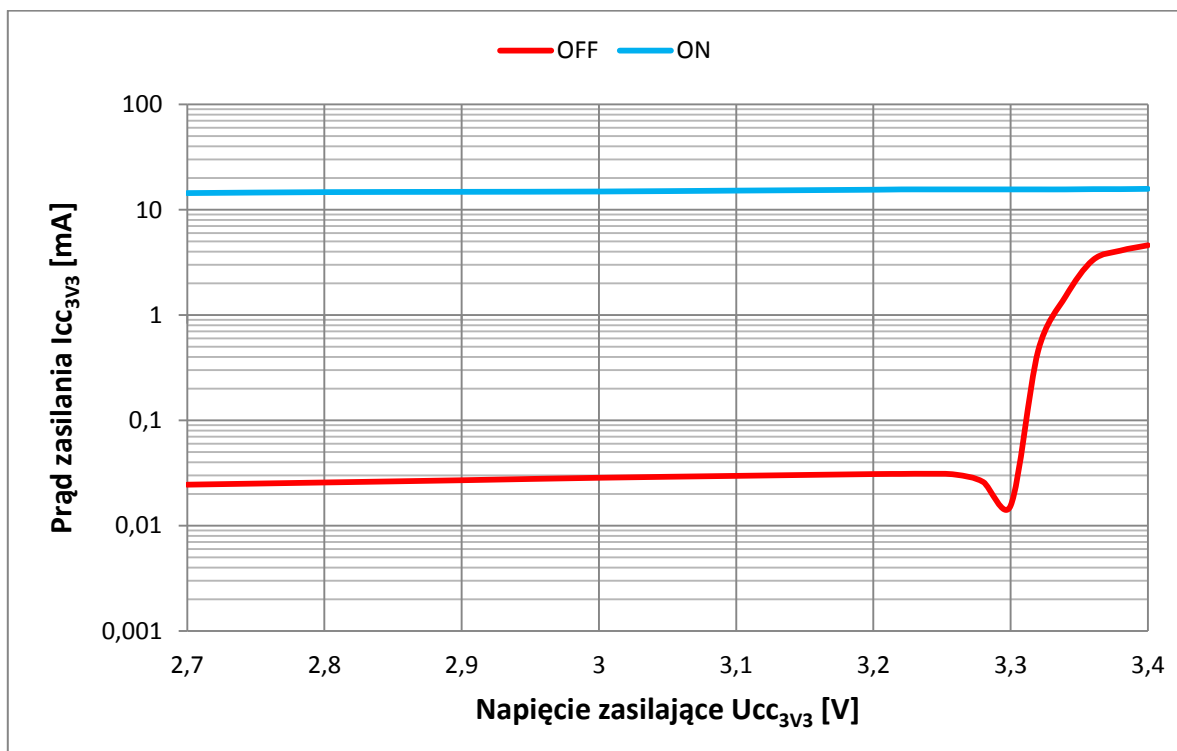
NOTATKI

3. Charakterystyki

3.1. Charakterystyki zasilania:

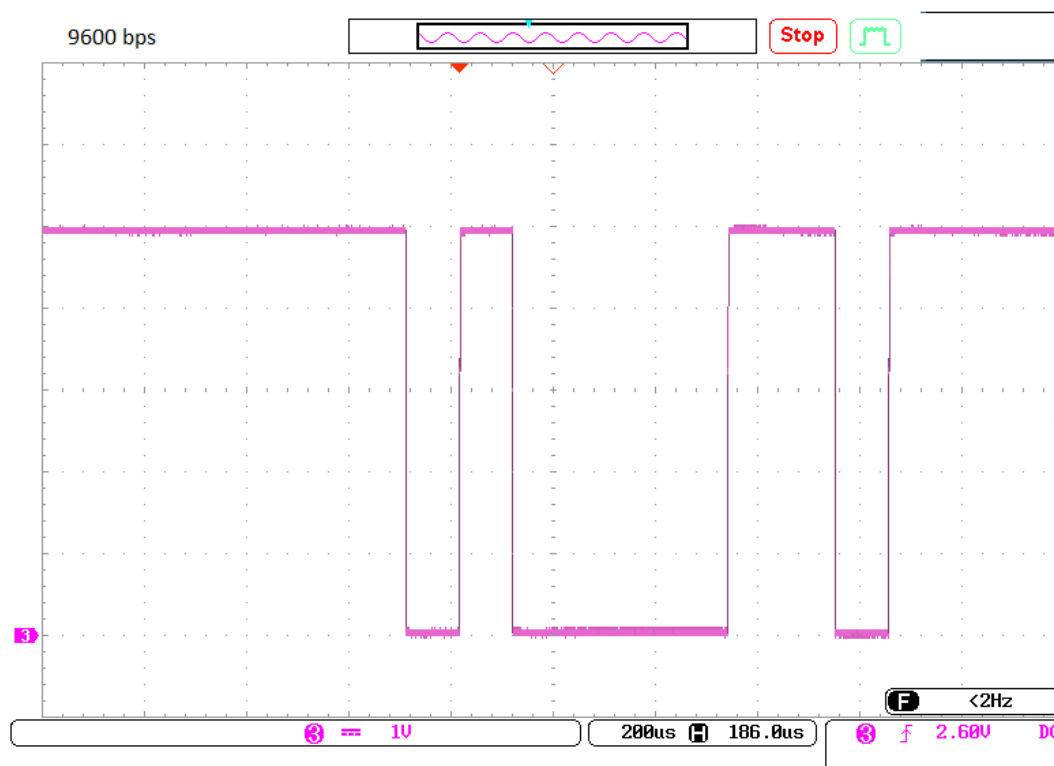


Rys. 5. Charakterystyka prądu zasilania w funkcji napięcia zasilania, z wyodrębnieniem stanu wyłączenia (OFF) oraz stanu włączenia (ON) przy zasilaniu napięciem 5 V (PINB1 – 5V)

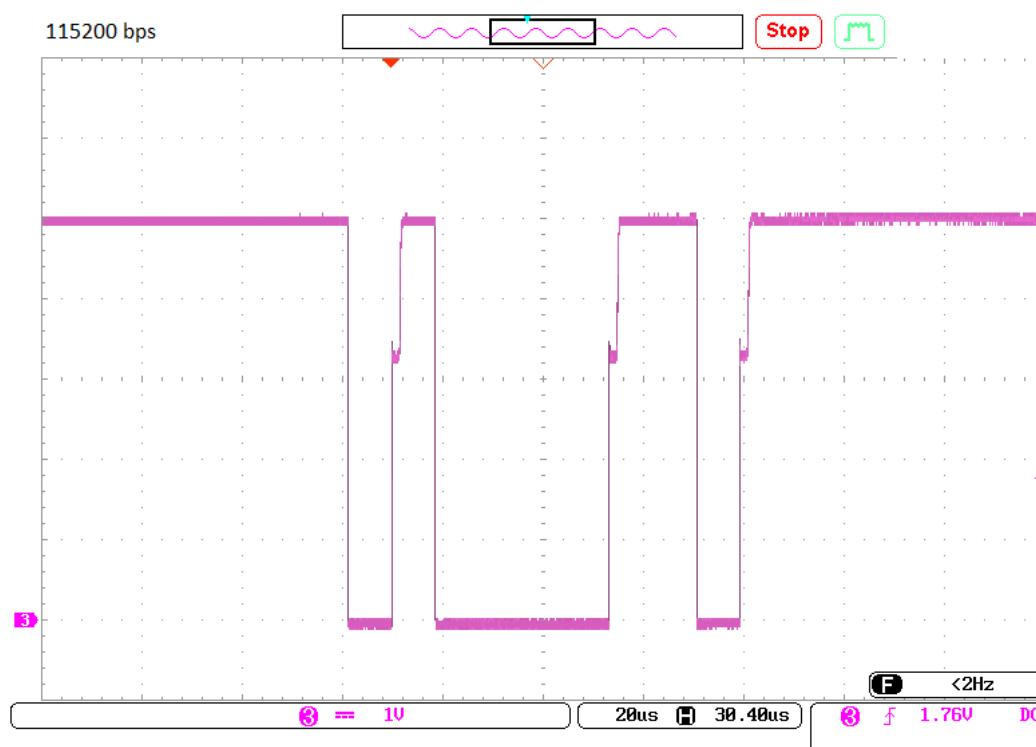


Rys. 6. Charakterystyka prądu zasilania w funkcji napięcia zasilania, z wyodrębnieniem stanu wyłączenia (OFF) oraz stanu włączenia (ON) przy zasilaniu napięciem 3,3 V (PINB2 – 3V3)

3.2. Charakterystyki interfejsu RS-232:



Rys. 7. Oscylogram ramki danych transmitowanej przez urządzenie – prędkość transmisji 9600 bps.



