

Moduł przekaźników z interfejsem USB

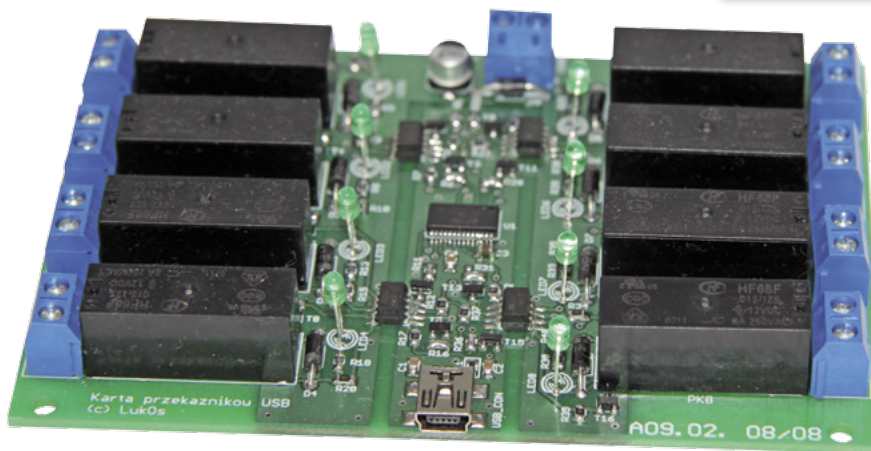

**AVT
5353**

Dużą popularnością cieszą się projekty urządzeń współpracujących z komputerem PC. Niegdyś popularny i łatwy w implementacji interfejs RS232, wydaje się powoli odchodzić do lamusa. Większość współczesnych komputerów PC już nie jest w niego wyposażona. Stało się to za sprawą popularyzacji interfejsu USB, który jest bardzo przyjazny użytkownikowi (ale nie konstruktorowi opracowującemu urządzenie...). Wychodząc naprzeciw ich potrzebom, firma FTDI wykonała układy scalone konwerterów USB/UART, które zwalniają konstruktora lub programistę z konieczności wykonania skomplikowanego stosu komunikacyjnego USB.

Rekomendacje: mocną stroną projektu jest jego oprogramowanie, dzięki któremu moduł może przydać się do automatyzacji różnych zadań za pomocą komputera PC.

Wielu producentów takich układów dostarcza gotowe biblioteki DLL, które w połączeniu ze środowiskiem programistycznym upraszczają obsługę stosu USB od strony komputera PC. Przykładem są układy interfejsowe wytwarzane przez firmę FTDI, które zagościły w różnych projektach. Wydawać się może, że najbardziej popularnym jej produktem jest konwerter USB na UART – FT232R. Użyto go również w opisywanym projekcie urządzenia.

W module zastosowano nietypowy tryb pracy tego układu. Dzięki temu, zbędne okazało się zastosowanie mikrokontrolera. Moduł umożliwia sterowanie ośmioma przekaźnikami poprzez interfejs USB. Układ ma izolację galwaniczną pomiędzy komputerem PC, a układem wykonawczym w postaci przekaźników. Potencjał masy (GND) portu USB komputera jest różny od potencjału masy obwodu przekaźników, dzięki czemu jego użytkowanie jest bezpieczne.



Budowa i zasada działania

Schemat ideowy modułu pokazano na rysunku 1. Układ U1 (FT232R) jest konwerterem USB na UART. Do jego zasilania wykorzystano napięcie dostępne na złączu USB (+5 V), które poprzez filtr złożony z kondensatorów C1...C3 i dławika L1 zasilają układ FT232R oraz jego obwody I/O. W rzeczywistych warunkach napięcie to rzadko osiąga pełne 5 V i np. w moim komputerze PC wynosi około 4.84 V. Dzięki takiemu rozwiązaniu układ konwertera ma swoje niezależne zasilanie i jest całkowicie odizolowany od zewnętrznego obwodu zasilania bloku przekaźników, co minimalizuje ryzyko uszkodzenia portu USB.

