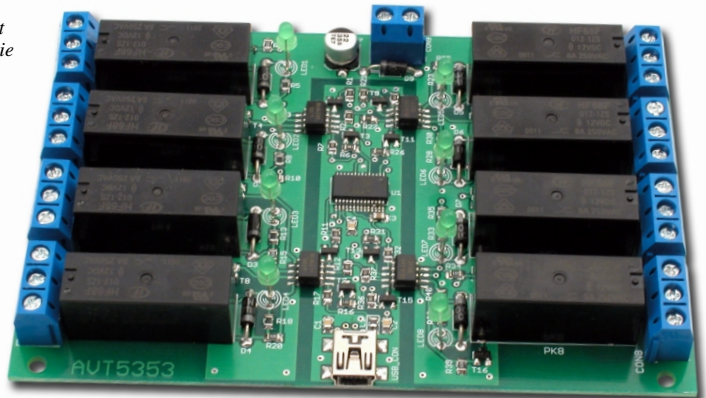


AVT 5353

Moduł przekaźników z interfejsem USB

Dużą popularnością cieszą się projekty urządzeń współpracujących z komputerem PC. Niedługo 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.

Właściwości

- 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

Do pobrania

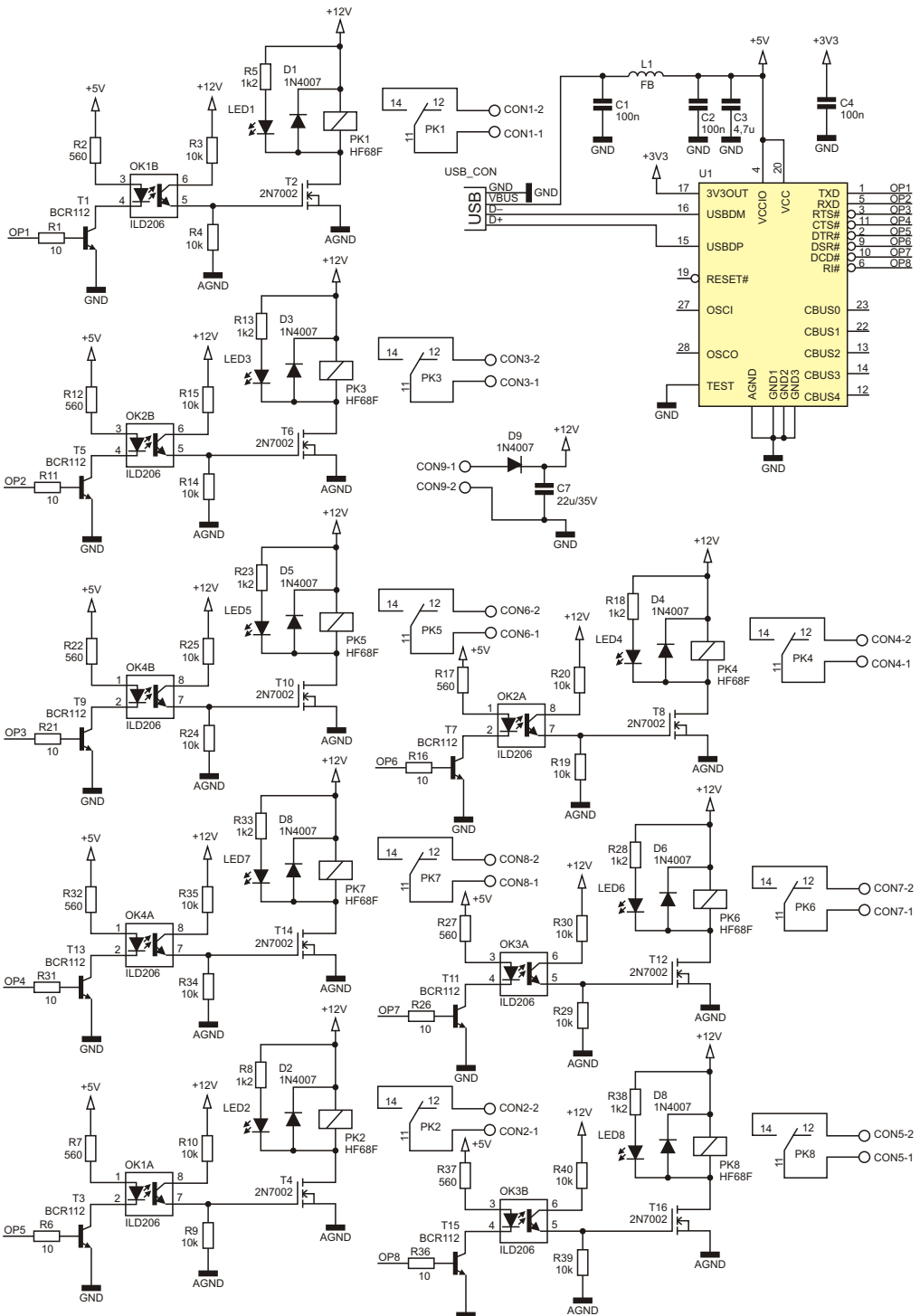
 instrukcja pdf: <http://serwis.avt.pl/manuals/AVT5353.pdf>