Rys. 8. Oscylogram ramki danych transmitowanej przez urządzenie – prędkość transmisji 115200 bps.

4. Aplikacje urządzenia

4.1. Typowe zastosowania

Moduł komunikacyjny KE-BTM-4.0A 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 standardzie 2.0+EDR (dostępny tylko tryb SLAVE - SPP) oraz w standardzie 4.0+BLE.

Urządzenie znakomicie sprawuje się w systemach zdalnego sterowania poprzez Bluetooth. Dwa kanały bezpośredniego sterowania (wyprowadzenia PINA.3 oraz PINA.4), będące wyjściami typu otwarty kolektor umożliwiają bezpośrednie podawanie sygnału na wejścia sterowników PLC, diody LED, czy też cewki przekładników. Umożliwia to realizację zdalnego sterowania bez konieczności wykorzystania mikrokontrolera interpretującego komendy AT. Sterowanie wyjściami odbywa się poprzez wysłanie komend *AT+PIO* (rozdział 5). Wyjście umożliwia sterowanie urządzeniami zasilanymi napięciem do 30V, pobierających prąd nie większy niż 100 mA.

Moduł umożliwia uzyskanie zasięgu do 30 m z wykorzystaniem wbudowanej anteny, przy pracy w standardzie 2.0+EDR oraz do 60 m przy pracy w standardzie 4.0+BLE. Zasięg w dużej mierze zależy od przeszkód terenowych znajdujących się pomiędzy urządzeniami. Największy zasięg urządzenie wykazuje w otwartym terenie. Ze względów technologicznych nie ma możliwości dołączenia anteny zewnętrznej, należy więc zadbać o to, aby obudowa urządzenia nie była wykonana z materiałów mogących zakłócić transmisję.

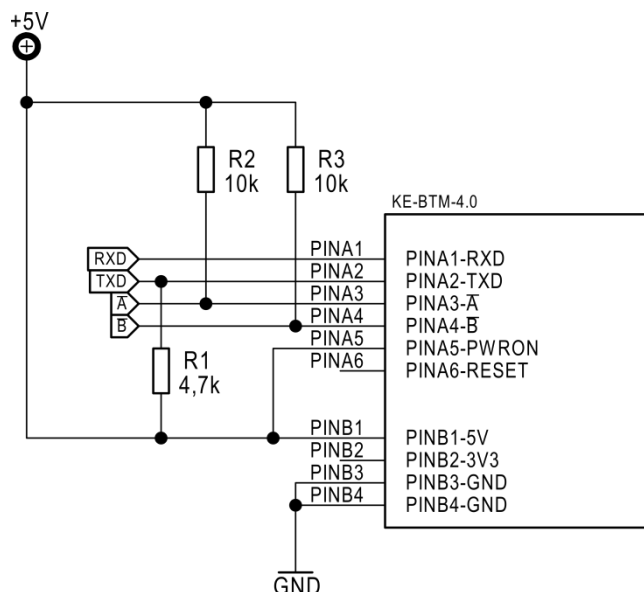
Wbudowany protokół SPP (port szeregowy przez łącze Bluetooth) w standardzie 2.0+EDR, a także tryb *Transparent Transmission* w standardzie 4.0+BLE pozwala na łatwą implementację w systemie mikroprocesorowym. Sterowanie za pomocą komend AT umożliwia łatwe konfigurowanie modułu zarówno bezpośrednio z terminala 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, zmianę parametrów transmisji, w tym prędkości w szerokim zakresie, ukrycie lub ujawnienie urządzenia w otoczeniu Bluetooth. Możliwość wyłączenia modułu za pomocą zewnętrznego wyprowadzenia pozwala na bezproblemową aplikację w układach zasilanych bateryjnie.

Przykładowe zastosowania:

- Systemy zdalnego sterowania
- Zdalna transmisja danych
- Alternatywa dla rozwiązań komunikacji radiowej pracującej w pasmach 433/868 MHz
- „Brama” pozwalająca na komunikację urządzenia elektronicznego z komputerem/smartphone'm
- „Most” pozwalający na połączenie dwóch urządzeń pracujących w różnych standardach (EDR i BLE)
- Inne aplikacje użytkowe i przemysłowe

4.2. Podstawowa aplikacja urządzenia

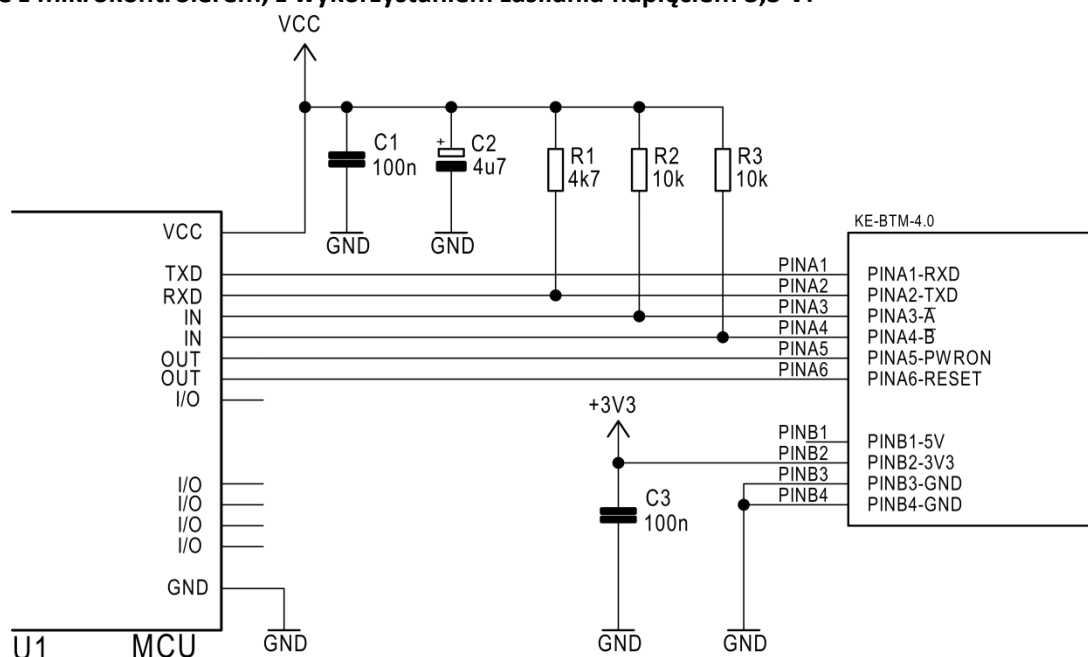


Rys. 9. Podstawowy schemat aplikacyjny

Rys. 9 przedstawia podstawowy schemat aplikacyjny urządzenia. Jest to najprostsza aplikacja umożliwiająca uruchomienie i przeprowadzenie testów. 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. Aplikacja umożliwia również kontrolę kanałów sterowania bezpośredniego !A oraz !B. Kanały sterowania bezpośredniego są wyjściami typu otwarty kolektor, i wymagają podciągania do napięcia zasilającego poprzez rezystory R2 oraz R3. Aby moduł podjął pracę należy podać stan wysoki na wejście kontroli zasilania PWRON.