W urządzeniu użyto jednego z dostępnych trybów pracy FT232R – *Enhanced Asynchronous Bit Bang Mode with RD# and WR# Strobes*. Umożliwia on używanie wszystkich sygnałów RS232 jak 8-bitowego portu I/O. Konfiguracja wyprowadzeń jest wtedy następująca: sygnałowi TXD (1) jest przyporządkowany bit 0 portu (sygnał OP1), sygnałowi RXD (2) – bit 1 portu (sygnał OP2), itd. Ostatni sygnał #RI (6) stanowi bit 7 portu I/O. Wszystkie sygnały wymieniono w tabeli 1.

W trybie asynchronicznym „bit Bang” dane wysłane do układu FT232R są zapisywane do jego portu I/O w takt wewnętrzny generatora zegarowego. Każda nóżka portu może być skonfigurowana niezależnie jako wejście lub wyjście. W układzie FT232R dostępny jest również tryb CBUS „bit bang mode”, w którym każde z wyprowadzeń CBUS0-4 można używać jako osobny sygnał I/O. W prezentowanym urządzeniu ten tryb nie jest używany. Działanie karty zostanie opisane na przykładzie kanału numer 1.

W ofercie AVT *

AVT-5353 A
AVT-5353 B
AVT-5353 C

Podstawowe informacje:

- Rozbudowany program sterujący.
- Sterowanie za pomocą aplikacji pracującej na komputerze PC.
- Bez mikrokontrolera - sterowanie jedynie za pomocą FT232R.
- Trzy tryby sterowania karta: Ręczne, Zegar oraz Program.
- Zasilanie części interfejsowej z portu USB, natomiast przekaźników z odrębnego zasilacza 12 V DC.
- Pełna separacja galwaniczna.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

