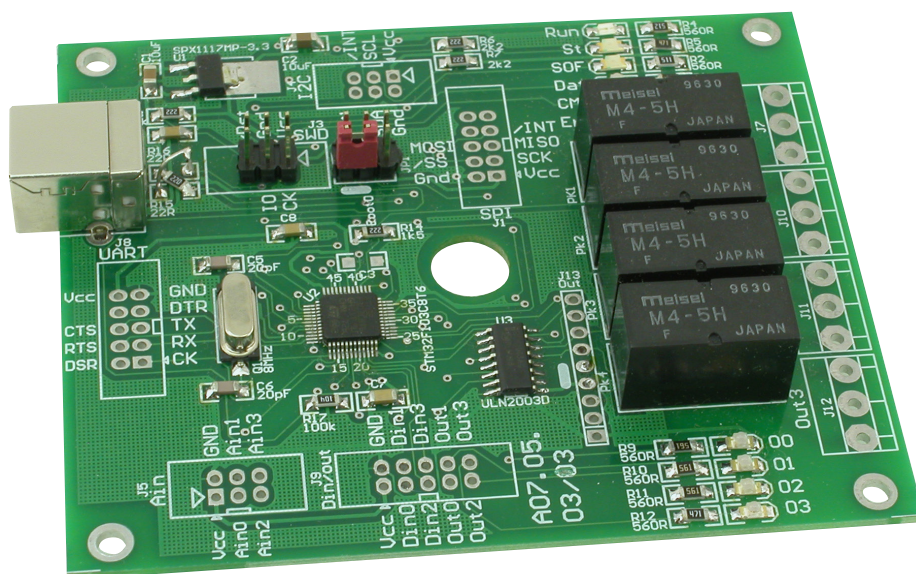


# Moduł przekaźników z interfejsem USB

Na łamach czasopism wydawanych przez AVT było opublikowanych wiele projektów modułów z wyjściami przekaźnikowymi, sterowanymi za pomocą USB lub innych interfejsów. Prawie zawsze w budowie takiego modułu używano konwertera USB/USART oraz mikrokontrolera 8-bitowego. Dzięki nowoczesnym podzespołom można zbudować taki moduł z pominięciem konwertera, pozostawiając sam mikrokontroler z wbudowanym interfejsem USB.

**Rekomendacje:** moduł przyda się w różnych aplikacjach automatyki sterowanych z użyciem komputera.



Poza 4 wyjściami przekaźnikowymi moduł ma 4 wejścia cyfrowe. Wejścia i wyjścia cyfrowe doprowadzone są do złącza. Opcjonalnie można dodać w programie obsługę 4 wejść analogowych, interfejsów SPI, I<sup>2</sup>C oraz USART. Otwarte oprogramowanie umożliwi łatwe dostosowanie możliwości modułu do własnych wymagań.

## Budowa i zasada działania

Schemat ideowy modułu zamieszczono na **rysunku 1**. Jego głównym elementem jest mikrokontroler STM32F103C8T6 z wbudowanym interfejsem USB pracującym w trybie *device*. Napięcie zasilania ze złącza USB jest obniżane w stabilizatorze SPX1117MP-3.3. Sterowanie przekaźników jest buforowane

układem ULN2003. Przełączniki mogą być zasilane napięciem +5 V z USB lub z zewnętrznego zasilacza. Maksymalne napięcie akceptowane przez bufor to +50 V. Moduł ma 4 wejścia cyfrowe wewnętrznie podciągnięte do zasilania. Sygnały wejść/wyjść cyfrowych wyprowadzono na złącze J9. **Wejścia analogowe (J5) oraz SPI, I<sup>2</sup>C, USART, w aktualnej wersji oprogramowania nie są używane.** W razie zainteresowania taką funkcjonalnością proszę o e-maile. Całość dopełniają diody LED informujące o statusie urządzenia (**tabela 1**).