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

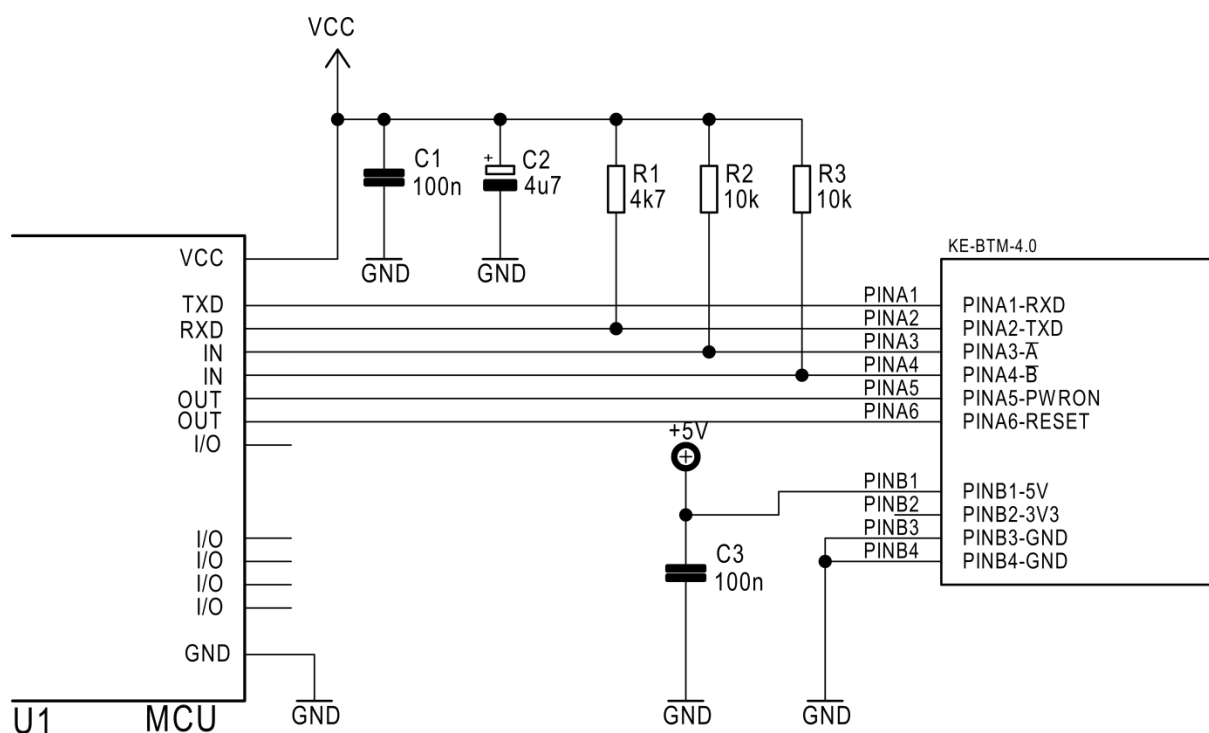


Rys. 10. Podłączenie urządzenia do mikrokontrolera. Urządzenie zasilane napięciem 3,3 V

Rys. 10 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 bufony nadawcze i odbiorcze automatycznie dostosują się do napięcia zasilania mikrokontrolera. W aplikacji przedstawionej na rys. 10 wykorzystano wszystkie porty cyfrowe urządzenia. Mikrokontroler, oprócz niezbędnych sygnałów RS232 otrzymuje również informację o stanie kanałów bezpośredniego sterowania (!A – PINA.3 oraz !B – PINA.4). 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.

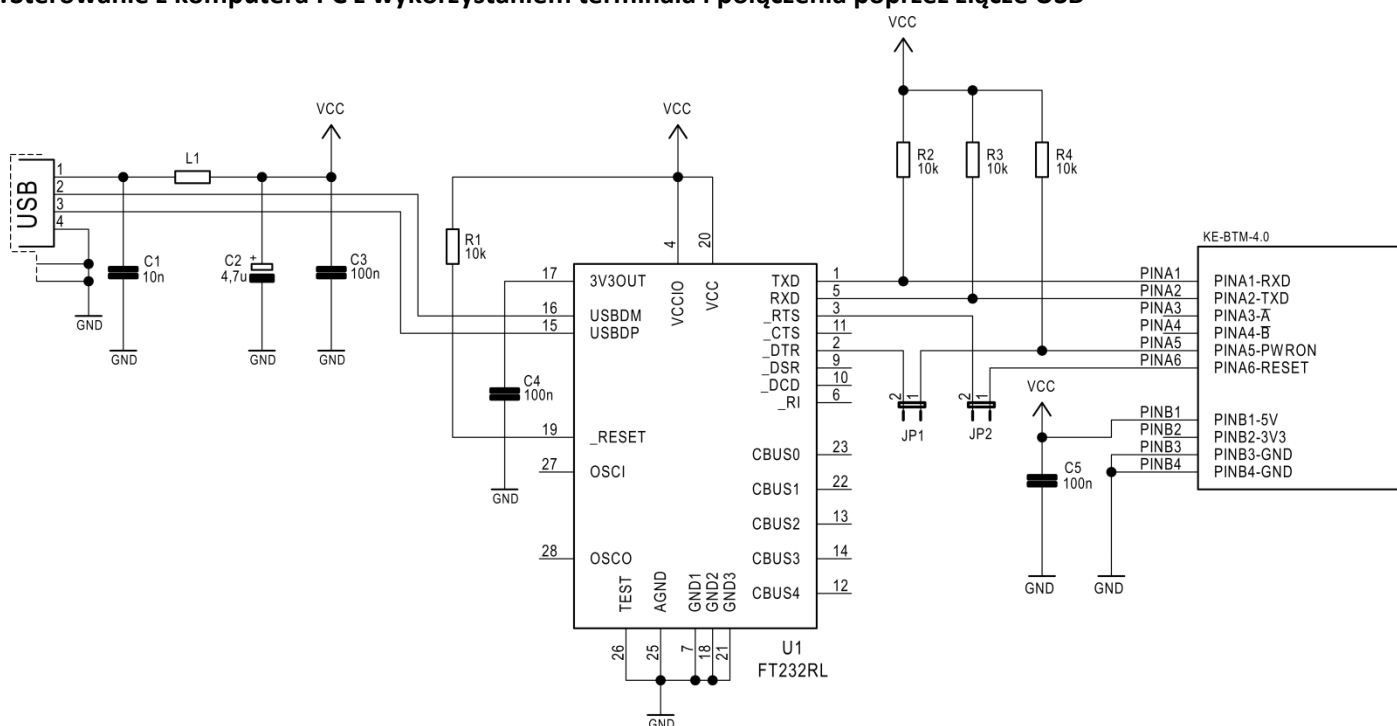
4.4. Połączenie z mikrokontrolerem z wykorzystaniem zasilania napięciem 5 V:



Rys. 11. Podłączenie urządzenia do mikrokontrolera. Urządzenie zasilane napięciem 5 V

Rys. 11 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 bufony nadawcze i odbiorcze automatycznie dostosują się do napięcia zasilania mikrokontrolera. W aplikacji przedstawionej na rys. 11 wykorzystano wszystkie porty cyfrowe urządzenia. Działanie tych portów zostało opisane w p. 4.3. Należy pamiętać, że aby uruchomić moduł należy podać stan wysoki na pin PWRON sterujący zasilaniem.