[ftp://ep.com.pl](http://ep.com.pl), user: 15505, pass: 27mdt418

• wzory płytek PCB

• karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

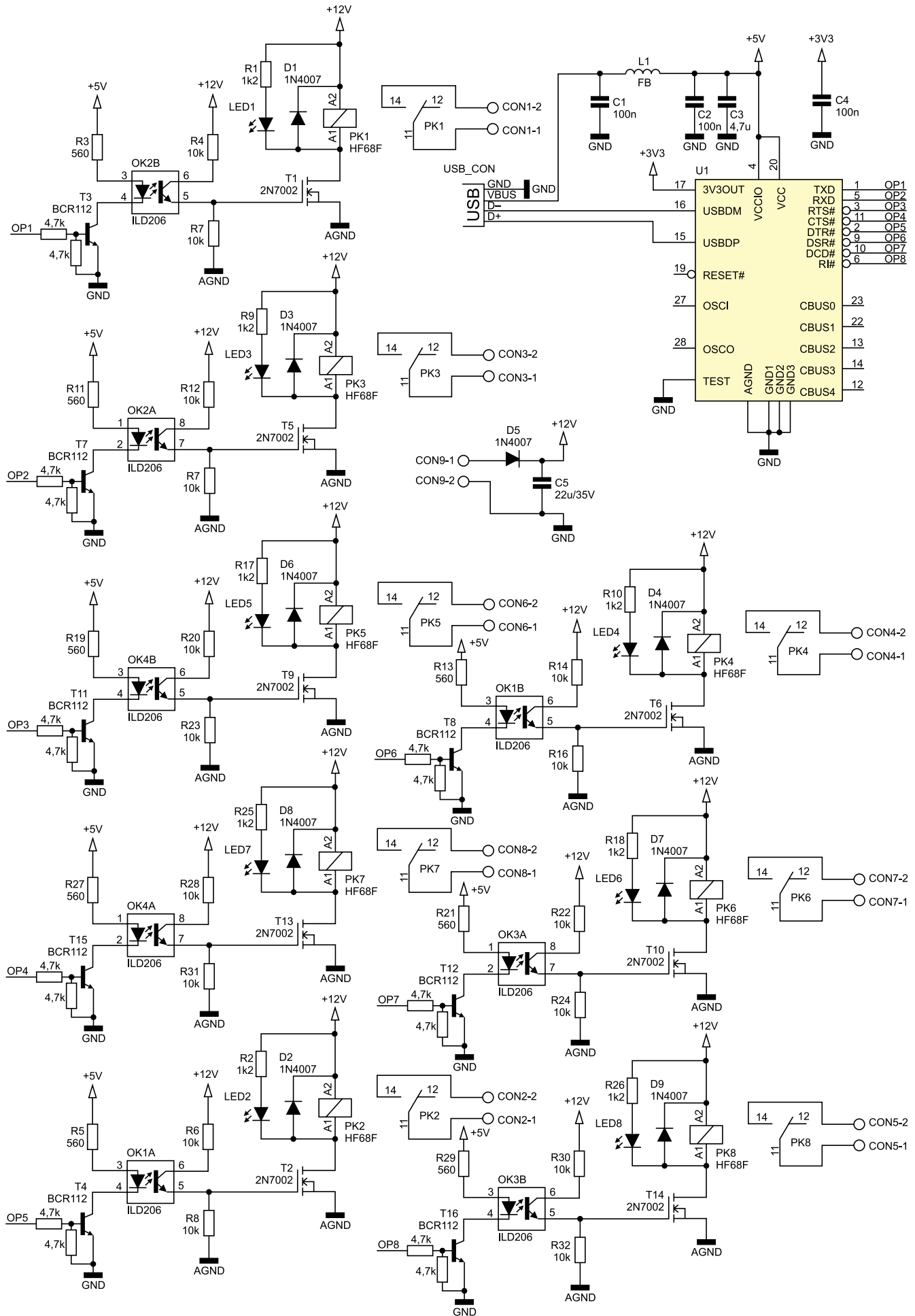
- AVT-5350 Moduł wykonawczy z interfejsem Ethernet (EP 6/2012)
- AVT-1659 8-kanałowy, miniatury moduł przekaźników (EP 1/2012)
- AVT-1656 Uniwersalny moduł wykonawczy (EP 12/2011)
- AVT-5295 Moduł przekaźników sterowanych przez Bluetooth (EP 6/2011)
- AVT-5250 Karta przekaźników z interfejsem Ethernet (EP 8/2010)
- AVT-5157 Przekaznik internetowy (EP 11/2008)
- AVT-2859 Internetowy sterownik urządzeń (EdW 3/2008)
- AVT-966 Karta przekaźników sterowana przez internet (EP 2/2007)
- AVT-925 Karta przekaźników na USB (EP 4/2006)
- AVT-531 Karta przekaźników (EP 7/2003)

* Uwaga:

Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach: AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych. AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych. AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych. AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlotowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie posiada obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf oprogramowanie (nie często spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można sięgnąć klikając w link umieszczony w opisie kitu)

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja posiada załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C) <http://sklep.avt.pl>

Sygnał OP1 jest podawany na bazę tranzystora cyfrowego T3, którego zadaniem jest wysterowanie wewnętrznej diody LED trans-



Rysunek 1. Schemat ideowy modułu z przekaźnikami i interfejsem USB

optora OK2 (ILD206). Te układy mają wbudowany dzielnik rezystancyjny w obwodzie bazy, co eliminuje konieczność użycia zewnętrznych elementów i oszczędza miejsce na płytce PCB (wszystko mieści się w typowej obudowie SOT-23). Rezystor R3 służy do ustalenia prądu płynącego przez wewnętrzną diodę LED w transoptorze OP2. Dla rezystora R3 o wartości 560 Ω prąd ten wynosi około 5 mA. Rezystory R4 i R7 służą do prawidłowego spolaryzowania wewnętrznego fototranzystora w strukturze transoptora OK2. Gdy dioda LED w strukturze transoptora nie świeci, to prąd kolektor – emiter fototranzystora w transoptorze OK2 jest bardzo mały. Potencjał bramki tranzystora T1 (MOSFET z kanałem N) jest bliski 0 V, co powoduje, że tranzystor T1 nie przewodzi. Przełącznik PK1 jest wyłączony. Gdy prąd diody LED zaczyna rosnąć, fototranzystor w OK2 zaczyna przewodzić. W efekcie tego wzrasta napięcie na rezystorze R7. W modelowym urządzeniu przy pełnym wysterowaniu, napięcie na rezystorze R7 (bramce T1) wynosi około 5,6 V. Powoduje to przewodzenie T1 i załączenie przełącznika PK1. Napięcie progowe bramka – źródło dla T1 wynosi typowo 2,5 V.