 sterowniki i oprogramowanie: <http://serwis.avt.pl/files/AVT5253.zip>

Opis układu

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 zasila układ FT232R oraz jego obwody I/O. 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 OPI), sygnałowi



Rys. 1 Schemat ideowy modułu z przekaźnikami i interfejsem USB

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 wewnętrzznego 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.

Sygnał OP1 jest podawany na bazę tranzystora cyfrowego T1, którego zadaniem jest wysterowanie wewnętrznej diody LED transoptora OK1 (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 R2 służy do ustalenia prądu płynącego przez wewnętrzną diodę LED w transoptorze OP1. Dla rezystora R2 o wartości 560 Ω w prąd ten wynosi około 5 mA. Rezystory R3 i R4 służą do prawidłowego spolaryzowania wewnętrznego fototranzystora w strukturze transoptora OK1. Gdy dioda LED w strukturze transoptora nie świeci, to prąd kolektor – emiter fototranzystora w transoptorze OK1 jest bardzo mały. Potencjał bramki tranzystora T2 (MOSFET z kanałem N) jest bliski 0 V, co powoduje, że tranzystor T2 nie przewodzi. Przekaznik PK1 jest wyłączony. Gdy prąd diody LED zaczyna rosnąć, fototranzystor w OK2 zaczyna przewodzić. W efekcie tego wzrasta napięcie na rezystorze R4. W modelowym urządzeniu przy pełnym wysterowaniu, napięcie na rezystorze R4 (bramce T1) wynosi około 5,6 V. Powoduje to przewodzenie T2 i załączenie przekaznika PK1. Napięcie progowe bramki – źródło dla T2 wynosi typowo 2,5 V. Dioda LED1 sygnalizuje pracę przekaznika PK1. Rezystor R5 ogranicza jej prąd do bezpiecznej wartości. Układy wykonawcze dla pozostałych kanałów (od 2 do 8) są identyczne. Przekazniki są zasilane z źródła napięcia stałego 12 V, które jest doprowadzone do układu poprzez złącze CON9 (ARK). Dioda D9 zabezpiecza układ wykonawczy przed odwrotnym dołączeniem napięcia zasilania. Kondensator elektrolityczny C7 dodatkowo filtruje napięcie zasilania dla przekazników. Do złącz CON1-CON8 należy dołączyć obciążenie. Przekazniki mają styki normalnie otwarte. Dopuszczalny prąd styków przekaznika wynosi 8 A przy 250 V AC.