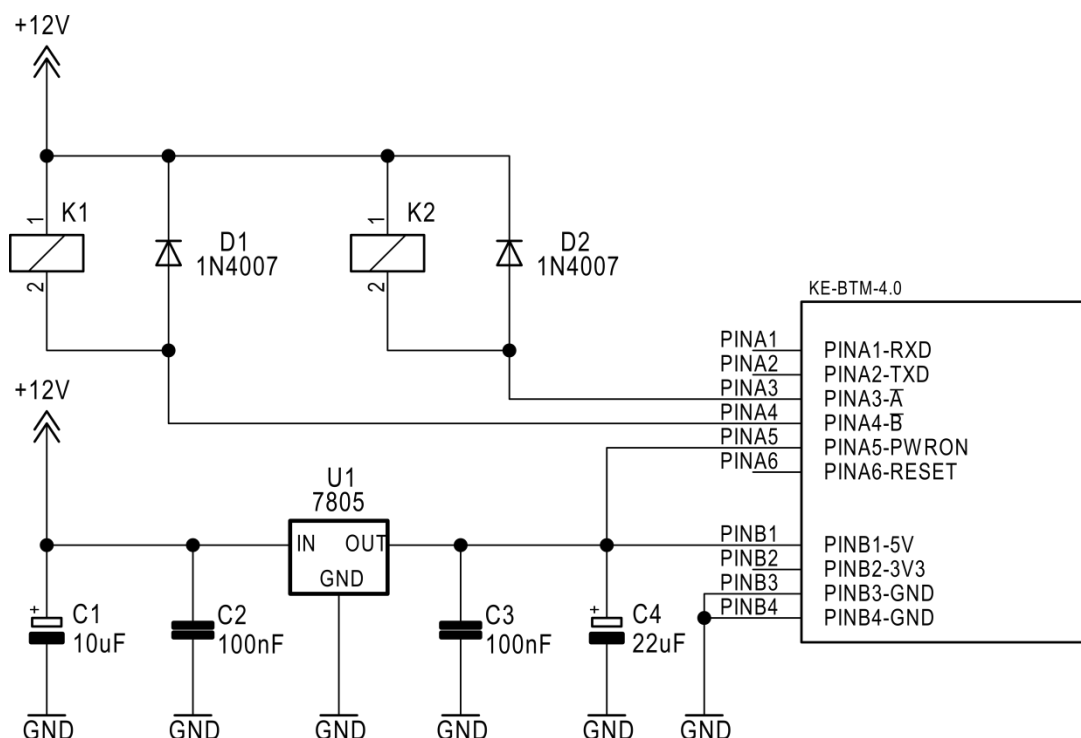
4.5. Sterowanie z komputera PC z wykorzystaniem terminala i połączenia poprzez złącze USB



Rys. 12. Aplikacja umożliwiająca sterowanie urządzeniem za pomocą terminala na komputerze PC.

Rys. 12 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 FT232RL produkowany przez FTDI instalowany jest w systemie jako wirtualny port szeregowy. 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.

4.6. Bezpośrednie sterowanie przekaźnikami:



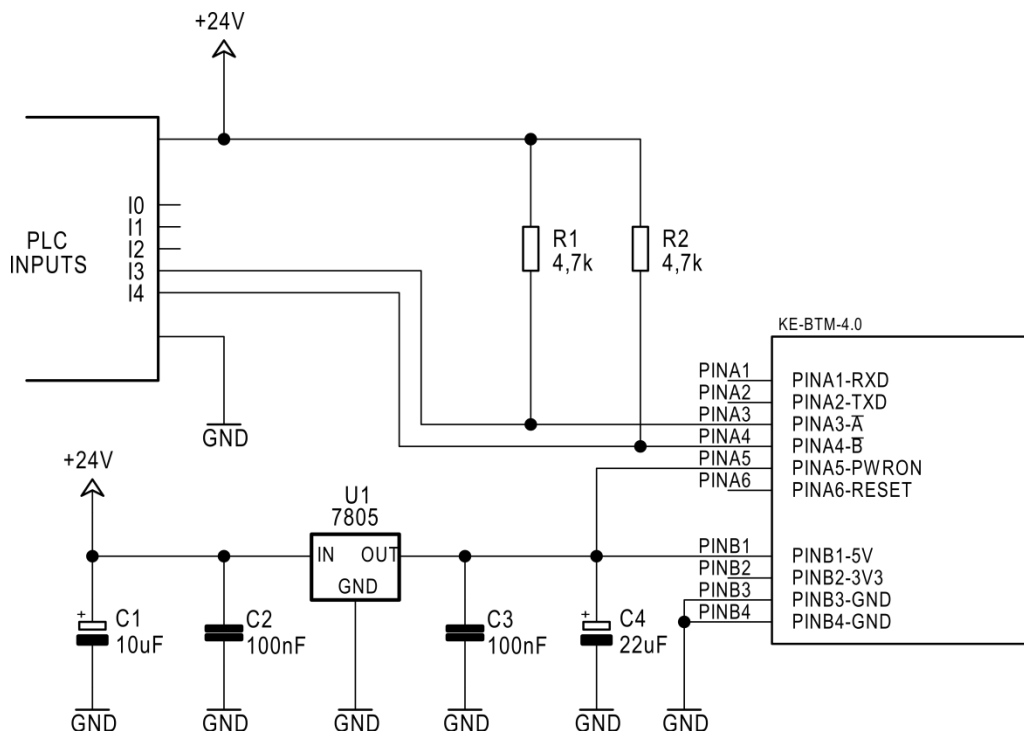
Rys. 13. Aplikacja umożliwiająca sterowanie przekaźnikami z wykorzystaniem kanałów bezpośredniego sterowania

Rys. 13 przedstawia aplikację umożliwiającą bezpośrednie sterowanie cewek przekaźników. W tym układzie nie występuje mikrokontroler, a kontrola nad przekaźnikami sprawowana jest poprzez wykorzystanie kanałów bezpośredniego sterowania !A – PINA.3 oraz !B – PINA.4. Dzięki odpowiedniej wstępnej konfiguracji modułu KE-BTM-4.0 istnieje możliwość wysyłania komend sterujących bezpośrednio po zestawieniu połączenia Bluetooth, bez konieczności podłączania UARTu modułu. Układ U1 wraz z kondensatorami C1-C4 dostarcza stabilizowanego napięcia o wartości 5 V pozwalającego zasilić moduł Bluetooth.

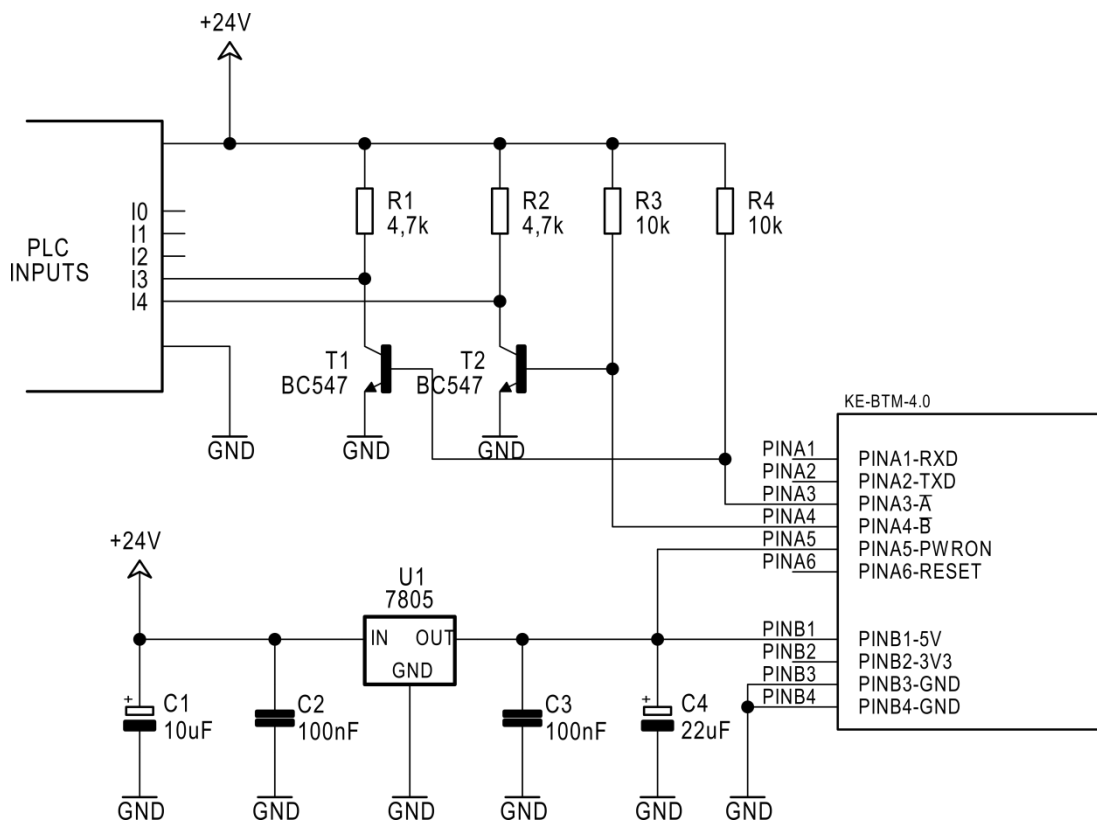
Uruchomienie przekaźnika K1 następuje poprzez załączenie kanału !B. Służy do tego komenda `AT+PIO31`. Wysłanie tej komendy powoduje załączenie tranzystora na wyjściu !B (wyjście typu otwarty kolektor), i zadziałanie przekaźnika. Aby wyłączyć przekaźnik należy wysłać komendę `AT+PIO30`. Sytuacja wygląda analogicznie w przypadku przekaźnika K2. Jest on sterowany wyjściem !A. Wysłanie komendy `AT+PIO21` powoduje załączenie przekaźnika K2, natomiast wysłanie komendy `AT+PIO20` powoduje jego wyłączenie. Należy pamiętać, że stany wyjściowe kanałów bezpośredniego sterowania są negacją wartości wprowadzanych poprzez komendę `AT+PIO`. Więcej szczegółów na temat wykorzystania komend AT znajduje się w rozdziale 5. Po włączeniu zasilania kanały sterowania bezpośredniego znajdują się w stanie wysokim (`AT+PIOxx=0`)

