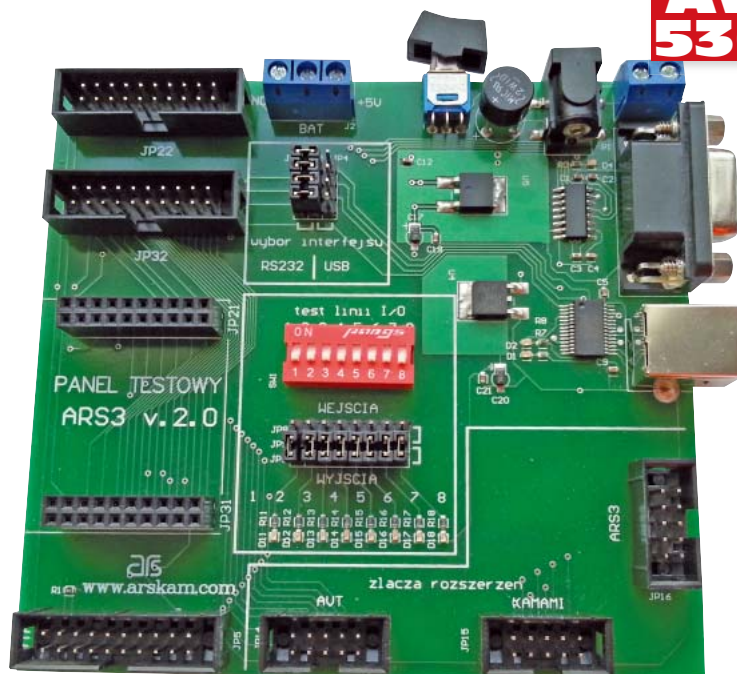


Płytki testowa dla radiowego modemu – sterownika

**AVT
5367**

Zaprezentowany w EP 10/2012 projekt „Modemu radiowego – sterownika” (AVT5364) byłby niekompletny bez dodatkowej płyty uruchomieniowej. Ma ona ułatwiać testowanie i zastosowanie urządzenia do przesyłania danych lub sterowania na odległość.

Rekomendacje: płytki ewaluacyjna przyda się do przetestowania funkcjonalności budowanego toru radiowego.



Radiowy modem-sterownik zaprojektowany został jako płytka drukowana mająca pełnić rolę modułu transmisji radiowej pracującym w większym urządzeniu. Do mocowania i do wyprowadzenia sygnałów służą dwa 20-stykowe złącza szpilkowe. Jako interfejs szeregowy użyto linii RxD i TxD mikrokontrolera pracujące z poziomami TTL 0 – 3,3/5V.

Aby przetestować moduł jest potrzebne urządzenie docelowe, w którym będzie pracować lub kilka dodatkowych układów, które na czas prób należy dołączyć do modemu – sterownika. Wszystko to mieści na jednej niewielkiej płytce drukowanej płytce testowej. Oprócz gniazd do zamocowania modułu modemu, są na niej układy stabilizatorów zasilania, interfejs USB i RS232 (zamiennie), dodatkowe złącza dające dostęp do wszystkich wyprowadzeń płytki modułu. Oprócz tego na płytce ewaluacyjnej zamontowano elementy pozwalające na przetestowanie w prosty sposób funkcji sterownika oraz gniazda do dołączenia urządzeń wykonawczych np. płytek przełączników.

Schemat ideowy i budowa

Na rysunku 1 zamieszczono schemat ideowy płytki ewaluacyjnej. Płytki modemu – sterownika jest mocowana w 20-stykowych gniazdach oznaczonych jako JP21 i JP31. Dostęp do każdego styku tych gniazd zapewniają ich równoległe odpowiedniki

oznaczone jako JP22 i JP32. Dodatkowo, gniazdo JP5 zapewnia dostęp do interfejsu JTAG modułu. Dzięki takiemu rozwiązaniu łatwo można przeprogramować mikrokontroler na płytce korzystając ze standardowego programatora przeznaczonych dla układów rodziny STM32Fxxx.

