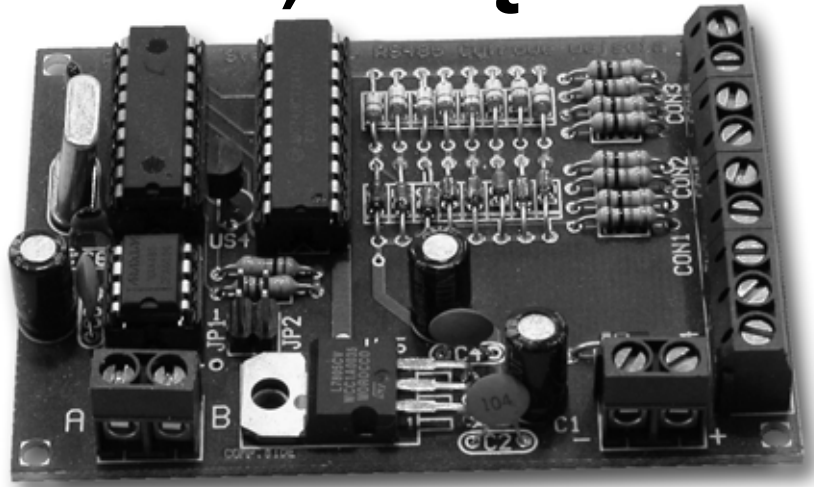


„Klocki” RS485, część 4

W czwartej, przedostatniej części artykułu przedstawiamy dwie karty wejść: cyfrowych i analogowych. Dzięki nim, system zaprezentowany w cyklu artykułów zyskuje możliwość kontroli różnorodnych zjawisk zewnętrznych.

Rekomendacje: „klocki” RS485 polecamy szczególnie tym Czytelnikom, którzy muszą przysłać dane na duże odległości z relatywnie dużą prędkością.



Karta wejść cyfrowych AVT-535

Karta wejść cyfrowych ma osiem wejść cyfrowych ze wspólną masą, zabezpieczonych przed zbyt wysokim napięciem (powyżej 5 V) oraz napięciem o polaryzacji ujemnej. Wejścia nie są galwanicznie odseparowane od interfejsu i wzajemnie od siebie, co należy wziąć pod uwagę podczas korzystania z karty.

Budowa karty

Schemat elektryczny karty wejść cyfrowych przedstawiono na rys. 15. Głównym elementem jest mikroprocesor PIC16F84A, który odpowiada za odbiór oraz nadawanie danych poprzez interfejs RS485 oraz - w zależności od odebranych danych - odczytuje stany wejść cyfrowych. Mikrokontroler pracuje z zewnętrznym rezonatorem o częstotliwości 4 MHz. Do zerowania mikrokontrolera zastosowano specjalizowany generator sygnału zerującego DS1813 (US3).

Do zabezpieczenia mikrokontrolera przed uszkodzeniem w przypadku podania na wejście cyfrowe sygnału o zbyt dużej amplitudzie zastosowano układ buforujący typu 74HC244. Zawiera on osiem buforów trójstanowych. Do przełączania wyjść buforów w stan wysokiej impedancji lub stan aktywny służą wyprowadzenia 1 i 19. Wyjścia buforów są na stałe ustawione w tryb aktywny poprzez dołączenie tych wejść do masy. Jako właściwe zabezpieczenie wejść zastosowano diody D1...D16 oraz rezystory R4...R11. Elementy