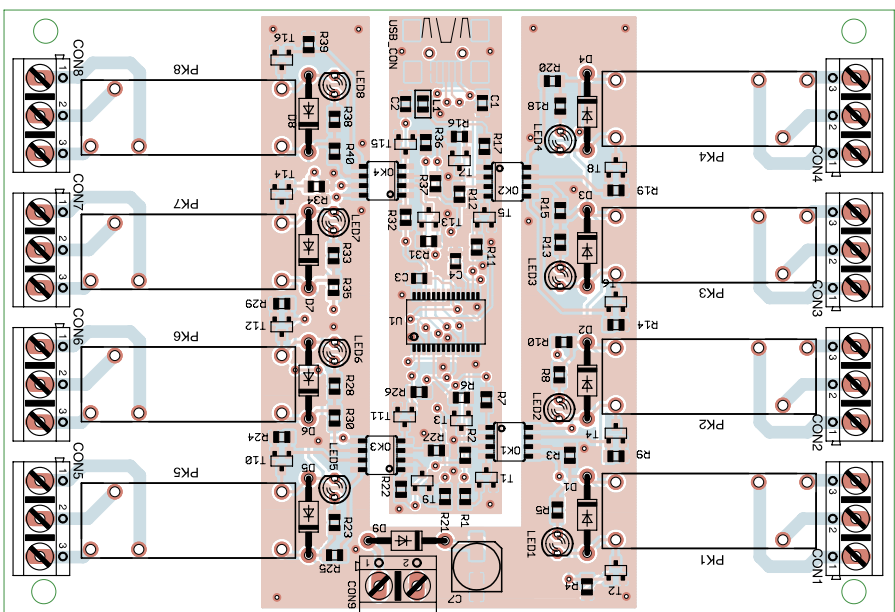
Dioda LED1 sygnalizuje pracę przełącznika PK1. Rezystor R1 ogranicza jej prąd do bezpiecznej wartości. Układy wykonawcze dla pozostałych kanałów (od 2 do 8) są identyczne. Przełączniki są zasilane ze źródła napięcia stałego 12 V, które jest doprowadzone do układu poprzez złącze CON9 (ARK). Dioda D5 zabezpiecza układ wykonawczy przed odwrotnym dołączeniem napięcia zasilania. Kondensator elektrolityczny C5 dodatkowo filtruje napięcie zasilania dla przełączników. Do złącz CON1-CON8 należy dołączyć obciążenie. Przełączniki mają styki normalnie otwarte. Dopuszczalny prąd styków przełącznika wynosi 8 A przy 250 V AC.

Montaż

Moduł przekaźników zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej, przy czym elementy elektroniczne znajdują się tylko na warstwie górnej. Na **rysunku 2** zaprezentowano schemat montażowy modułu. Zastosowano głównie komponenty do montażu powierzchniowego SMD. Montaż należy rozpocząć od elementów SMD zlokalizowanych w środkowej części płytki: rezystorów R3, R5, R11, R13, R19, R21, R27, R29 oraz tranzystorów T3, T4, T7, T8, T11, T12, T15, T16. Następnie należy zamontować układ U1 (FT232R), złącze USB (USB_CONN), kondensatory ceramiczne C1-C4 oraz dławik L1. Przed montażem układu U1, którego obudowa ma wąski raster wyprowadzeń (0,65 mm), zalecam zaopatrzenie się w dobrej jakości topnik i plecionkę. Topnik zwilży nóżki układu scalonego, a za pomocą plecionki usuniemy nadmiar cyny. Kolejnym