Jako interfejs USB zastosowano układ FT232R, natomiast interfejs RS232 oparto o układ MAX3232. Gniazda JP7 i P1 pozwalają na dołączenie interfejsów np. do komputera za pomocą standardowych kabli USB i RS232. Interfejsy będą służyły zarówno podczas pracy modułu w trybie modemu, jak i do manipulowania liniami I/O, gdy moduł pracuje jako sterownik zdalny.

Wybór jednego z interfejsów oraz dołączenie wyprowadzeń RxD i TxD mikrokontrolera na płytce modemu – sterownika odbywa się za pomocą zworek (jumperów) na polu połączeń JP2 – JP3 – JP4. Zależnie wybranego interfejsu wszystkie 4 zworki należy założyć albo na prawą albo na lewą stronę pola połączeń. Oprócz linii RXD i TXD, przełączeniu podlegają linie RTS i CTS, które mogą być używane przez oprogramowanie sterujące modułu radiowego. Diody LED D1 i D2 sterowane przez układ U3 sygnalizują odbiór i wysyłanie danych przez USB o ile zostanie on aktywowany.

Do zasilania modemu-sterownika oraz układów na panelu użyto dwóch napięć – 3,3 V oraz 5 V stabilizowane przez U5 i U4. Zastosowanie mostka prostowniczego D3

W ofercie AVT*

AVT-5367 A AVT-5367 B
AVT-5367 C

Podstawowe informacje:

- Płytki dwustronna o wymiarach 115 mm×105 mm.
- Napięcie zasilania 9...12 V DC.
- Płytki przeznaczona do uruchomienia i testowania funkcji modułu AVT5364 z EP 10/2012.
- Interfejsy USB (FT232R) oraz RS232
- Diody LED do sygnalizowania stanu wyjść.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 18231, pass: 5awm8742

- 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-5364 Modem radiowy – sterownik (EP 10/2012)
- AVT-5184 Tor transmisji bezprzewodowej (EP 5/2009)
- AVT-563 Radiomodem na pasmo 433MHz (EP 2/2004)
- AVT-517 Radiowy system zdalnego sterowania z kanałem zwrotnym (EP 7-8/2003)
- AVT-1350 Tor transmisji danych na podczerwień (EP 9/2002)
- AVT-1187 Tor transmisji danych w podczerwień (EP 8/1998)