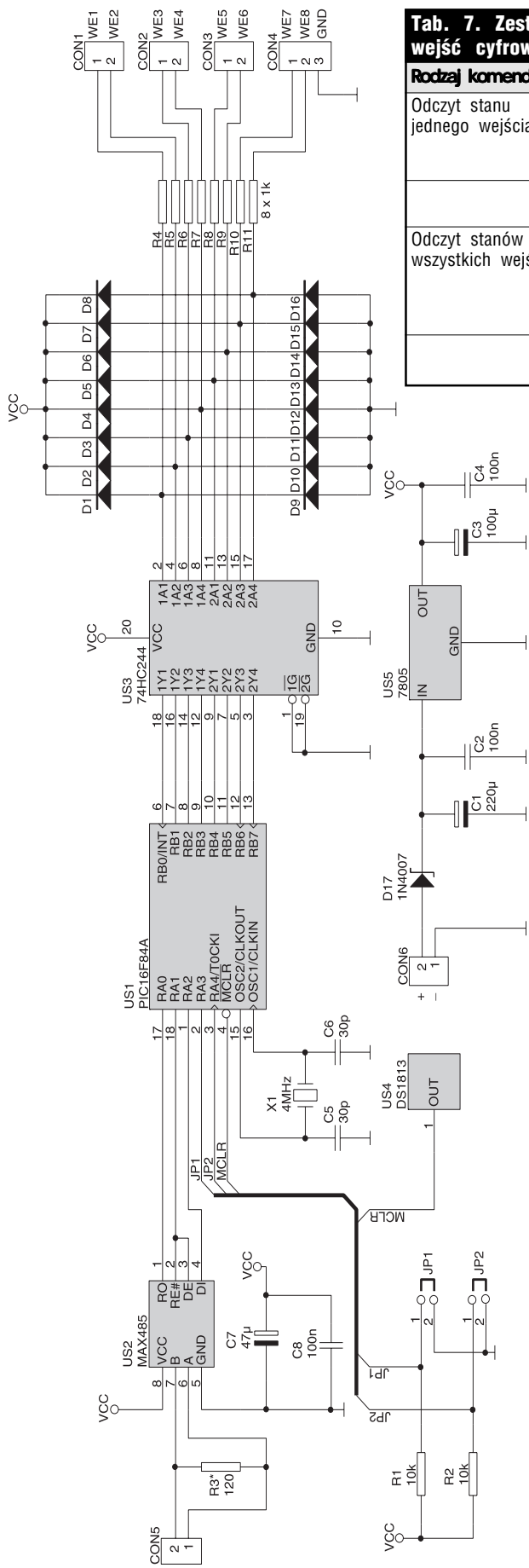
te powodują ograniczenie napięcia wejściowego, jeśli ma wartość większą niż 5,7 V lub napięcie jest niższe od -0,7 V. W przypadku pojawienia się napięcia przekraczającego podane progi, napięcia na wejściach układu US3 jest obniżane do bezpiecznego poziomu, a „nadwyżka” odkłada się na rezystorach R4...R12. Zastosowanie diod i rezystorów sprawia, że wejściowe napięcie może wynosić nawet 30 V lub więcej.

Za konwersję sygnałów z linii transmisyjnej do standardu TTL odpowiada układ MAX485 (US2). Dokonuje on również konwersji z poziomów TTL do poziomów RS485. W czasie spoczynku układ ten znajduje się w trybie odbiornika, ponieważ na wejściach DE panuje poziom niski wymuszony przez wyjście mikrokontrolera. Przełączenie w tryb nadawania układu MAX485 następuje tylko na czas wysyłania danych przez kartę wejść cyfrowych, a następnie zostaje przywrócony tryb odbioru, aby nie blokować linii transmisyjnej.

Dodatkowy rezystor R3* służy do dopasowania linii i powinien być zamontowany jedynie w jednym module, najbardziej oddalonym od nadajnika (konwertera RS232<->RS485). O jego montażu należy jednak zdecydować po połączeniu wszystkich modułów, gdyż w czasie testów okazał się zbędny. Zworka JP1 służy do zmiany podstawowego adresu, pod którym będzie zgłaszała się karta wejść cyfrowych. Natomiast zworka JP2 umożliwia powrót do podstawowe-

KlockiRS485to:

- AVT-530 - konwerter RS232<->RS485,
- AVT-531 - karta przekaźników,
- AVT-532 - karta triaków,
- AVT-533 - karta wyjść cyfrowych (aktywne GND),
- AVT-534 - karta wyjść cyfrowych (aktywne VCC),
- AVT-535 - karta wejść cyfrowych,
- AVT-536 - 8-wejściowa karta wejść analogowych,
- AVT-537 - 4-cyfrowy wyświetlacz LED,
- AVT-538 - 32-znakowy wyświetlacz LCD.



Rys. 15. Schemat elektryczny karty wejść cyfrowych stabilizator. Stabiliza-

Tab. 7. Zestawienie wszystkich komend umożliwiających sterowanie kartą wejść cyfrowych		
Rodzaj komendy	Wydana komenda	Reakcja karty wyjść cyfrowych
Odczyt stanu jednego wejścia	ESC 5 [n] [enter], n-numer wyjścia (1...8)	Zwraca informację o stanie wskazanego w parametrze "n" wyjścia. Jeśli wejście ma poziom wysoki, to zwraca 1 (ASCII), jeśli niski, to 0 (ASCII)
	Przykład 1: ESC 5 [5] [enter]	odczytuje stan wejścia o numerze 5
Odczyt stanów wszystkich wejść	ESC 5 [a] [enter]	Zwraca informację o stanie wszystkich wejść, do modułu sterującego wysyłanych jest 8 znaków. Jeśli wejście ma poziom wysoki, to zwraca 1 (ASCII), jeśli niski, to 0 (ASCII).
	Przykład 2: ESC 5 [a] [enter]	odczytuje stany wszystkich wejść

go adresu urządzenia. Rezystory R1 i R2 służą jako rezystory podciągające wejścia RA3 i RA4 do plusa zasilania. Opis zmiany podstawowego adresu karty wyjść cyfrowych zostanie przedstawiony w dalszej części artykułu, gdyż dla wszystkich modułów przebiega w taki sam sposób.