## Montaż i uruchomienie:

Schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**. Montaż najlepiej rozpocząć

od uruchomienia stabilizatora. Jeśli pracuje poprawnie, to należy zamontować pozostałe elementy rozpoczynając od najmniejszych, kończąc na złączach. W sytuacji, gdy przełączniki są zasilane z USB, należy zewrzeć piny 4 i 5 złącza J13. Jeśli zasilanie przekaźników jest zewnętrzne, podane na wyprowadzenia 1-2 J13, należy zewrzeć piny 3-4 J13, natomiast na JP1 zewrzeć piny 4-6. Wymiary płytki przystosowane są do obudowy KM-35.

Przy pierwszym połączeniu z komputerem konieczne jest zainstalowanie sterowników. Można je pobrać spod adresu <http://bit.ly/2C3SNsK>. Po zainstalowaniu sterowników na liście Menedżera Urządzeń zostanie wyświetlony nowy wirtualny port COM nazwie „STMMicroelectronics Virtual COM port” (**rysunek 3**)

**Tabela 1. Sygnalizacja statusu za pomocą LED**

Oznaczenie LED	Funkcja
RUN	Pulsuje w czasie pracy
ST	Świeci po rozpoczęciu pracy mikrokontrolera
SOF	Informuje o wykryciu komunikacji USB
Dat	Przygasa na 50ms w trakcie transmisji danych
CMD	Zaświeca się na 50ms po odebraniu komendy
Err	Świeceniem sygnalizuje błędy mikrokontrolera: RCC_IRQHandler Hard_Fault Bus_Fault Usage_Fault Mem_Mange assertd_failed __ErrorHandler
00...03	Obrazują stan wyjść przekaźnikowych 0...3