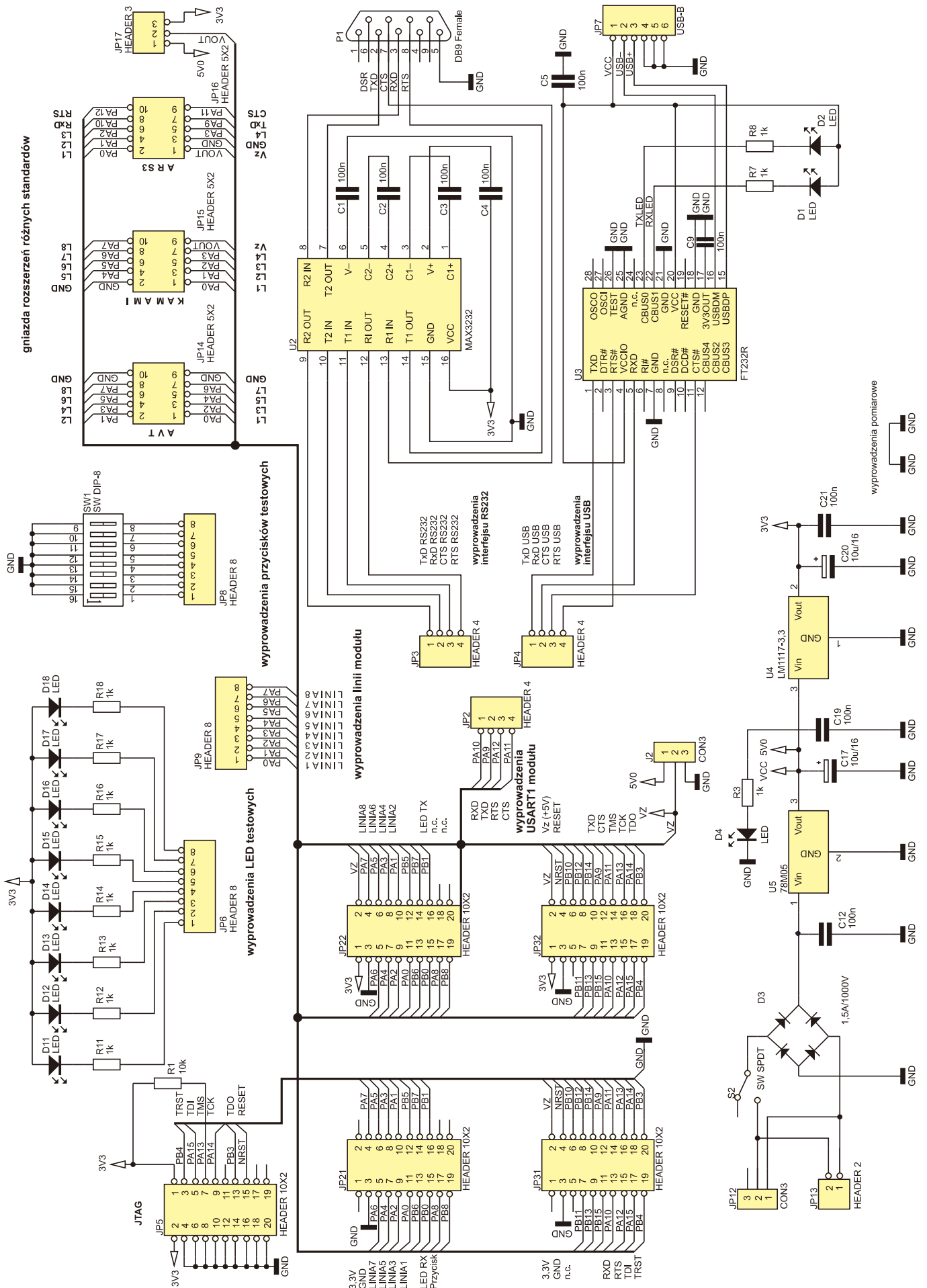
* Uwaga:

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.
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf.
AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu).

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

zapewnia właściwą polaryzację napięcia zasilającego doprowadzonego do gniazda JP12 lub JP13. Świecenie diody D4 oznacza, że płytka jest zasilana a napięcie podane na stabilizatory poprzez przełącznik S2.

Gniazda JP14, JP15 i JP16 są gniazdammi rozszerzeń pozwalającymi dołączyć zewnętrzne urządzenia wykonawcze. Roz-



Rysunek 1. Schemat ideowy płytki uruchomieniowej dla modemu – sterownika AVT5364

mieszczenie wyprowadzeń jest zgodne z nieoficjalnymi standardami stosowanymi na płytkach firm AVT i Kamami. Gniazdo oznaczone jako ARS3 jest przeznaczone dla planowanych kolejnych konstrukcji, podobnych do modemu-sterownika, ale działających jako niezależne, oddzielne urządzenia.

Płytkę modułu radiowego może pracować w dwóch trybach pracy: jako modem i jako sterownik mający 8 linii I/O o programowanych funkcjach. Na panelu do testowania tych linii przewidziano grupę elementów 8 diod LED (D11...D18) oraz 8-pozycyjny przełącznik SW1. Zależnie od dokonanego ustawienia, w opcjach konfiguracyjnych modemu-sterownika każda z linii może pracować jako wyjściowa lub wejściowa. Linia I/O w trybie wejścia może być sterowana ustawieniem odpowiedniego przełącznika SW1, natomiast w trybie wyjścia linia może sterować świeceniem się odpowiadającej jej diody LED. O tym czy do linii dołączony jest przełącznik czy dioda decyduje ustawienie zwrótu na kolejnym polu połączeń JP6-JP9-JP8. Ustawienie zwrótu w pozycji górnej dołącza przełącznik, a w dolnej diodę LED. Dioda zaświeci się, jeżeli na odpowiadająca jej linia wyjściowa zostanie wyzerowana.