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

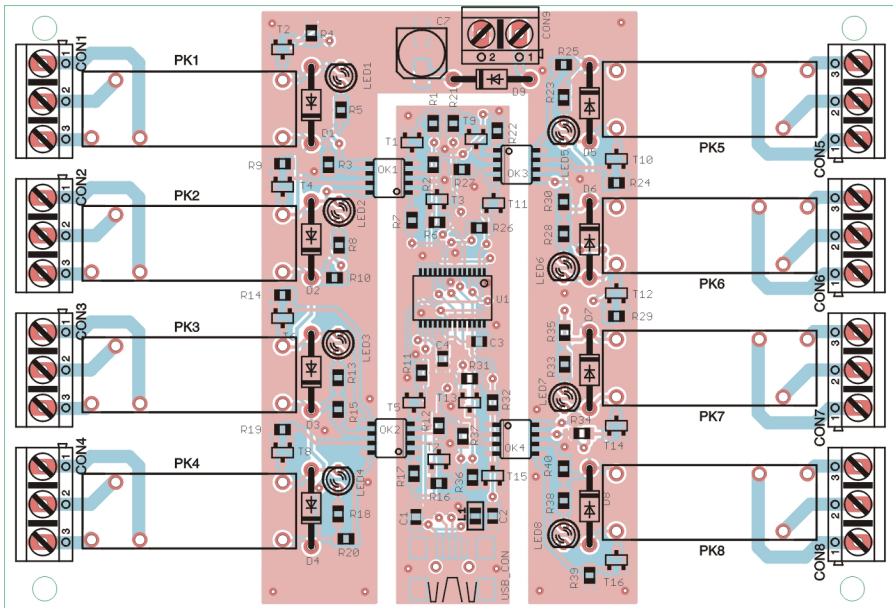
Nr wyprowadzenia FT232R	Nazwa sygnału	Numer kanału	Nazwa wyjścia	Nr przełącznika
1	D0	1	OP1	PK1
5	D1	2	OP2	PK2
Pk	D2	3	OP3	PK3
11	D3	4	OP4	PK4
2	D4	5	OP5	PK5
9	D5	6	OP6	PK6
10	D6	7	OP7	PK7
6	D7	8	OP8	PK8

Montaż i uruchomienie

Moduł przełączników 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. Następnie należy zamontować układ U1 (FT232R), złącze USB (USB_CONN), kondensatory oraz dławik L1. Przed montażem układu U1, którego obudowa ma wąski raster wyprowadzeń (0,65 mm), zalecamy zaopatrzenie się w dobrej jakości topnik i plecionkę. Topnik zwilży nóżki układu scalonego, a za pomocą plecionki usuniemy nadmiar cyny. Kolejnym 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, tranzystory oraz kondensator elektrolityczny C7. Na końcu montujemy elementy przewlekane: diody prostownicze D1...D9, diody świecące LED1...LED8, przełączniki PK1...PK8 oraz złącza CON1...CON9.

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. 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.

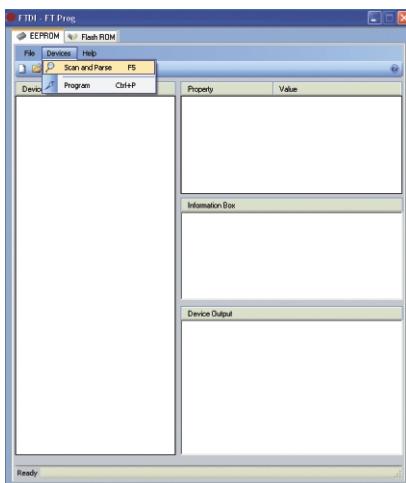
Jeżeli używamy układu po raz pierwszy, to sterowniki należy najpierw pobrać ze strony producenta www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm i następnie zainstalować. Sterowniki instalują się wraz z pierwszym urządzeniem bazującym na układach FTDI, potem Windows jest w stanie wyszukać je automatycznie.



Rys. 2 Schemat montażowy modułu z przekaźnikami i interfejsem USB

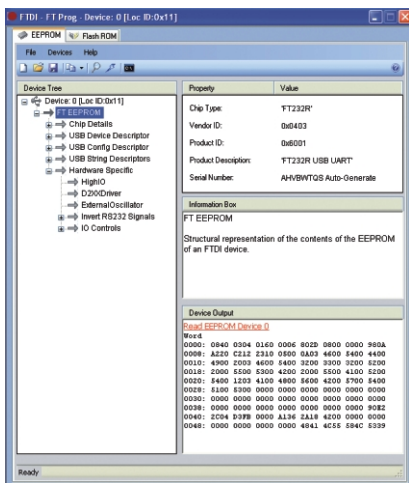
Aby moduł został rozpoznany prawidłowo przez program sterujący, należy zmienić jego nazwę. Jeżeli tego nie zrobimy karta nie będzie w ogóle współpracowała z aplikacją. W tym celu należy pobrać programator układów FTDI - aplikację **FT_PROG**. Najnowsza wersja jest dostępna pod adresem internetowym www.fidichip.com/Support/Utilities.htm#FT_Prog. 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.

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.