Moduł KE-BTM-4.0A może sterować bezpośrednio cewkami przekaźników zasilanych napięciem stałym, o wartości nie przekraczającej 30 V. Pobór prądu przez cewkę podczas pracy ciągłej nie może przekraczać 100 mA. W układzie bezpośredniego sterowania przekaźników należy bezwzględnie używać diod zabezpieczających, oznaczonych na schemacie jako D1 oraz D2. Diody te zabezpieczają przed wysokonapięciowym impulsem o wstecznej polaryzacji, będącym skutkiem rozłączenia prądu w obwodzie cewki przekaźnika. Nie stosowanie diod może doprowadzić do uszkodzenia modułu komunikacyjnego. Diody należy montować możliwie jak najbliżej wyprowadzeń cewki przekaźnika

4.7. Bezpośrednie sterowanie wejściami sterownika PLC:



Rys. 14. Aplikacja umożliwiająca bezpośrednie sterowanie wejściami sterownika PLC w logice ujemnej (stan niski na wejściu sterownika jest stanem aktywnym)



Rys. 15. Aplikacja umożliwiająca bezpośrednie sterowanie wejściami sterownika PLC w logice dodatniej (stan wysoki na wejściu sterownika jest stanem aktywnym)

Rys. 14 oraz 15 przedstawia sposób bezpośredniego sterowania wejściami sterownika PLC.

Na rysunku 14 przedstawiono realizację w logice ujemnej, tzn. w sytuacji, gdy sterownik reaguje na podanie stanu niskiego na wejście. W tym wypadku, wysłanie komendy *AT+PIO21* powoduje podanie sygnału na wejście *I3* sterownika PLC, natomiast wysłanie komendy *AT+PIO31* powoduje podanie sygnału na wejście *I4*. Ponieważ kanały bezpośredniego sterowania są wyjściami typu otwarty kolektor, niezbędne jest użycie rezystorów podciągających R1 oraz R2. Uwaga – przed dołączeniem układu do sterownika PLC należy zapoznać się z parametrami jego wejść!

Na rysunku 15 przedstawiono realizację w logice dodatniej, tzn. w sytuacji, gdy sterownik reaguje na podanie stanu wysokiego na wejście. W tym wypadku, wysłanie komendy *AT+PIO21* powoduje podanie sygnału na wejście *I3* sterownika PLC, natomiast wysłanie komendy *AT+PIO31* powoduje podanie sygnału na wejście *I4*. Tranzystory T1 oraz T2, wraz z rezystorami kolektorowymi pełnią rolę inwerterów.

Należy pamiętać, że po podaniu zasilania (lub zresetowaniu) modułu KE-BTM-4.0 jego kanały bezpośredniego sterowania znajdują się w stanie wysokim, co z wykorzystaniem schematów z rysunków 14 oraz 15 zapewnia, że na wejście sterownika PLC nie zostaną podane niepożądane sygnały będące skutkiem załączenia lub resetowania modułu.

W aplikacjach z rysunku 14 oraz 15 występuje stabilizator napięcia zbudowany w oparciu o popularny układ scalony 7805 (U1), który dostarcza stabilizowanego napięcia 5 V potrzebnego do zasilania modułu KE-BTM-4.0A. W wypadku wydzielania nadmiernej ilości ciepła przez układ U1 należy wyposażyć go w niewielki radiator.

NOTATKI

5. Sterowanie pracą urządzenia

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

Moduł komunikacyjny Bluetooth KE-BTM-4.0A umożliwia zestawienie połączenia z urządzeniem wspierającym standard Bluetooth 2.0+EDR lub 4.0+BLE. Aby nawiązać poprawną komunikację, niezbędna jest znajomość domyślnych parametrów, przedstawionych w tabeli 5.

Domyślnie urządzenie pracuje w standardzie 2.0+EDR. Praca w tym standardzie pozwala jedynie na obsługę trybu SLAVE oraz protokołu SPP.

Tabela 5. Domyślnie parametry modułu komunikacyjnego Bluetooth KE-BTM-4.0A:

Parametr	Wartość w standardzie 2.0+EDR	Wartość w standardzie 4.0+BLE	Możliwość zmiany	Uwagi
Nazwa	HMSoft	HMSoft	TAK	Domyślna nazwa widoczna w otoczeniu Bluetooth. Istnieje możliwość zmiany za pomocą komendy AT+NAME.
Adres MAC	00-0E-0E-xx-xx-xx	00-0E-0B-xx-xx-xx	NIE	Urządzenie posiada dwa indywidualne adresy MAC. Posiadają one po 12 znaków kodowanych szesnastkowo (0 – F). Dla standardu 2.0+EDR adres rozpoczyna się ciągiem 00-0E-0E, natomiast dla standardu 4.0+BLE adres rozpoczyna się ciągiem 00-0E-0B
Kod PIN	1234	000000	TAK	Domyślny kod PIN niezbędny do prawidłowego parowania z urządzeniem nadrzędnym. Urządzenie pamięta dwa niezależne kody PIN, jeden dla pracy w standardzie 2.0+EDR, drugi dla pracy w trybie 4.0+BLE. Istnieje możliwość zmiany kodów za pomocą komend AT+PINE oraz AT+PINB
Prędkość transmisji	115200 bps	115200 bps	TAK	Domyślna prędkość transmisji interfejsu UART modułu. Istnieje możliwość wyboru wielu prędkości transmisji z zakresu 4800 – 230400 bps
Bity danych	8	8	NIE	Ilość bitów danych w ramce UART. Parametr stały bez możliwości zmiany.
Kontrola parzystości	Brak (n)	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 AT+PARI
Bity stopu	1	1	TAK	Ustawienie ilości bitów końca ramki. Domyślnie ramkę kończy 1 bit, istnieje możliwość wybrania 2 bitów końca za pomocą komendy AT+STOP

Tabela 5 przedstawia domyślne parametry które należy uwzględnić przy parowaniu modułu z innymi urządzeniami, oraz przy ustalaniu parametrów transmisji UART-u układu sterującego modułem. Większość z parametrów ma możliwość ustawiania odrębnych wartości dla pracy w standardzie 2.0+EDR oraz 4.0+BLE

Urządzenie wyposażone jest w diodę kontrolną LED oznaczoną jako CONN która umożliwia identyfikację stanu połączenia. Domyślnie, gdy moduł jest aktywny, ale połączenie nie jest zestawione, dioda miga z okresem 500 ms. W wypadku gdy połączenie zostanie zestawione dioda świeci światłem ciągłym. Istnieje możliwość zmiany zasady działania diody za pośrednictwem komendy AT+PIO1. Po zmianie zasady działania dioda jest całkowicie wygaszona, aż do czasu zestawienia połączenia, i podczas jego trwania świeci światłem ciągłym.