REKLAMA

Specjalistyczne szkolenia dla elektroników i automatyków

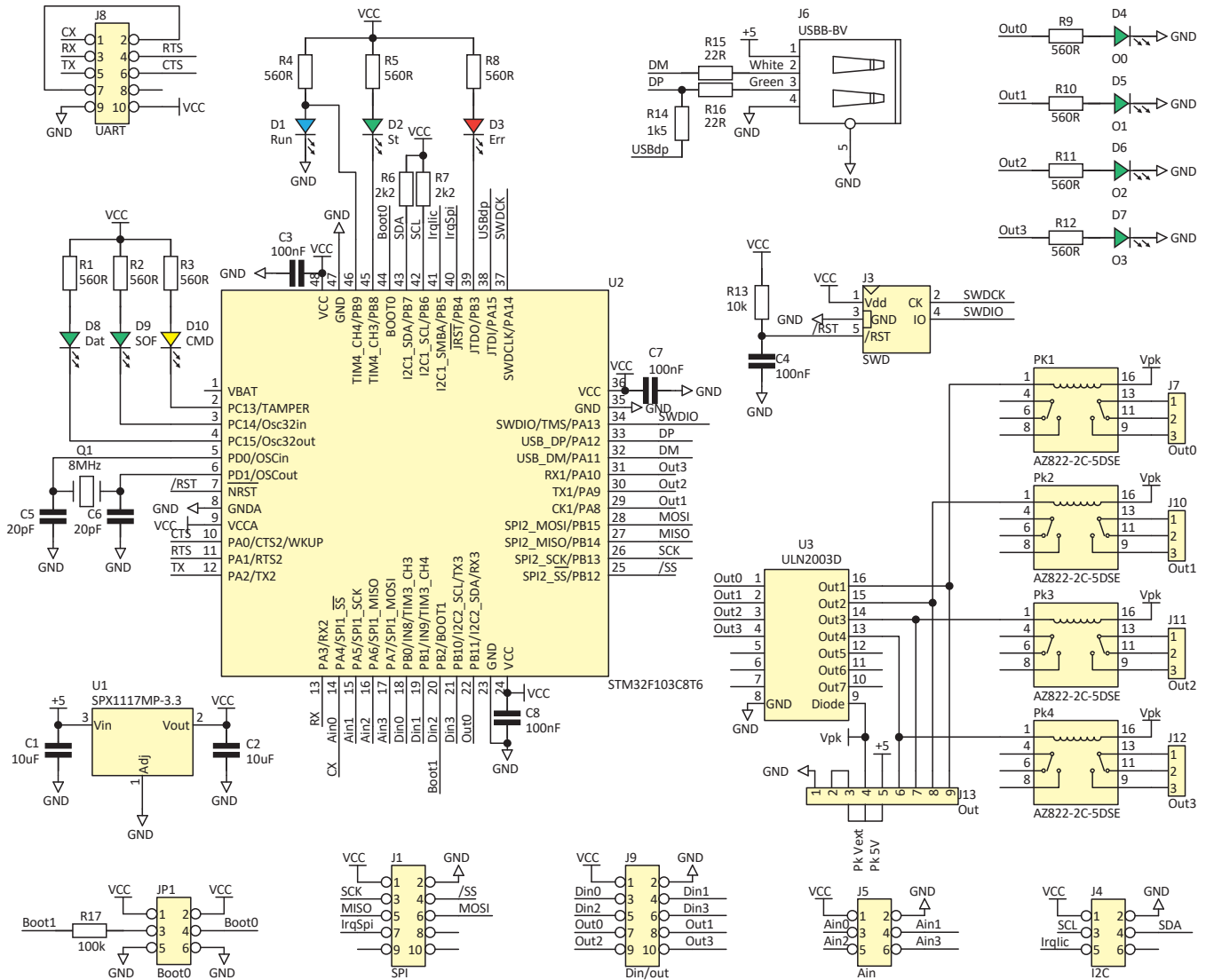
STM32

STM32

TECHDAYS

techdays@techdays.pl  
TECHDAYS.PL

ST CERTYFIKOWANY PARTNER SZKOLENIOWY  
It's augmented



Rysunek 1. Schemat ideowy modułu przekaźników z interfejsem USB

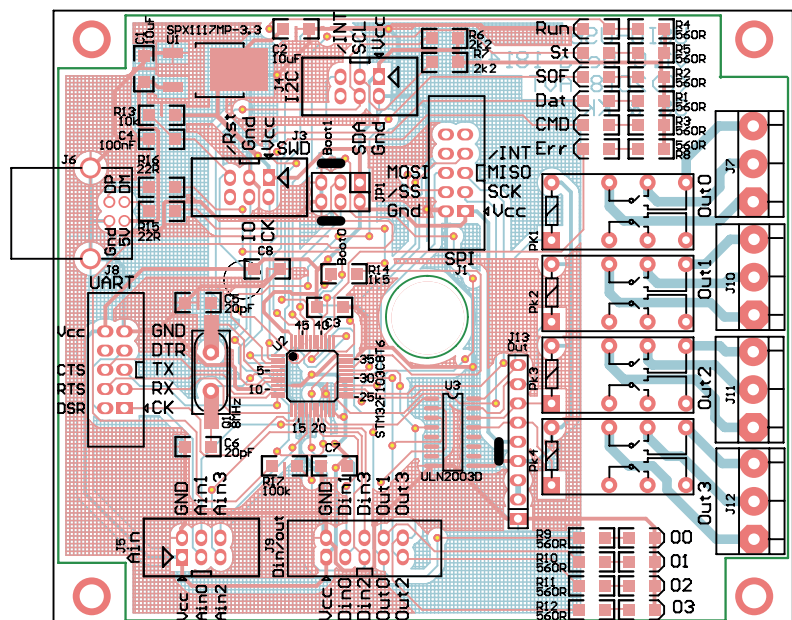
Moduł przekaźników otrzyma numer kolejnego wolnego portu w systemie. Jeśli w systemie był już zainstalowany sterownik o tych samych identyfikatorach VID i PID, to zobaczymy jego numer i nazwę. Niestety Windows w takiej sytuacji nie pokaże faktycznej nazwy urządzenia tylko tę, która pojawiła się podczas pierwszej instalacji sterowników. W systemie Linux nie jest wymagana instalacja sterowników. Urządzenia klasy CDC mają nadawane kolejne nazwy „ttyACM0” „ttyACM1” itd.