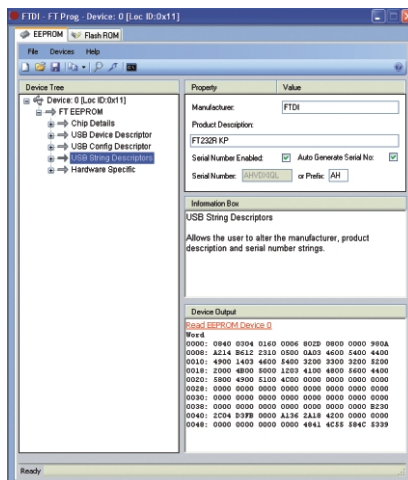


Rys. 3 Wyszukiwanie dostępnych urządzeń

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**).

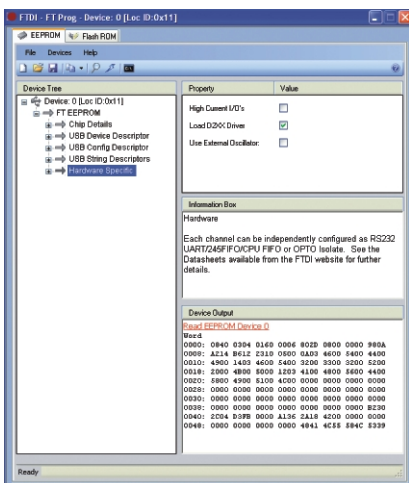


Rys. 4 Ustawienia domyślne dla układu FT232R

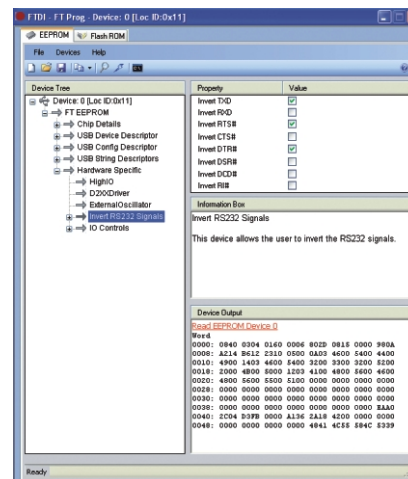


Rys. 5 Zmiana nazwy urządzenia

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**).

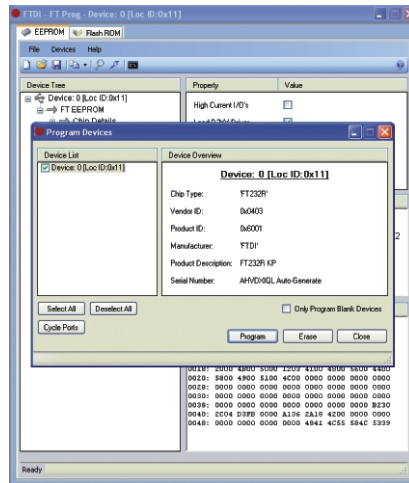


Rys. 6 Zmiana ustawień sterowników



Rys. 7 Zmiana polaryzacji sygnałów RS232

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 widzana przez system.



Rys. 8 Programowanie układu FT232R

Obsługa programu

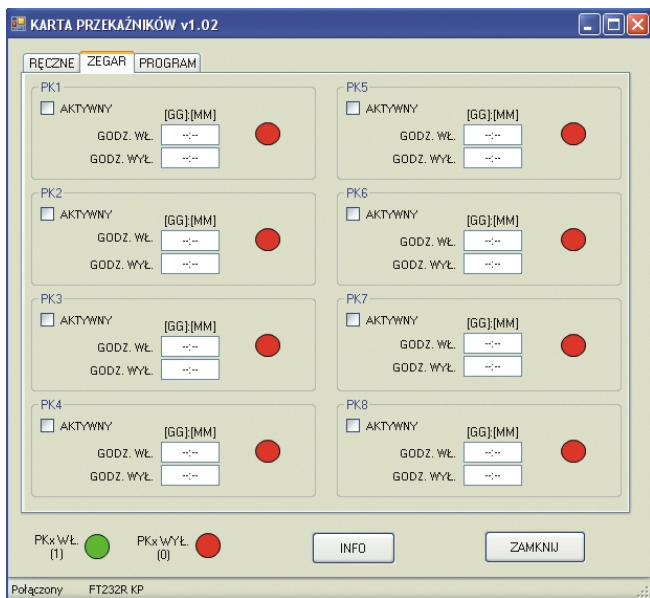
Do poprawnej pracy aplikacji wymagany jest pakiet .NET Framework w wersji 4 oraz Visual Basic Power Pack w wersji 10 (<http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkID=145727&clid=0x804>). Po uruchomieniu programu (plik PKv103.exe) w lewym dolnym rogu jest wyświetlany status połączenia karty z komputerem. Przy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