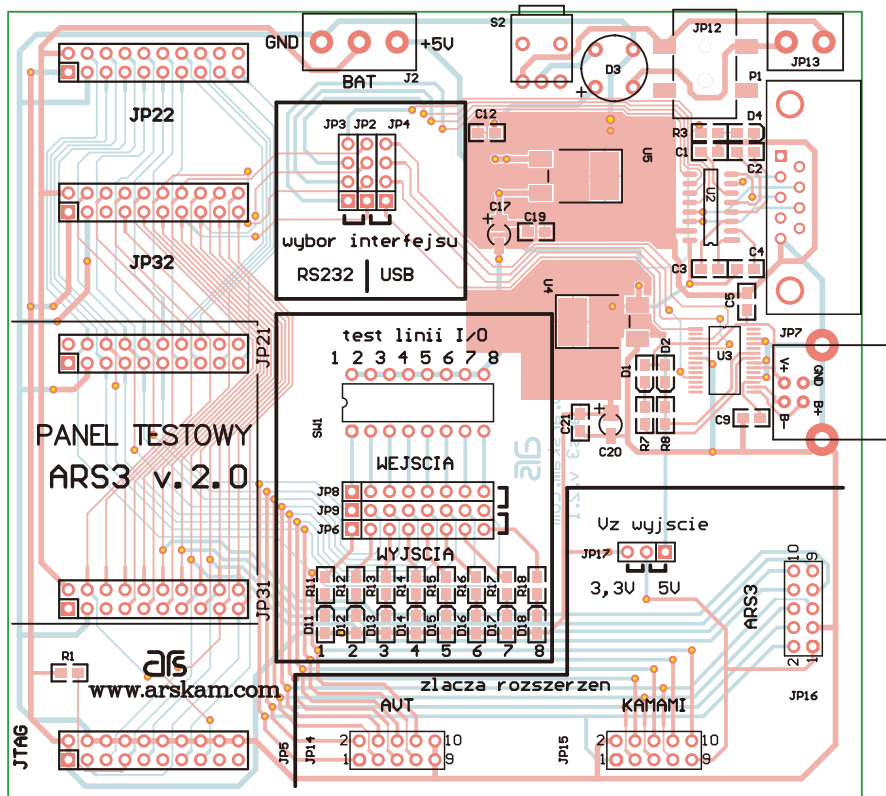
Nie zaleca się dołączania przełącznika do linii pracujących jako wyjściowe. Choć porty mikrokontrolera zabezpieczone są przed skutkami zwarcia do masy, jednak zawsze może to grozić ich uszkodzeniem.

Montaż

Schemat montażowy płytki uruchomieniowej pokazano na **rysunku 2**. Montaż płytki testowej nie jest skomplikowany. Najwygodniej jest przyłutować jako pierwsze średniej wielkości elementy SMD (w obudowie 0805). Szczególną uwagę należy zwrócić na polaryzację diod LED. Jako diody D11...D18 najlepiej jest zastosować diody różnokolorowe, a przynajmniej zamontować naprzemiennie diody jednego i drugiego koloru, co poprawi czytelność testowania linii I/O. Należy zwrócić uwagę na poprawne zamontowanie dwóch typów stabilizatorów U4 i U5, które mają podobne obudowy, ale różnią się rozmieszczeniem wyprowadzeń i napięciem pracy.

Lutując układy interfejsów U2 i U3 należy albo zaopatrzyć się w lutownicę o bardzo cienkim grocie, cienką cynę, topnik i plecionkę miedzianą do usuwania zwarć, których powstanie przy gęstym rastrze wyprowadzeń jest bardzo prawdopodobne.