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

Moduł KE-BTM-4.0A może komunikować się z urządzeniem nadrzędnym poprzez łącze 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 poprzez UART. Komendy AT mogą być wprowadzane również poprzez połączone urządzenie Bluetooth. Za pomocą komendy *AT+MODE* można zezwolić/zablokować możliwość dokonywania ustawień konfiguracyjnych poprzez łącze Bluetooth. Domyślnie urządzenie zezwala na wprowadzanie ustawień przez Bluetooth, dzięki czemu możliwe jest wykorzystanie kanałów sterowania bezpośredniego bez konieczności dokonywania jakiejkolwiek wstępnej konfiguracji. Uwaga – przywrócenie ustawień fabrycznych za pomocą komendy *AT+RENEW* powoduje zablokowanie możliwości wysyłania komend przez Bluetooth. Aby ponownie uzyskać możliwość sterowania bezpośredniego, należy wysłać komendę *AT+MODE1* poprzez UART urządzenia.

Urządzenie może być konfigurowane za pomocą komputera PC, z wykorzystaniem połączenia szeregowego z UART-em urządzenia. Metoda dołączenia urządzenia do komputera PC została zilustrowana na rysunku 12. 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. Na stronie internetowej dostępny jest również program RealTerm, który znakomicie sprawdza się w roli terminala. Pozwala on na wysyłanie dowolnie długich, jednolitych ciągów znaków, przez co umożliwia łatwą konfigurację za pośrednictwem klawiatury komputera.

Komendy AT wysyłane są jako ciąg znaków ASCII, przy czym urządzenie akceptuje **wyłącznie wielkie litery**. Wysyłana komenda musi być jednolitym ciągiem znaków. Konfigurując moduł z wykorzystaniem terminala na komputerze PC należy wybrać oprogramowanie, które umożliwia wysyłanie takich właśnie ciągów. Próby wprowadzenia ustawień bezpośrednio z klawiatury nie przyniosą rezultatu. Na końcu ciągu nie należy umieszczać żadnych znaków sterujących. Składnia komend jest następująca:

AT- komenda sprawdzająca aktywność modułu

AT+xxxxy - komenda ustawiająca wartość parametru, gdzie „x” jest ciągiem znaków stanowiącym ciało komendy, zgodnie z wykazem komend zawartym w p. 5.3, natomiast „y” jest wartością ustawianego parametru

ATxxxx? - komenda pytająca o wartość parametru gdzie „x” jest ciągiem znaków stanowiącym ciało komendy, zgodnie z wykazem komend zawartym w p. 5.3. Komenda zwraca ustawiony parametr w formacie opisanym w p. 5.3.

Komendy należy wysyłać jako jednolity ciąg znaków, bez żadnych znaków sterujących na początku i końcu!

5.3. Opis komend AT:

Domyślnie wszelkie komendy konfiguracyjne odbierane i interpretowane są zarówno przez UART jak i przez zestawione połączenie Bluetooth. Możliwość wprowadzania komend AT poprzez interfejs Bluetooth jest realizowana za pomocą komendy *AT+MODE1*. Należy pamiętać, że przywrócenie ustawień fabrycznych za pomocą komendy *AT+RENEW* wyłącza możliwość interpretacji komend konfiguracyjnych przez łącze Bluetooth. W tej sytuacji, aby przywrócić taką możliwość należy wysłać do urządzenia komendę *AT+MODE1* poprzez UART.

W wypadku większości komend te same parametry ustawia się niezależnie dla pracy w trybie EDR oraz BLE.

- **AT** – test transmisji oraz poprawnego działania modułu; rozłączenie połączenia

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT	OK	Gdy połączenie nie jest zestawione, odpowiedź „OK” informuje o poprawnej pracy modułu.
AT	OK+LSTx	W wypadku gdy połączenie jest zestawione, wysłanie komendy powoduje rozłączenie połączenia. W wypadku, gdy moduł odsyła informacje zwrotne (komenda AT+NOTI), zostaje zwrócona odpowiedź o rozłączeniu urządzenia 2.0+EDR (OK+LSTE) lub rozłączeniu urządzenia 4.0+BLE (OK+LSTB).

- **AT+ADD** – zwraca adres MAC modułu Bluetooth

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+ADDE?	OK+Get:xxxxxxxxxxx	Zwraca adres EDR MAC urządzenia w postaci xxxxxxxxxxxxx
AT+ADDB?	OK+Get:xxxxxxxxxxx	Zwraca adres BLE MAC urządzenia w postaci xxxxxxxxxxxxx

- **AT+AUTH** – blokuje lub zezwala na połączenie bez autoryzacji

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+AUTH0	OK+Set:0	Zezwala na połączenie bez autoryzacji (tryb Insecure) - ustawienie domyślne.
AT+AUTH1	OK+Set:1	Autoryzacja jest wymagana przy każdym połączeniu.
AT+AUTH?	OK+Get:x	Zwraca (x) informację na temat aktualnie ustawionego parametru: 0 – zezwala na połączenie bez autoryzacji 1 – autoryzacja jest wymagana za każdym razem

- **AT+ATOB** – uruchamia lub wyłącza tryb „A to B”. Gdy do modułu dołączone jest urządzenie A pracujące w standardzie EDR oraz urządzenie B pracujące w standardzie BLE, to włączenie trybu A to B spowoduje powstanie „mostka” pomiędzy tymi połączeniami. Urządzenia te będą mogły wymieniać dane między sobą za pośrednictwem modułu KE-BTM-4.0A bez konieczności angażowania mikrokontrolera sterującego. Aby uruchomienie tego trybu było możliwe urządzenie musi pracować w dwóch standardach jednocześnie (komenda *AT+DUAL*)

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+ATOB0	OK+Set:0	Tryb A to B wyłączony – ustawienie domyślne
AT+ATOB1	OK+Set:1	Tryb A to B włączony
AT+AUTH?	OK+Get:x	Zwraca (x) informację odnośnie stanu pracy trybu A to B

- **AT+BAUD** – ustawia prędkość transmisji UART

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+BAUDx	OK+Set:x	Ustawia wybraną prędkość transmisji. Jako parametr x należy wprowadzić cyfrę z listy odpowiadającą wybranej prędkości transmisji: 1 – 4800 bps 2 – 9600 bps 3 – 19200 bps 4 – 38400 bps 5 – 57600 bps 6 – 115200 bps – ustawienie domyślne 7 – 230400 bps
AT+BAUD?	OK+Get:x	Zwraca (x) informację na temat aktualnie ustawionej prędkości transmisji, według powyższej listy.

- **AT+CLEAR** – kasuje zapamiętane adresy ostatnio połączonych urządzeń

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+CLEAR	OK+CLEAR	Kasuje zapamiętany adres ostatnio dołączonego urządzenia EDR.
AT+CLEARB	OK+CLEARB	Kasuje zapamiętany adres ostatnio dołączonego urządzenia BLE.

- **AT+DUAL** – blokuje/zezwala na możliwość połączenia dwóch urządzeń (EDR i BLE) w tym samym czasie

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+DUAL0	OK+Set:0	Zezwala na jednoczesne połączenie z modułem dwóch urządzeń (EDR i BLE). Ustawienie wymagane do uruchomienia trybu <i>A to B</i>
AT+DUAL1	OK+Set:1	Możliwe jest połączenie tylko z jednym urządzeniem (EDR albo BLE) – ustawienie domyślne .
AT+DUAL?	OK+Get:x	Zwraca (x) informacje odnośnie możliwości dołączenia dwóch urządzeń 0 – możliwe połączenie dwóch urządzeń (EDR i BLE) 1 – możliwe połączenie tylko jednego urządzenia (EDR albo BLE)

- **AT+HIGH** – włącza/wyłącza tryb *High speed*

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+HIGH0	OK+Set:0	Urządzenie pracuje w trybie <i>Balanced</i> , tryb <i>High speed</i> jest nieaktywny – ustawienie domyślne . W tym trybie urządzenie dopasowuje prędkości transmisji, tak aby prędkość w standardzie EDR była zbalansowana z prędkością w standardzie BLE.
AT+HIGH1	OK+Set:1	Urządzenie pracuje w trybie <i>High speed</i> , - w tym trybie urządzenie nie kontroluje prędkości transmisji, możliwe jest więc wykorzystanie najwyższych prędkości w standardzie EDR.
AT+HIGH?	OK+Get:x	Zwraca (x) informacje o wybranym trybie pracy: 0 – <i>Balanced</i> 1 – <i>High speed</i>