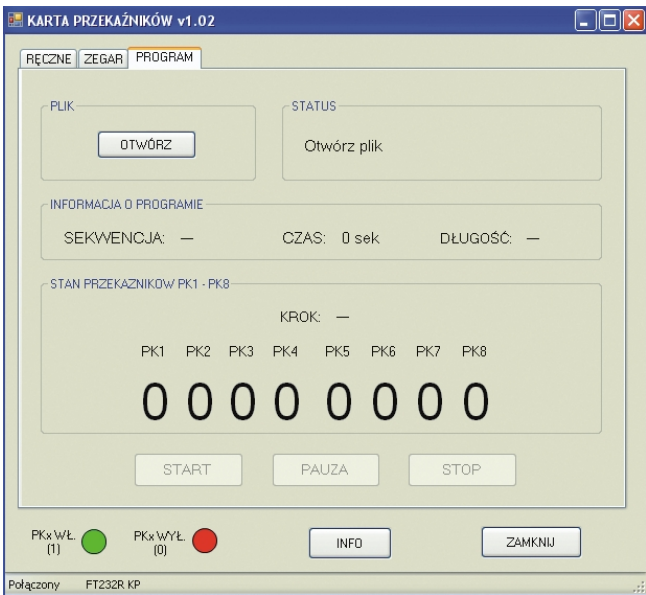
Rys. 9 Tryb sterowania kartą RĘCZNE

W trybie Zegar (**rysunek 10**) istnieje możliwość zaprogramowania godziny włączenia (GODZ. WŁ.) oraz godziny wyłączenia (GODZ. WYŁ.) 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.



Rys. 10 Tryb sterowania kartą ZEGAR

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**.



```

Listing 1 - Przykładowy plik z programem

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

Rys. 11 Tryb sterowania kartą PROGRAM

W pierwszej linii zdefiniowano podstawę czasu dla sekwencji wyrażoną w milisekundach (np. wartość 500 oznacza, że stany przełączników 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 przełączników wyrażone za pomocą liczb 8-bitowych w zapisie binarnym. Cyfra „1” oznacza, że przełącznik jest włączony, cyfra „0” – wyłączony. Numeracja przełączników zaczyna się od najstarszego bitu, tj. bitowi nr 7 odpowiada przełącznik PK1, bitowi nr 6 odpowiada przełącznik 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.

Wykaz elementów

Rezystory (SMD 0805):

R1, R6, R11, R16, R21, R26, R31, R36:	10 W
R5, R8, R13, R18, R23, R28, R33, R38:	1,2 kW
R3, R4, R9, R10, R14, R15, R19, R20, R24, R25, R29, R30, R34, R35, R39, R40:	10 kW
R2, R7, R12, R17, R22, R27, R32, R37:	560 W

Kondensatory (SMD 0805):

C1, C2, C4:	100 nF/50 V
C3:	1...4,7mF/6,3 V
C5:	22 mF/35 V (elektrolityczny)

Półprzewodniki:

D1...D9:	1N4007
LED1...LED8:	LED zielona, 3 mm
T2, T4, T6, T8, T10, T12, T14, T16:	2N7002
T1, T3, T5, T7, T9, T11, T13, T15:	BCR112
U1:	FT232R (SSOP28)
OK1...OK4:	ILD206 (transoptor)

Inne:

CON9:	ARK2/500
CON1...CON8:	ARK3/500
USB_CON:	złącze mini USB-B, SMD
L1:	33 mH (koralik ferrytowy, SMD 0805)
PK1...PK8:	przełącznik HF68F, 8 A/250 V AC

Zestaw powstał na podstawie projektu o tym samym tytule opublikowanego w *Elektronice Praktycznej* 07/12

**ELEKTRONIKA
PRAKTYCZNA**

www.ep.com.pl

Oferta zestawów do samodzielnego montażu dostępna jest na stronie internetowej www.sklep.avt.pl



Producent:
AVT-Korporacja sp. z o.o.
tel.: (22) 257-84-50
ul. Leszczyńska 11
fax: (22) 257-84-55
03-197 Warszawa

Dział pomocy technicznej:
tel.: (22) 257-84-58
serwis@avt.pl