Tabela 1. Przyporządkowanie przełączników do 8-bitowego portu I/O

Nr wyprowadzenia FT232R	Nazwa sygnału	Numer kanału	Nazwa wyjścia	Nr przełącznika
1	D0	1	OP1	PK1
5	D1	2	OP2	PK2
Pk	D2	3	OP3	PK3
11	D3	4	OP4	PK4
2	D4	5	OP5	PK5
9	D5	6	OP6	PK6
10	D6	7	OP7	PK7
6	D7	8	OP8	PK8



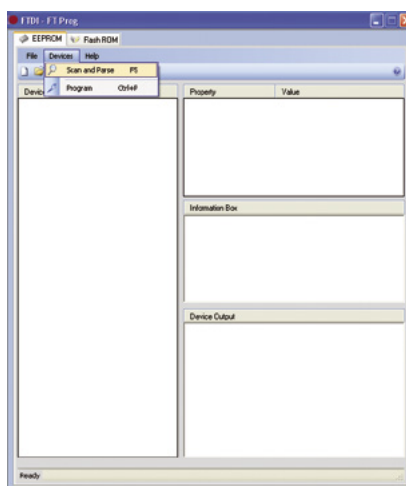
Rysunek 2. Schemat montażowy modułu z przełącznikami i interfejsem USB

krokiem jest montaż transoptorów OP1...OP4. Należy pamiętać o dokładnym sprawdzeniu orientacji układów U1 oraz OP1...OP4 na płytce, gdyż łatwo tutaj o pomyłkę. Teraz należy zamontować wszystkie elementy SMD w „części przełącznikowej” płytki, tzn. rezystory: R1, R2, R4, R6...R10, R12, R14...R18, R20, R22...R26, R28, R30...R32, tranzystory: T1, T2, T5, T6, T9, T10, T13, T14 oraz kondensator elektrolityczny C5. Na końcu montujemy elementy przewlekane:

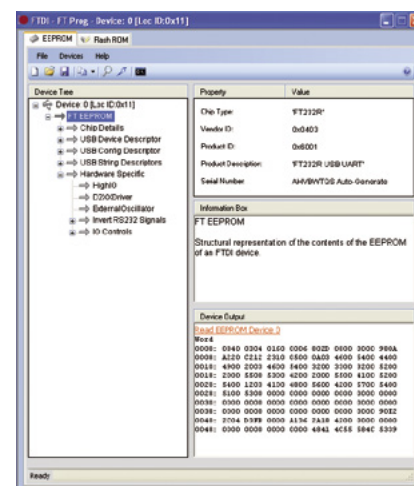
diody prostownicze D1...D9, diody świecące LED1...LED8, przełączniki PK1...PK8 oraz złącza typu CON1...CON9.

Uruchomienie

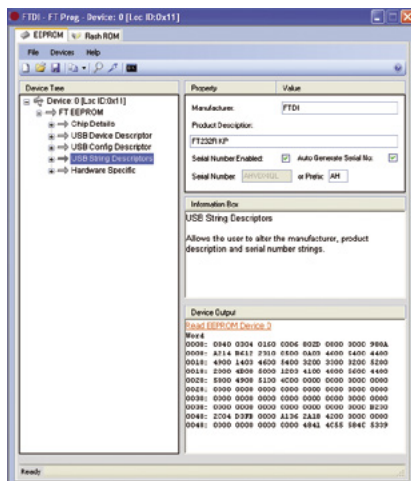
Do uruchomienia urządzenia przystępujemy po sprawdzeniu poprawności montażu. W tym celu do złącza CON9 dołączamy stałe napięcie zasilania +12 V. Gdy wszystkie przełączniki są aktywne, moduł pobiera za źródła zasilania prąd o natężeniu ok.