Jako gniazda JP31, JP21 można zastosować podwójne złącza albo złożyć je z dwóch pojedynczych listew 10-stykowych. Pozycja gniazd zostanie dokładnie ustalona, jeśli w momencie montażu zostaną one zamocowane na stykach złączy płyt-



Rysunek 2. Schemat montażowy płytki uruchomieniowej dla modemu – sterownika AVT5364

ki modemu – sterownika. Po przyłutowaniu będą pasowały idealnie. Należy przy tym zwrócić uwagę na ustawienie wszystkich gniazd. Marker każdego gniazda odpowiada pierwszemu stykowi zaznaczonemu na płytce drukowanej. Przełącznik SW1 można wlotować bezpośrednio do płytki drukowanej albo można użyć 16-stykowej podstawki precyzyjnej, do której przełącznik będzie wkładany. Przy takim rozwiązaniu, nawet jeśli niektóre segmenty przełącznika na skutek częstego używania zaczną działać niepewnie łatwo będzie go wymienić na nowy. Jako 3-rzędowe pola połączeń można wykorzystać pojedyncze listwy styków o odpowiedniej długości. Tu także w momencie lutowania warto założyć zworki, które wszystkie listwy ustawią względem siebie w odpowiednich odległościach.

Na koniec należy pamiętać o wykonaniu z grubego drutu miedzianego lub ze srebrzanki zwory, która musi połączyć styki 1 i 2 złącza J2, co pozwoli na doprowadzenie zasilanie do płytki modemu. Gniazda można użyć do pomiaru prądu pobieranego przez płytkę i wtedy w miejsce zwrótu należy włączyć miliamperomierz. Można także – po usunięciu zwrótu do styków 2 i 3 złącza J2 – przyłączyć zewnętrzną baterię. Dzięki temu płytka będzie zasilana z mobilnego źródła, co pozwoli na łatwe przetestowanie zasięgu. Ponieważ w takim wypadku do portów szeregowych raczej nie będzie dołączony żaden komputer mogący być źródłem danych, do wysyłania należy skorzystać

z przycisku testowego modemu-sterownika. Po jego naciśnięciu automatycznie jest wysyłana i odbierana transmisja testowa, co ułatwia badanie zasięgu.

Dołączenie urządzeń wykonawczych

Do gniazd rozszerzeń panelu testowego można podłączać dodatkowe urządzenia wykonawcze. Jako przykład mogą posłużyć karty AVT1560, czyli „8-kanałowa karta przełączników” i AVT1679 – „8-kanałowa karta z optotriakami”.

Najpierw za pomocą programu narzędziowego ARSET należy wybrać tryb pracy jako wyjściowe odpowiednich linii I/O. Skrócony opis użycia programu narzędziowego znajduje się we wcześniejszej publikacji poświęconej modułowi modemu – sterownika. Na polu połączeń JP6-JP9-JP8 panelu należy dla wybranych linii wyjściowych ustawić zworki w pozycji dolnej lub w ogóle je usunąć. Następnie należy wykonać kabel połączeniowy. Będzie nim odcinek 10-żyłowej taśmy z zaciśniętymi na obu końcach wtykami IDC10. Jeden wtyk taśmy należy umieścić w złączu JP14 panelu oznaczonym jako „złącze rozszerzeń AVT”. Drugi powinien znaleźć się w 10-stykowym gnieździe karty AVT1560 lub AVT1679. Należy sprawdzić czy kabel został prawidłowo wykonany i czy na pewno styki pierwsze obu gniazd (zaznaczone markerami) są ze sobą połączone. Następnie należy podłączyć zasilanie do panelu i karty. Dalsze

**Wykaz elementów**

D3: mostek prostowniczy 1,5 A/1000 V

Rezystory:R3, R7, R8, R11...R18: 1 k Ω (SMD 0805)R1: 10 k Ω C17, C20: 10 μ F/16 V (tantalowy SMD)**Kondensatory:**

C1...C5, C9, C12, C19, C21: 100 nF (SMD 0805)

Półprzewodniki:

U2: MAX3232 (SO16)

U3: FT232R (SSOP28)

U4: LM1117-3,3 (TO-252)

U5: 78M05 (TO-252)

D1, D2, D4, D11...D18: dioda LED (SMD 0805, opis w tekście)

Inne:

J2: złącze ARK3

JP12: gniazdo typu „JACK” (np.