### Obsługa programowa

Komunikacja z modułem przebiega za pomocą nieskomplikowanego protokołu tekstowego. Podczas testowania programem terminala trzeba pamiętać, aby dane wysyłać w postaci kompletnych łańcuchów, a transmitując znak po znaku. Wygodne jest użycie „TeraTerm”, który to wysyła ciąg znaków po naciśnięciu klawisza „Enter”. W innych programach można posłużyć się kopiowaniem tekstu w oknie terminala (najczęściej CTRL+V) lub makrami, jak w BrayTerminal+.

W pierwszej kolejności należy wybrać w programie terminala numer portu COM, który nadał system Windows instalując

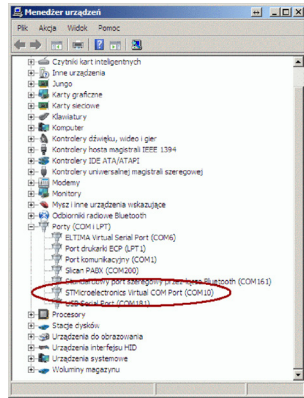
sterowniki. Parametry transmisji są nieistotne. Karta akceptuje komendy wymienione w tabeli 2. Komendy nie muszą



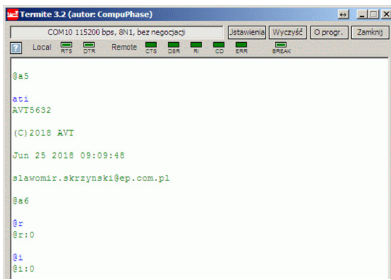
Rysunek 2. Schemat montażowy modułu przekaźników z interfejsem USB

kończyć się znakami CR/LF. Zmiana stanu wejścia, powoduje automatyczne wygenerowanie ramki „@i:” zwracającej stan wejść. Uwalnia to program od ciągłego odpytywania karty w celu sprawdzenia stanu wejść.

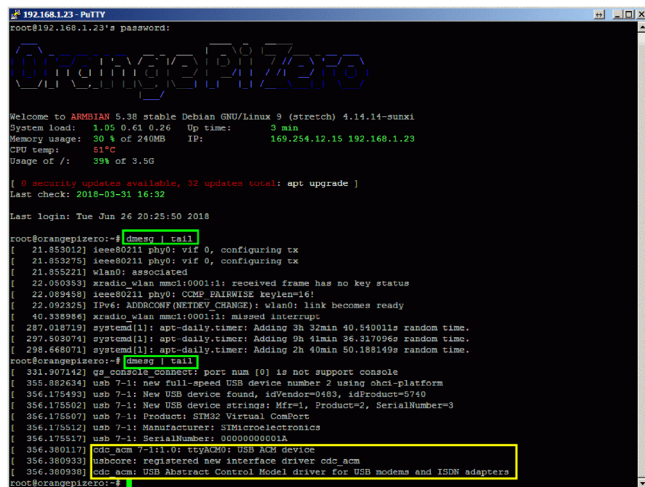
Na ekranie programu „Termite” widać efekty działania komend „ati” „@r”, „@i”



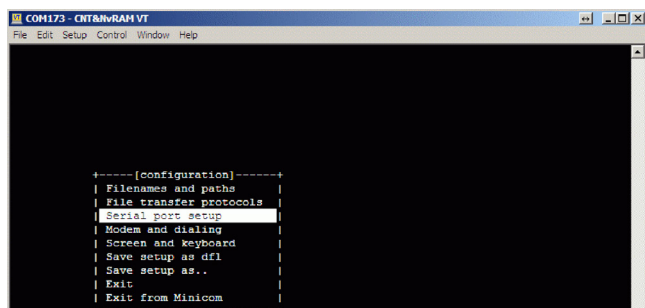
Rysunek 3. Nowy wirtualny port na liście Menedżera Urządzeń



Rysunek 4. Efekty działania komend „ati” „@r”, „@i”



Rysunek 5. Efekt działania komendy przed i po dołączeniu karty



Rysunek 6. Okno konfiguracji programu minicom

(rysunek 4). W Linuksie (Debian) listę ostatnio przyłączonych urządzeń wyświetlamy wydając komendę „dmesg | tail”. Na zrzucie ekranowym pokazano efekt działania komendy przed i po przyłączeniu modułu przekaźników (rysunek 5). Do komunikacji można wykorzystać „minicom”. Uruchamiając program z parametrem „-s” (minicom -s) zostanie wyświetlone okno konfiguracji (rysunek 6). Wybierając „Serial port setup” możemy zmienić ustawienia portu komunikacyjnego (rysunek 7). Na rysunku 8 pokazano efekt działania komendy zmieniającej stan wejść cyfrowych. Przy okazji warto