Rysunek 3. Wyszukiwanie dostępnych urządzeń



Rysunek 4. Ustawienia domyślne dla układu FT232R

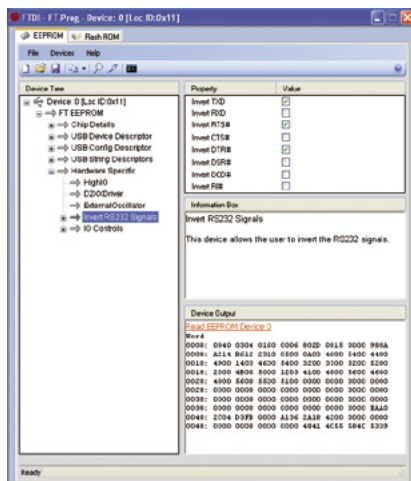


Rysunek 5. Zmiana nazwy urządzenia

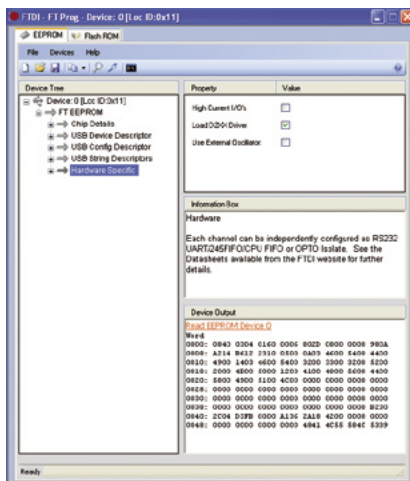
210 mA. Należy to mieć na uwadze, przy doborze zasilacza. Podłączamy kartę do komputera przez kabel ze złączem mini USB. Po tej czynności system Windows rozpozna nowe urządzenie i poprosi o wskazanie lokalizacji sterowników dla układu FTDI.

Jeżeli używamy układu po raz pierwszy, to sterowniki należy najpierw pobrać ze strony producenta www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm i następnie zainstalować. Sterowniki instalują się wraz z pierwszym urządzeniem bazującym na układach FTDI, potem Windows jest w stanie wyszukać je automatycznie.

Aby moduł został rozpoznany prawidłowo przez program sterujący, należy zmienić jego nazwę. Jeżeli tego nie zrobimy karta nie będzie w ogóle współpracowała z aplikacją. W tym celu należy pobrać programator układów FTDI - aplikację FT_PROG. Najnowsza wersja jest dostępna pod adresem internetowym www.ftdichip.com/Support/Utilities.htm#FT_Prog. To oprogramowanie wymaga zainstalowania platformy .NET Framework w wersji 4. Można je pobrać ze strony producenta tj. firmy Microsoft www.microsoft.com/download/en/details.aspx?displaylang=en&id=17718.



Rysunek 7. Zmiana polaryzacji sygnałów RS232



Rysunek 6. Zmiana ustawień sterowników

Po zainstalowaniu, uruchamiamy programator za pomocą skrótu na pulpicie (FT_PROG) lub klikamy na plik FT_PROG.exe zlokalizowany w katalogu docelowym po instalacji. Następnie wybieramy z menu: *Devices* -> *Scan and Parse* lub wciskamy klawisz F5 (rysunek 3). Program wyszukuje wszystkie dostępne urządzenia z układami firmy FTDI. Aby instalacja przebiegła sprawnie, zalecane jest odłączenie od złącz USB innych urządzeń, które też wykorzystują te układy.

Na rysunku 4 przedstawiono widok okna z podstawowymi ustawieniami układu. Nazwę (*Product description*) zmienia się w zakładce *USB String Descriptors*. Ustawienie domyślne to „FT232R USB UART”. Modułowi nadajemy nazwę „FT232R KP” (rysunek 5). Następnie klikamy na zakładkę *Hardware specific* i zaznaczamy pole *Load D2XX Driver* (rysunek 6). Dodatkowo, w zakładce *Hardware specific* -> *Invert RS232 signals* zaznaczamy pola: *Invert TXD*, *Invert RTS#* oraz *Invert DTR#* (rysunek 7). Teraz przyszła kolej na zaprogramowanie wszystkich ustawień do wewnętrznej pamięci EEPROM. W tym celu wybieramy z menu, *Devices* -> *Program* lub używamy skrótu klawiszowego Ctrl+P. Po pojawieniu się okienka jak na rysunku 8, naciskamy klawisz *Program*. Po chwili powinien pojawić się komunikat o poprawnym zaprogramowaniu pamięci. Kolejnym krokiem jest odłączenie i ponowne podłączenie karty do portu USB w celu zainstalowania sterowników (lub prościej – naciskamy przycisk *Cycle ports*). Postępujemy analogicznie jak przy pierwszym podłączeniu urządzenia do portu USB. Następnie sprawdzamy w Menedżerze Urządzeń, czy karta jest poprawnie widziana przez system.