DC2025SMD)

P1: gniazdo DB9A/F

JP13: złącze ARK2

JP17: SIP-3 listwa pinów + zwora

JP2...JP4: SIP-4 listwa pinów + zwora

JP14...JP16: gniazdo IDC10 (2 \times 5 pin)

JP6, JP9: SIP-8 listwa pinów + zwory

JP5, JP22, JP31, JP32: gniazdo IDC10 (2 \times 10 pin)

SW1: DIP Switch 16-poz.

SW2: włącznik do druku RLSM102

JP7: gniazdo USB-B przewlekane

kroki zależą od tego czy urządzenia wykonawcze mają być sterowane bezpośrednio portem szeregowym czy zdalnie.

Przy sterowaniu bezpośrednim należy połączyć kablem wybrany port komputera z odpowiednim interfejsem na płytce testowej i uruchomić program ARSET. Na pierwszej zakładce programu znajduje się opcja automatycznego wykrywania dołączonego modemu – sterownika. Po sygnalizacji prawidłowego wykrycia urządzenia, należy się upewnić czy jest ustawiony w trybie pracy sterownika, ponieważ urządzenie pracujące jako modem nie może sterować liniami. Potem można przejść do zakładki sterowania liniami I/O i w ten sposób zmieniać stan dołączonych przełączników i optotriaków.

Przy zdalnym sterowaniu komputer należy połączyć z drugim panelem z modemem – sterownikiem, który będzie pełnił rolę retransmitera pośredniczącego pomiędzy komputerem a urządzeniem wykonawczym. Najpierw w opisany wcześniej sposób należy wykryć podłączony retransmitter, a potem wybrać opcję połączenia zdalnego i wykryć urządzenie wykonawcze. Po przejściu do zakładki sterowania liniami będzie można zdalnie zmieniać stan dołączonych przełączników i optotriaków.

Komendy sterujące pracą modemu-sterownika

Na koniec warto wspomnieć o innym sposobie sterowania liniami IO, niewymagającym stosowania programu narzędziowego ARSET. Można do tego użyć dowolnego układu np. mikroprocesorowego, który da się dołączyć do linii RxD i TxD portu szeregowego modemu-sterownika i który to układ będzie w stanie wysyłać krótkie komunikaty tekstowe.

Oprogramowanie radiowego modemu – sterownika oparto o system o nazwie ARS3 przeznaczony do tego typu urządzeń. Urządzenie z systemem ARS3 ma reagować na jednolity zestaw poleceń w trybie tekstowym, tak aby możliwa była łatwa zmiana funkcji urządzenia bez konieczności zmiany sposobu sterowania czy pisania od nowa programów narzędziowych. Chodzi o standardyzację i powtarzalność, tak aby dla nowego urządzenia nie trzeba było wszystkiego projektować od początku.

Modem – sterownik reaguje na dwa typy komend: rozkazy serwisowe i polecenia sterujące. Pierwsze ustawiają parametry pracy urządzenia (np. szybkość transmisji portu szeregowego), które są zapamiętywane w pamięci nieulotnej. Drugi typ komend wpływa na bieżący stan urządzenia np. po-

ziom wyjściowy linii IO i nie jest nigdzie zapamiętywany. Wysłanie rozkazu serwisowego musi być poprzedzone ustawieniem urządzenia w trybie serwisowym.