**Wykaz elementów:**

**Rezystory:** (SMD 1206)

- R14: 1,5 kΩ
- R6, R7: 2,2 kΩ
- R13: 10 kΩ
- R15, R16: 22 Ω
- R17: 100 kΩ
- R1..R5, R8..R12: 560 Ω

**Kondensatory:**

- C1, C2: 10 μF (SMD 1206)
- C5, C6: 20 pF (SMD 1206)
- C3, C4, C7, C8: 100 nF (SMD 1206)

**Półprzewodniki:**

- U1: SPX1117MP-3.3 (SOT223)
- U2: STM32F103C8T6 (LQFP48)
- U3: ULN2003D (S016)
- D1: LED niebieski
- D2, D4..D9: LED zielona
- D3: LED czerwona
- D10: LED żółta

**Inne:**

- Q1: rezonator kwarcowy 8 MHz
- PK1..PK4: A2822-2C-5DSE
- JP1: goldpin 3x2
- J1, J8, J9: ZL231-10PG (KG)
- J3..J5: T821-1-06-S1
- J6: USB-B
- J7, J10..J12: TB-5.0-PP-3P + TB-5.0-PIN24
- J13: goldpin 1x9

że program odzwierciedla faktyczny ich stan, dlatego po uruchomieniu programu, jeśli karta ma załączone przekaźniki, będzie to odpowiednio pokazywane (rysunek 11). Wyświetlany jest także stan wejść cyfrowych, a utrata połączenia USB będzie sygnalizowana w chwili próby zmiany stanu przekaźnika stosownym komunikatem (rysunek 12).

Numer wybranego portu COM jest zapamiętywany w pliku „.ini”. Dzięki temu, po kolejnym uruchomieniu programu połączenie z kartą zostanie nawiązane automatycznie o ile będzie dołączona do komputera.

**Dodatkowe materiały do pobrania ze strony [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl)**

**W ofercie AVT\* AVT-5632**

**Podstawowe parametry:**

- 4 wyjścia przekaźnikowe, 4 wejścia binarne.
- Opcjonalny pomiar za pomocą 4 wejść analogowych.
- Zasilanie z poru USB, opcjonalnie – przekaźniki z zewnętrznego zasilacza.
- Maksymalny pobór prądu po załączeniu wszystkich przekaźników: 100 mA.
- Opcjonalnie: 4 wejścia analogowe, interfejsy SPI, I<sup>2</sup>C, USART.
- 10 diod LED sygnalizujących stan urządzenia.
- Aplikacja sterująca dla Windows.
- Możliwość sterowania z programu (terminala) za pomocą komend tekstowych.
- Czas reakcji na zmianę stanu wejść: 1 ms, wyjść: 1 ms+czas zadziałania przekaźnika.
- Wymiary dostosowane do obudowy KM-35.

**Projekty pokrewne na [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl):**

- AVT-5588 Sterownik-timer z 8 przekaźnikami (EP 6/2017)
- AVT-1916 Konfigurowalny przełącznik 4-kanałowy (EP 8/2016)
- AVT-1890 Moduł przekaźników z USB (EP 6/2016)
- AVT-5538 Moduł złączający z triakami (EP 5/2016)
- AVT-3130 Moduł I/O sterowany przez USB (Edw 5/2015)
- AVT-1815 4-kanałowy przełącznik sterowany dowlonem pilotem IR (EP 8/2014)
- AVT-5368 Programowalny moduł przekaźników (EP 11/2012)
- AVT-5353 Moduł przekaźników z interfejsem USB
- AVT-1691 Uniwersalny moduł przekaźnikowy (EP 8/2012)
- AVT-1679 Moduł wykonawczy z triakami (EP 6/2012)
- AVT-1659 8-kanałowy miniaturyowy moduł przekaźników (EP 1/2012)
- AVT-1656 Uniwersalny moduł wykonawczy (EP 12/2011)
- AVT-1560 8-kanałowa karta przekaźników (EP 2/2010)
- AVT-1481 Przekaznikowy moduł wykonawczy (EP 8/2008)
- AVT-925 Karta przekaźników na USB (EP 4/2006)

**Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.**

Wymagana umiejętność lutowania!  
 Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym UK) – jeśli występuje w projekcie, które należy samodzielnie wzlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.  
 Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:  
 • wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wzlutowane w płytkę PCB)  
 • wersja [A] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:  
 • wersja [A+] – płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja  
 • wersja [UK] – zaprogramowany układ  
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!  
<http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

wspomnieć, że w Linuksie, wklejanie to nie CTRL+V tylko SHIFT+INSERT.

**Aplikacja dla Windows**

Do sterowania kartą można użyć aplikacji, której zrzut ekranowy pokazano na rysunku 9. W pierwszej kolejności z listy należy wybrać odpowiedni VCOM.

Jest to łatwe, ponieważ na liście, poza numerem portu, zostaje wyświetlona „przyjazna” nazwa portu/urządzenia. Po kliknięcie na „Połącz” w oknie terminala zostanie pokazana nazwa i wersja programu karty (rysunek 10). Stan przekaźników można zmienić za pomocą przycisków. Należy zaznaczyć,

## Oprogramowanie mikrokontrolera

Program dla mikrokontrolera nie jest zbyt skomplikowany. W pętli głównej mikrokontroler aktualizuje rejestr watchdog, po czym jest mikrokontroler jest wprowadzany w tryb obniżonego poboru energii:

IWDG->KR =

0xaaaa;

\_\_WFI();

Ważniejsze fragmenty programu sterującego pracą modułu zamieszczono na **listingu 1**. Wystąpienie przerwania (od USB, timera) wybudza mikrokontroler,

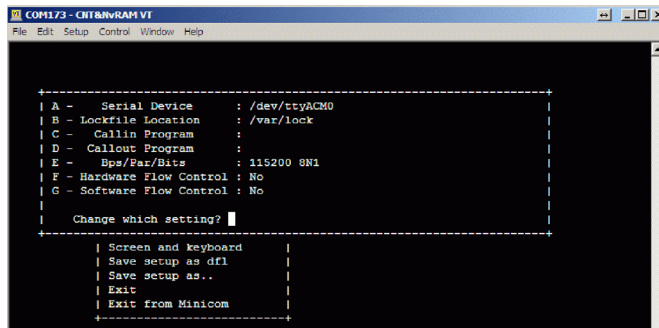
który sprawdza czy odebrano ramkę danych. Ponadto, jest sprawdzany stan wejść oraz testowana konieczność wysłania ramki „@a”. Fakt połączenia z hostem USB stwierdza się na podstawie obecności pakietów SOF:

```
void HAL_PCD_SOFcallback(PCD_HandleTypeDef *hpcd)
{
    USB_LL_SOF((USB_HandleTypeDef*)hpcd->pData);
    extern char volatile TimSof;
    TimSof = 50;
}
```

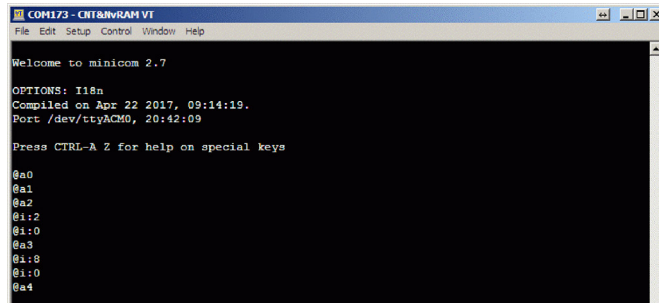
W przerwaniu jest aktualizowany timer softwareowy TomSof. Jeśli w przerwaniu

milisekundowym timer doliczy do zera, to jest to sygnalizowane przez zgaszenie diody LED.