Obsługa programu

Do poprawnej pracy aplikacji wymagany jest pakiet .NET Framework w wersji 4 oraz Visual Basic Power Pack w wersji 10 (<http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=145727&clid=0x804>). Po uruchomieniu programu (plik PKv103.exe) w lewym dolnym rogu jest wy-

Wykaz elementów

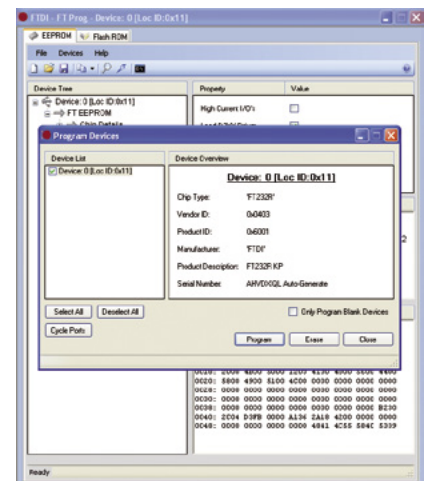
Rezystory: (SMD 0805)
 R1, R2, R9, R10, R17, R18, R25, R26: 1,2 kΩ
 R4, R6...R8, R12, R14...R16, R20, R22...R24, R28, R30...R32: 10 kΩ
 R3, R5, R11, R13, R19, R21, R27, R29: 560 Ω

Kondensatory: (SMD 0805)
 C1, C2, C4: 100 nF/50 V
 C3: 4.7 μF/6,3 V
 C5: 22 μF/35 V (elektrolityczny)

Półprzewodniki:
 D1...D9: 1N4007
 LED1...LED8: LED zielona, Ø3 mm
 T1...T2, T5...T6, T9...T10, T13...T14: 2N7002
 T3...T4, T7...T8, T11...T12, T15...T16: BCR112
 U1: FT232R (SSOP28)
 OK1...OK4: ILD206 (transpotor)

Inne:
 CON1...CON9: ARK500/2
 USB_CON: złącze mini USB-B, SMD
 L1: 33 μH (koralik ferrytowy, SMD 0805)
 PK1...PK8: przekaźnik HF68F, 8 A/250 V AC

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym



Rysunek 8. Programowanie układu FT232R

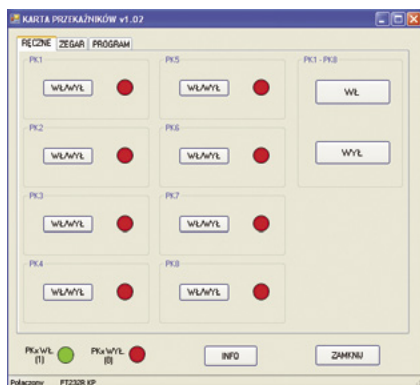
świetlany status połączenia karty z komputerem. Przy prawidłowej konfiguracji karty, widoczny będzie napis: „Połączony”, W przeciwnym wypadku pojawi się komunikat o błędzie. Dostępne są trzy tryby sterowania karta: *Ręczne*, *Zegar* oraz *Program*.

Pierwszy tryb umożliwia ręczne włączenie i wyłączenie każdego z przekaźników (rysunek 9). Każde naciśnięcie przycisku „WŁ/WYŁ” zmienia stan przekaźnika na przeciwny. Stan przekaźnika jest sygnalizowany za pomocą dwukolorowej kontrolki (zielona – przekaźnik włączony, czerwona – przekaźnik wyłączony).