Normalnie urządzenie pracujące w trybie modemowym po odebraniu transmisji portem szeregowym powinno ją jak najszybciej przesłać drogą radiową do odbiorcy. Jednak rozkazy serwisowe nie powinny być wysyłane, gdyż przeznaczone są dla samego urządzenia. Dlatego należy zakończyć tryb modemowy i wprowadzić urządzenie w tryb serwisowy. Dzieje się to po przesłaniu 3 znaków plus „+++” poprzedzonych i zakończonych brakiem transmisji portem szeregowym przez czas nie krótszy niż czas przesłania 2 kolejnych znaków z aktualnie używaną szybkością transmisji. Ta sekwencja znaków ma charakter specjalny i w czasie normalnej pracy modemu nigdy nie powinna być wysyłana. Oczywiście 3 znaki „+” wysłane jako fragment większej paczki danych nie spowodują przełączenia modemu w tryb serwisowy. Zakończenie trybu serwisowego następuje samorzutnie po 10 s braku odbioru kolejnych rozkazów serwisowych lub natychmiast po odebraniu rozkazu „ATO”.

Każdy rozkaz serwisowy jest zgodny z formatem ogólnym. Rozpoczyna go prefiks złożony z liter „AT”, kodu lub numeru rozkazu, znaku trybu, danych i znaku kończącego, którym jest znak powrotu karetki (CR) o kodzie dziesiątym 13. Znak trybu określa czy jest to rozkaz odczytu danych zapisanych w pamięci nieulotnej, rozkaz zapisu do pamięci nowych ustawień, czy rozkaz odczytu zakresu parametru. Jako przykład niech posłuży odczyt i zmiana nazwy urządzenia, którą użytkownik może wybrać samodzielnie. Wysłanie przykładowej sekwencji do modemu-sterownika zmieni jego nazwę co można potem podejrzeć za pomocą programu ARMSET:

```
+++ komenda inicjacji trybu
serwisowego
OK(CR) odpowiedź urządzenia
inicjacja trybu serwisowego
ATC>(CR) komenda odczytu
dotychczasowej nazwy
AT$C<Abcd(CR) odpowiedź
przesłanie dotychczasowej nazwy
urządzenia , Abcd'
ATC?(CR) komenda odczyt
maksymalnej liczby znaków
w nazwie urządzenia
ATC=15(CR) odpowiedź nazwa może
mieć maksymalnie 15 znaków
AT$C=Efg komenda przesłanie
nowej nazwy urządzenia ,Efg'
OK(CR) odpowiedź urządzenia
potwierdzająca zapis do pamięci
nowej nazwy
ATO(CR) komenda zakończenia
trybu serwisowego
```

OK(CR) *odpowiedź urządzenia potwierdzająca zakończenie trybu serwisowego*

Należy dodać, że w skład nowej nazwy nie powinna wchodzić spacja ani żaden z następujących znaków: “,;: \$@%# ^ &= []”.

Właśnie w ten sposób program narzędziowy ARMSET przy pomocy rozkazów serwisowych odczytuje i zmienia parametry pracy modemu-sterownika.

Polecenia sterujące mogą sterować urządzeniem pracującym w trybie sterownika. Jeżeli urządzenie pracuje jako modem, nie może sterować swoimi liniami I/O. Polecenia sterujące rozpoczynają się prefiksem, którym jest znak dolar („\$”). Potem jest przesyłany identyfikator kolejnej transmisji. Ponieważ wszelka transmisja (a radiowa w szczególności) jest narażona na chwilowe przerwy, urządzenie nadawcze przy braku potwierdzenia odbioru może ponowić wysyłanie tej samej transmisji. Jeżeli urządzenie odbiorcze stwierdzi, że już odebrało poprzednio transmisję, ignoruje jej ponowne wykonanie a jedynie przesyła do nadajnika potwierdzenie. Do rozróżnienia czy transmisja jest nowa, czy powtórzona stosuje się identyfikator. Jest to znak cyfry dziesiątnej z przedziału 1...7. Kolejne transmisje muszą mieć różne identyfikatory z tego przedziału.