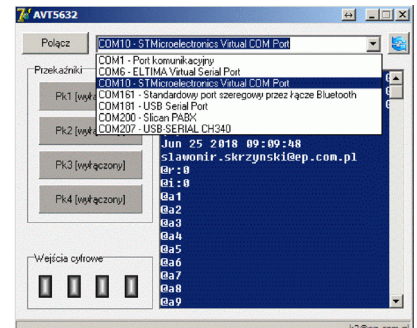
```
u8 volatile TimSof;
void Tick1ms()
{
    if( TimSof )
    {
        TimSof--;
        HAL_GPIO_WritePin( LED_SOF_GPIO_Port, LED_PIN_RESET );
    }
    else
    {
```



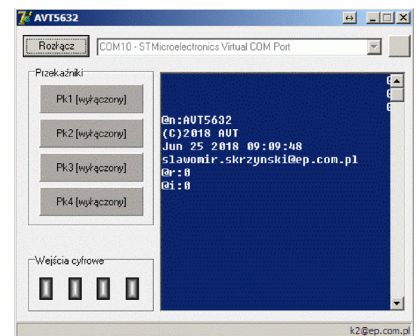
Rysunek 7. Zmiana ustawień portu komunikacyjnego



Rysunek 8. Efekt działania komendy zmieniającej stan wejść



Rysunek 9. Okno aplikacji sterującej modulem



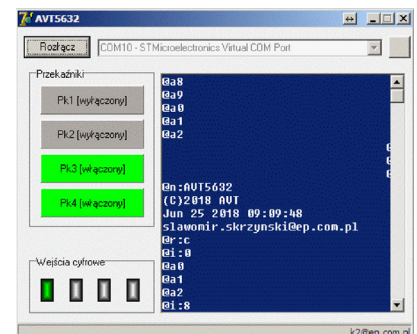
Rysunek 10. Informacja o wersji oprogramowania

```
HAL_GPIO_WritePin( LED_SOF_GPIO_Port, LED_SOF_Pin, GPIO_PIN_SET );
}
```

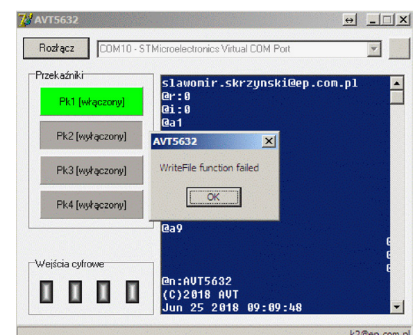
Aktualne oprogramowanie jest dostępne w materiałach dodatkowych dołączonych do artykułu. Najnowsze wersje dostępne na <http://avt.4ra.pl>.

ES2 & KK, EP  
es2@ep.com.pl, ka2@ep.com.pl

Tabela 2. Wykaz komend sterujących pracą modułu		
Komenda	Rezultat	Opis
ati	AVT5632	Zwraca nazwę karty. Komenda musi być zakończona znakiem CR, LF, CR+LF lub LF+CR. Wielkość znaków w komendzie nie ma znaczenia.
@n	@n:AVT5632 Jun 18 2018 12:20:56	Zwraca nazwę karty oraz datę i czas kompilacji programu.
@v	@v:10	Zwraca wersje oprogramowania.
@i	@i:x	Zwraca stan wejść cyfrowych w formie liczby HEX
@oW,S	@o:z	Ustawia stan S[0..1] wyjścia W[0..3]. Zwrotnie otrzymamy stan wyjść w postaci liczby HEX. Separator parametrów może być dowolnym znakiem (w przykładzie jest to przecinek).
@r	@r:x	Zwraca stan wyjść w postaci liczby HEX (jak w komendzie @o).
	@ax	Ramka generowana automatycznie przy braku komunikacji z z hosta przez ponad 5 sekund. X zawiera się w granicach 0..9. Ramka powtarzana co 2 sekundy. Nie jest zakończona znakiem CR+LF.
	@eV	Kod błędu: Zła wartość parametru.
	@eU	Kod błędu: Nieznany rozkaz.



Rysunek 11. Sygnalizowanie stanu przekaźnika



Rysunek 12. Komunikat o utracie połączenia z modulem