- **AT+INIT** – włącza/wyłącza funkcję wysyłania przez UART ciągu znaków informującego o zainicjowaniu modułu; informacja ta wysyłana jest jako ciąg znaków „OK+INIT”, gdy moduł zostanie zainicjowany po załączeniu/zresetowaniu

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+INIT0	OK+Set:0	Informacja o zainicjowaniu nie jest wysyłana – ustawienie domyślne .
AT+INIT1	OK+Set:1	Informacja o zainicjowaniu jest wysyłana.
AT+INIT?	OK+Get:x	Zwraca (x) informacje o ustawieniu funkcji: 0 – informacja nie jest wysyłana 1 – informacja jest wysyłana

- **AT+MODE** – włącza/wyłącza funkcję konfiguracji poprzez połączenie Bluetooth oraz funkcję sterowania bezpośredniego wyprowadzeniami !A oraz !B

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+MODE0	OK+Set:0	Gdy połączenie Bluetooth jest zestawione możliwy jest tylko transfer danych. Konfiguracji można dokonać jedynie poprzez UART – ustawienie wprowadzane po zresetowaniu komendą AT+RENEW .
AT+MODE1	OK+Set:1	Gdy połączenie Bluetooth jest zestawione możliwy jest transfer danych oraz dokonywanie konfiguracji z użyciem komend AT poprzez zestawione połączenie Bluetooth. Funkcja ta umożliwia bezpośrednie sterowanie kanałami !A oraz !B poprzez łącze Bluetooth, za pośrednictwem komend AT+PIO – ustawienie domyślne
AT+MODE?	OK+Get:x	Zwraca (x) informacje o ustawieniu funkcji: 0 – możliwy tylko transfer danych przez łącze Bluetooth 1 – możliwy zarówno transfer danych jak i interpretacja komend AT przez łącze Bluetooth

- **AT+NOTI** – włącza/wyłącza funkcję wysyłania przez UART ciągu znaków informującego o nawiązaniu lub rozłączeniu połączenia, niezwłocznie po wystąpieniu tej sytuacji

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+NOTI0	OK+Set:0	Informacja o nawiązaniu połączenia/rozłączeniu nie jest wysyłana – ustawienie domyślne
AT+NOTI1	OK+Set:1	Informacja o nawiązaniu połączenia/rozłączeniu jest wysyłana w następującym formacie: OK+CONE -> połączono z urządzeniem EDR OK+LSTE -> rozłączono z urządzeniem EDR OK+CONB -> połączono z urządzeniem BLE OK+LSTB -> rozłączono z urządzeniem BLE
AT+NOTI?	OK+Get:x	Zwraca (x) informacje o ustawieniu funkcji: 0 – informacja nie jest wysyłana 1 – informacja jest wysyłana

- **AT+NOTP** – włącza/wyłącza funkcję wysyłania przez UART adresu połączonego/rozłączonego urządzenia. Aby włączyć tą funkcję konieczne jest włączenie powiadamiania o połączeniu/rozłączeniu (**AT+NOTI1**)

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+NOTP0	OK+Set:0	Adres nie jest wysyłany - ustawienie domyślne
AT+NOTP1	OK+Set:1	Adres jest wysyłany w następującym formacie: OK+CONE:000000000000 OK+LSTE:000000000000 OK+CONB:000000000000 OK+LSTB:000000000000
AT+NOTP?	OK+Get:x	Zwraca (x) informacje o ustawieniu funkcji: 0 – adres nie jest wysyłany 1 – adres jest wysyłany

- **AT+NAM** – pozwala na odczytanie lub zmianę nazwy modułu.

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+NAMEx	OK+Set:x	Zmiana nazwy EDR modułu na ciąg znaków (x). Nazwa może zawierać do 12 znaków.
AT+NAMBx	OK+Set:x	Zmiana nazwy BLE modułu na ciąg znaków (x). Nazwa może zawierać do 12 znaków.
AT+NAME?	OK+Get:x	Zwraca (x) aktualną nazwę EDR modułu.
AT+NAMB?	OK+Get:x	Zwraca (x) aktualną nazwę BLE modułu.

- **AT+PIO1** – ustawia tryb pracy diody CONN informującej o statusie połączenia

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+PIO10	OK+Set:0	W trybie oszczędzania energii (PINA.5-PWRON = 0) dioda jest wygaszona; podczas oczekiwania na połączenie Bluetooth dioda miga z okresem 500 ms; podczas gdy połączenie Bluetooth jest zestawione, dioda świeci światłem ciągłym – ustawienie domyślne
AT+PIO11	OK+Set:1	W trybie oszczędzania energii (PINA.5-PWRON = 0) dioda jest wygaszona; podczas oczekiwania na połączenie Bluetooth dioda jest wygaszona; podczas gdy połączenie Bluetooth jest zestawione, dioda świeci światłem ciągłym
AT+PIO1?	OK+Get:x	Zwraca (x) informacje o ustawieniu funkcji

- **AT+PIO** – ustawia stan kanałów bezpośredniego sterowania !A–PINA.3 oraz !B–PINA.4

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+PIO20	OK+Set:0	Przejdźcie kanału !A w stan nieaktywny (stan wysoki). Stan ten zostaje automatycznie ustawiony po włączeniu lub zresetowaniu modułu.
AT+PIO21	OK+Set:1	Przejdźcie kanału !A w stan aktywny (stan niski).
AT+PIO2?	OK+Get:x	Sprawdza aktualny stan wyjściowy (x) kanału bezpośredniego sterowania: 0 – kanał !A jest nieaktywny (znajduje się w stanie wysokim) 1 – kanał !A jest aktywny (znajduje się w stanie niskim)
AT+PIO30	OK+Set:0	Przejdźcie kanału !B w stan nieaktywny (stan wysoki). Stan ten zostaje automatycznie ustawiony po włączeniu lub zresetowaniu modułu.
AT+PIO31	OK+Set:1	Przejdźcie kanału !B w stan aktywny (stan niski).
AT+PIO3?	OK+Get:x	Sprawdza aktualny stan wyjściowy (x) kanału bezpośredniego sterowania:

		0 – kanał !B jest nieaktywny (znajduje się w stanie wysokim) 1 – kanał !B jest aktywny (znajduje się w stanie niskim)
--	--	--

- **AT+PIN** – pozwala na odczytanie lub zmianę kodu PIN

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+PINEx	OK+Set:x	Zmiana kodu PIN EDR modułu na ciąg cyfr 0-9 (x). Kod PIN może składać się maksymalnie z 6 cyfr.
AT+PINBx	OK+Set:x	Zmiana kodu PIN BLE modułu na ciąg cyfr 0-9 (x). Kod PIN musi zawierać się w zakresie 000000 – 999999.
AT+PINE?	OK+Get:x	Zwraca (x) aktualny PIN EDR modułu.
AT+PINB?	OK+Get:x	Zwraca (x) aktualny PIN BLE modułu.

- **AT+PARI** – ustawia parametry kontroli parzystości transmisji UART

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+PARIO	OK+Set:0	Kontrola parzystości wyłączona – ustawienie domyślne.
AT+PARI1	OK+Set:1	Kontrola parzystości włączona w trybie „Even”.
AT+PARI2	OK+Set:2	Kontrola parzystości włączona w trybie „Odd”.
AT+PARI?	OK+Get:x	Zwraca (x) aktualny stan kontroli parzystości: 0 – None 1 – Even 2 – Odd

- **AT+RENEW** – przywraca ustawienia fabryczne modułu

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+RENEW	OK+RENEW	Przywraca ustawienia fabryczne. UWAGA! Przywrócenie ustawień fabrycznych dezaktywuje możliwość wysyłania komend sterujących przez łącze Bluetooth, oraz dezaktywuje możliwość bezpośredniego sterowania kanałami !A oraz !B przez łącze Bluetooth. Aby przywrócić te funkcje należy wysłać komendę AT+MODE1 poprzez UART urządzenia.