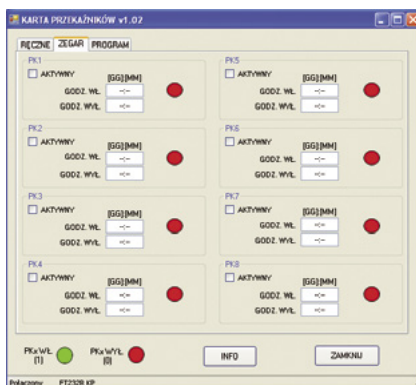
Listing 1. Przykładowy plik z programem

```

250
LOOP
11111111
00000001
00000010
00000100
00001000
00010000
00100000
01000000
10000000
00000000
01000000
00100000
00010000
00000100
00000010
00000001
11111111
    
```



Rysunek 9. Tryb sterowania kartą RĘCZNE



Rysunek 10. Tryb sterowania kartą ZEGAR



Rysunek 11. Tryb sterowania kartą PROGRAM

W trybie *Zegar* (rysunek 10) istnieje możliwość zaprogramowania godziny włączenia (GODZ. WŁ) oraz godziny wyłączenia (GODZ. WYL) dla każdego przekaźnika. Pola edycji godzin mają format [GG]:[MM]. [GG] oznacza jednostki godzin, natomiast [MM] – jednostki minut, np. 12:48. Zaznaczenie pola AKTYWNY powoduje, że dany przekaźnik będzie sterowany zgodnie z ustawionymi godzinami załączenia i wyłączenia. Program nie pozwala na wpisanie w pola edycji tej samej godziny włączenia i wyłączenia dla danego kanału.

Ostatni z trybów pracy – *Program*, pozwala na sterowanie przekaźnikami zgodnie ze zdefiniowaną sekwencją (rysunek 11). Dane są odczytywane z wcześniej przygotowanego

pliku tekstowego. Strukturę pliku pokazano na **listingu 1**. W pierwszej linii zdefiniowano podstawę czasu dla sekwencji wyrażoną w milisekundach (np. wartość 500 oznacza, że stany przekaźników zmieniają się co 500 ms). W drugiej linii jest podany typ sekwencji: *SINGLE* oznacza tryb jednokrotny (program wykona się tylko raz), *LOOP* oznacza pętlę (program będzie wykonywał się cyklicznie). W kolejnych wierszach znajduje się stany przekaźników wyrażone za pomocą liczb 8-bitowych w zapisie binarnym. Cyfra „1” oznacza, że przekaźnik jest włączony, cyfra „0” – wyłączony. Numeracja przekaźników zaczyna się od najstarszego bitu, tj. bitowi nr 7 odpowiada przekaźnik PK1, bitowi nr 6 odpowiada przekaźnik PK2, itd.

Program uruchamia się przyciskiem *START*. W każdej chwili istnieje możliwość zatrzymania programu za pomocą przycisku *PAUZA* oraz jego kontynuowania przyciskiem *WZNOW*, który jest wyświetlany po naciśnięciu przycisku *PAUZA*. Przycisk *STOP* anuluje wykonywanie programu.

Podstawa czasu może być ustawiana w granicach od 0,25...60 s. Aplikacja jest zabezpieczona przed odczytem błędnych danych z pliku. Rozbudowana obsługa błędów pozwala na szybkie zdiagnozowanie ewentualnych problemów ze sprzętem i oprogramowaniem.

Łukasz Ostafiński,
lukasz.ostafinski@gmail.com

REKLAMA

In Circuit Spy

ICS32sx

Wielofunkcyjne urządzenie kontrolno-pomiarowe



Wielofunkcyjne urządzenie kontrolno-pomiarowe, konfigurowalne przez użytkownika:

- analizator stanów logicznych - 32-kanały, 200 MS/s, wiele trybów wyzwalania
- częstotliwościomierz / okresomierz - 2-kanały, pomiar od 1 Hz do 250 MHz
- obsługa przez USB lub zdalna (TCP/IP), rozbudowany GUI oraz konsola
- polska konstrukcja i produkcja, otwarta architektura, pełna dokumentacja



ul. Przybyły 2, 43-300 Bielsko-Biała, tel. 33 499 59 00, 499 59 12
eda@evatronix.com.pl, www.evatronix.com.pl/eda