Następny znak będący z zasady dużą literą jest symbolem przesyłanego polecenia. Kolejne cyfry dziesiątne określają liczbę danych parametru polecenia. Jeżeli brak parametru, to będzie przesłana cyfra „0”. Cyfry oznaczające wielkość danych od pierwszego znaku parametru rozdziela znak powrotu karetki 13 dziesiątne. Polecenie kończy ostatni znak danych lub gdy brak parametru – znak powrotu karetki (CR) przesyłany za cyfrą „0”.

Do odczytu i zmiany poziomów na liniach I/O służy polecenie „I”. Poniższa sekwencja poleceń pokazuje jak można odczytywać i zmieniać ustawienie linii I/O urządzenia pracującego w trybie sterownika:

```
$1I0(CR) komenda bez parametru
oznacza tylko odczyt ustawionych
poziomów linii
$A1I1=1 2=1 3=0 4=1 5=0 6=0 7=0
8=0(CR) odpowiedź przesłanie
stanów ustawionych na kolejnych
8 liniach (0 -stan niski, 1
-stan wysoki)
$2I7(CR)2=0 8=1 komenda
ustawienia na linii 2 stanu
niskiego a na linii 8 stanu
wysokiego
$A2I1=1 2=0 3=0 4=1 5=0 6=0 7=0
8=1(CR) odpowiedź przesłanie
stanów ustawionych na kolejnych
8 liniach
```

Zmiana poziomu możliwa jest tylko dla linii I/O pracujących jako wyjściowe. Dla linii wejściowych możliwy jest tylko odczyt ich stanu a zmiana jest ignorowana. Przytoczona sekwencja poleceń będzie odczytywała i zmieniała stan linii urządzenia sterowanego bezpośrednio przez port szeregowy. W wypadku zdalnego sterowania urządzenia potrzebny jest dodatkowy modem – sterownik, który będzie pełnił rolę retransmitera, pośrednicząc pomiędzy urządzeniem sterującym np. komputerem a sterowanym modemem – sterownikiem. Retransmiter musi być także poinformowany, że odbierane polecenia nie są skierowane do niego ale powinien je przesyłać drogą radiową do wybranego odbiorcy. Służy do tego polecenie „F”, którego parametrem jest nazwa odbiorcy i (opcjonalnie) określenie jako medium transmisji toru radiowego pracującego w paśmie 433 MHz (litery „RA”). Po potwierdzeniu rozkazu „F” retransmiter będzie wysyłał drogą radiową wszystkie kolejne polecenia do odbiorcy. Urządzenie pośredniczące zakończy pracę jako retransmiter i zacznie reagować na polecenia sterujące po odebraniu kolejnego polecenia „F” bez dodatkowego parametru. W tym momencie wcześniejszy przykład sekwencji poleceń będzie wyglądał następująco:

```
$6F7(CR)Abcd RA komenda
przełączania urządzenia w tryb
retransmisji do odbiorcy
o nazwie ,Abcd'
$A6(CR) odpowiedź potwierdzenie
inicjacji trybu retransmisji
$1I0(CR) komenda odczytu
ustawionych poziomów linii
zdalnego odbiorcy
$A1I1=1 2=1 3=0 4=1 5=0 6=0 7=0
8=0(CR) odpowiedź przesłanie
stanów na kolejnych 8 liniach
(0 -stan niski, 1 -stan wysoki)
zdalnego odbiorcy
$2I7(CR)2=0 8=1 komenda
ustawienia na linii 2 stanu
niskiego a na linii 8 stanu
wysokiego
$A2I1=1 2=0 3=0 4=1 5=0 6=0 7=0
8=1(CR) odpowiedź przesłanie
stanów ustawionych na kolejnych
8 liniach
$3F0(CR) komenda zakończenia
trybu retransmisji
$A3(CR) odpowiedź potwierdzenie
zakończenia trybu retransmisji
```

Ryszard Szymaniak, EP