- **AT+RESET** – resetuje moduł

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+RESET	OK+RESET	Resetuje moduł (działa identycznie jak fizyczny pin RESET-PINA.6).

- **AT+RSS** – Zwraca informacje o sile sygnału (RSSI) odbieranego od podłączonego urządzenia. Komenda może być wysłana jedynie przez urządzenie podłączone przez Bluetooth, po uprzednim ustawieniu funkcji konfiguracji przez połączenie Bluetooth (**AT+MODE1**)

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+RSSE?	OK+Get:x	Zwraca siłę sygnału dołączonego urządzenia EDR.
AT+RSSB?	OK+Get:x	Zwraca siłę sygnału dołączonego urządzenia BLE.

- **AT+RADE** – zwraca adres MAC ostatnio połączonego urządzenia

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+RADE?	OK+Get:000000000000	Zwraca adres MAC ostatnio połączonego urządzenia EDR.
AT+RADB?	OK+Get:000000000000	Zwraca adres MAC ostatnio połączonego urządzenia BLE.

- **AT+ROLB** – ustawia tryb racy modułu Bluetooth w standardzie BLE (w standardzie EDR dostępny jest wyłącznie tryb SLAVE)

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+ROLB0	OK+Set:0	Ustawia tryb <i>Peripheral (Slave)</i> – ustawienie domyślne.
AT+ROLB1	OK+Set:1	Ustawia tryb <i>Central (Master)</i> .
AT+ROLB?	OK+Get:x	Zwraca (x) informacje o ustawieniu funkcji: 0 - <i>Peripheral (Slave)</i> 1 - <i>Central (Master)</i>

- **AT+SCAN** – wyłącza/włącza widoczność modułu w standardzie EDR

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+SCAN0	OK+Set:0	Urządzenie jest widoczne w otoczeniu Bluetooth – ustawienie domyślne.
AT+SCAN1	OK+Set:1	Urządzenie jest niewidoczne, ale można zestawić połączenie.
AT+SCAN?	OK+Get:x	Zwraca (x) informacje o ustawieniu funkcji: 0 - widoczny 1 - niewidoczny

- **AT+STOP** – ustawia parametry bitów stopu transmisji przez UART

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+STOP0	OK+Set:0	1 bit stopu – ustawienie domyślne.
AT+STOP1	OK+Set:1	2 bity stopu.
AT+STOP?	OK+Get:x	Zwraca (x) informacje o ustawieniu funkcji: 0 – 1 bit stopu 1 – 2 bity stopu

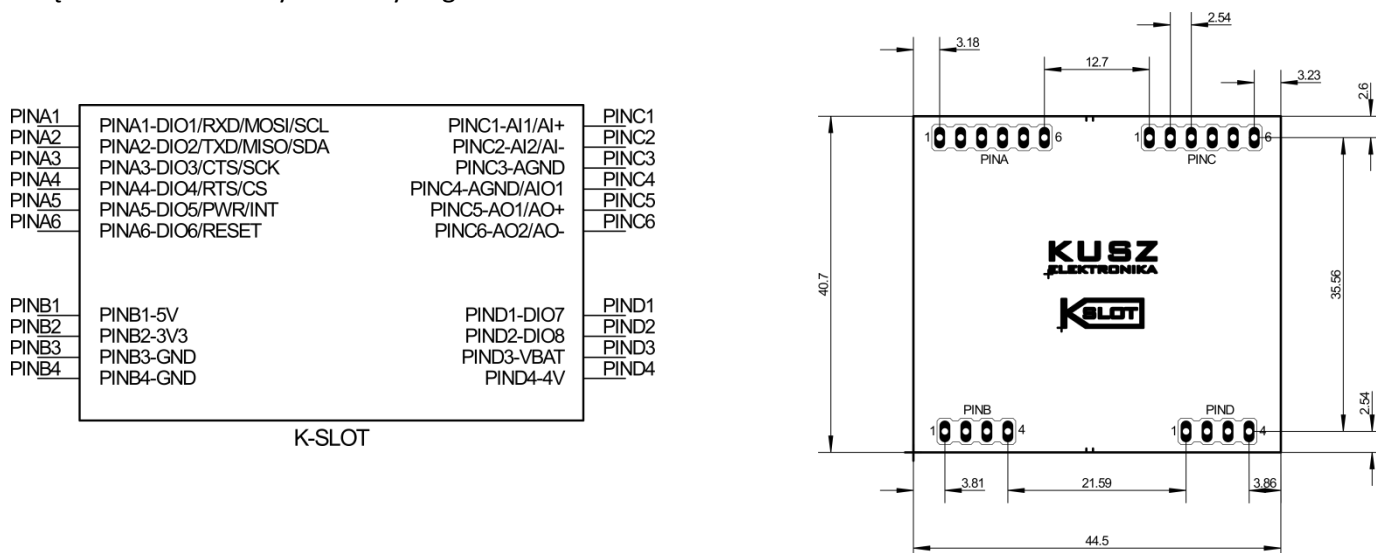
- **AT+RADE** – zwraca informacje na temat wersji firmware modułu Bluetooth

SKŁADNIA	ODPOWIEDŹ	DZIAŁANIE
AT+VERR?	OK+Get:x	Zwraca (x) wersję firmware modułu.
AT+VERS?	OK+Get:x	Zwraca (x) wersję firmware modułu.

6. Pozostałe informacje

6.1. Informacje na temat złącza K-SLOT:

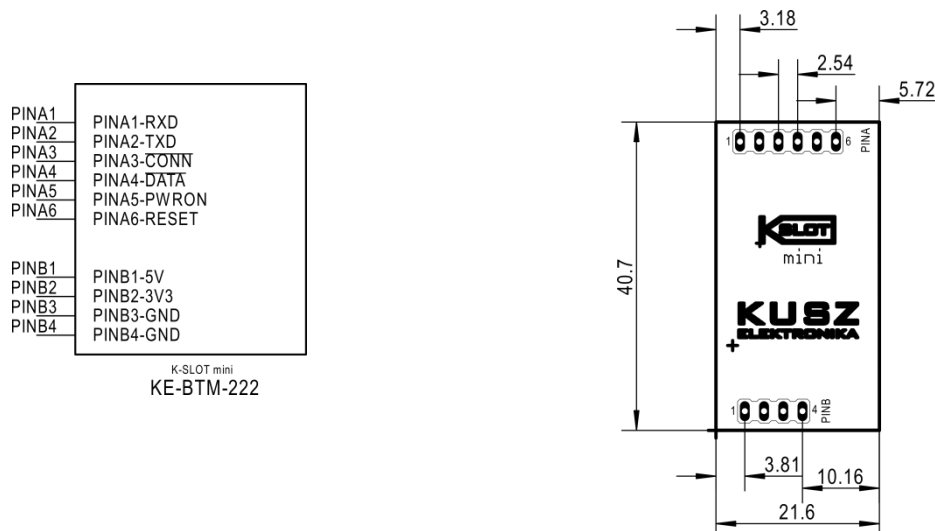
Złącze K-SLOT jest uniwersalnym złączem pozwalającym na rozszerzenie możliwości urządzeń elektronicznych produkowanych przez KUSZ Elektronika. Złącze to pozwala na instalowanie modułów rozszerzeń, m. in. modułów komunikacji radiowej, modułów pamięci, modułów GPS, GSM i innych, pozwalając na dostosowanie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



Rys. 16. 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. 17. Przedstawienie schematyczne oraz odwzorowanie wymiarów i gabarytów złącza K-SLOT mini

Tabela 6 przedstawia opis poszczególnych wyprowadzeń oraz wytyczne projektowe, pozwalające na zaimplementowanie uniwersalnego złącza K-SLOT w konstruowanym urządzeniu.

Tabela 6. 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 4,7k.
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 4,7k.
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 4,7k.
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 sterującego CS interfejsu SPI. Zalecane połączenie bezpośrednio z konfigurowalnym, dwukierunkowym portem mikrokontrolera. Zalecane podciąganie do napięcia zasilającego mikrokontroler poprzez rezystor 4,7k.
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 6 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-4,0, 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.