Do stabilizacji napięcia zasilającego zastosowano monolityczny stabilizator typu LM7805, natomiast do filtracji napięcia zastosowano kondensatory C1...C4. Dodatkowo dioda D1 zabezpiecza stabilizator przed uszkodzeniem, w przypadku podania napięcia o odwrotnej polaryzacji.

Montaż

Kartę wejść cyfrowych zmontowano na płytce dwustronnej (schemat montażowy pokazano na rys. 16). Montaż należy rozpocząć od wlotowania rezystorów (bez rezystora R3*) i diod. Następnie należy wlotować podstawki pod układy scalone i kondensatory, na końcu należy zamontować złącza CON1...CON6, zworki JP1 i JP2 oraz

tor jest montowany w pozycji leżącej, dlatego przed wlotowaniem należy zagiąć jego wyprowadzenia pod kątem 90°. Po zmontowaniu wszystkich elementów do złącza CON6 należy dołączyć napięcie zasilania o wartości około 9V i wydajności prądowej około 100 mA. Do złącza CON5 należy podłączyć przewody magistrali szeregowej RS485, zwracając przy tym uwagę na podłączenie wejścia oznaczonego „A” w odbiorniku z wyjściem o takim samym oznaczeniu w nadajniku.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2: 10kΩ
- R3*: 120Ω opis w tekście
- R4...R11: 10kΩ

Kondensatory

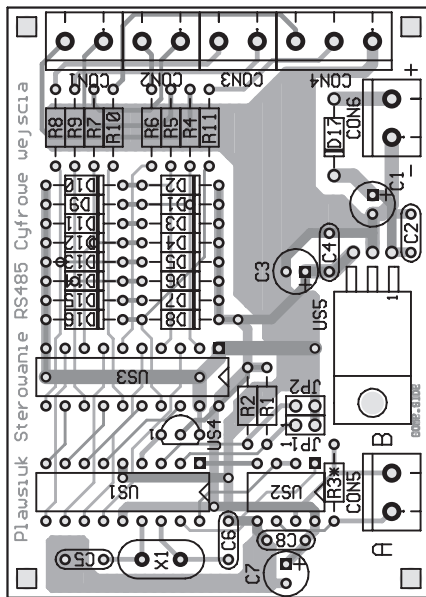
- C1: 220µF/25V
- C2: 100nF
- C3: 100µF/16V
- C4: 100nF
- C5, C6: 30pF
- C7: 47µF/16V
- C8: 100nF

Półprzewodniki

- D1...D16: 1N4148
- D17: 1N4007
- US1: PIC16F84A zaprogramowany
- US2: MAX485
- US3: 74HCT244 (74HC244)
- US4: DS1813
- US5: LM7805

Różne

- CON1...CON3: ARK2 (5mm)
- CON4: ARK3 (5mm)
- CON5, CON6: ARK2 (5mm)
- JP1, JP2: Goldpin 1x2 + Jumper
- X1: rezonator kwarcowy 4MHz
- Podstawki: DIP8- 1szt., DIP18-1szt., DIP20-1szt.



Rys. 16. Rozmieszczenie elementów na płytce karty wejść cyfrowych

Obsługa karty wejść cyfrowych

Karta wyjść cyfrowych ma adres równy znakowi „5” (ASCII). Jakikolwiek działania dotyczące jej mogą być wykonane po podaniu tego adresu. Karta służy wyłącznie do odczytu danych. Możliwy jest odczyt stanu dowolnego wejścia, jak również wszystkich jednocześnie. Każda komenda rozpoczyna się od znaku „ESC” (klawisz *Escape* na klawiaturze), następnie należy podać adres karty i rozkaz, jaki ma być wykonany. Zestaw wszystkich komend umożliwiających sterowaniem kartą cyfrowych wyjść oraz przykładowe polecenia i reakcje karty na podane polecenia przedstawiono w **tab. 7**.

Karta wejść analogowych AVT-536

Karta wejść analogowych ma osiem wejść analogowych zabezpieczonych przed zbyt wysokim napięciem wejściowym i napięciem o odwrotnej polaryzacji. Wejścia te nie są galwanicznie odseparowane od siebie. Nie są także odseparowane od interfejsu RS485.

Karta przetwarza sygnały analogowe z rozdzielczością 10 bitów do postaci cyfrowej. Wbudowany przetwornik A/C ma zakres pomiarowy 0...5 V. Możliwa jest praca z podłączeniem wejścia napięcia odniesienia przetwornika A/C bezpośrednio do napięcia zasilania mikrokontrolera lub do zewnętrz-

znego, bardziej precyzyjnego źródła napięcia referencyjnego o wartości 5 V lub 2,5 V. Odczyt zmierzzonego napięcia może być podawany w postaci liczby binarnej (bezpośrednio z rejestru przetwornika A/C) lub przetworzony do postaci dziesiętnej z uwzględnieniem napięcia odniesienia 5 V lub 2,5 V. W takim przypadku wartość zmierzonego napięcia jest podawana z rozdzielczością do dwóch miejsc po przecinku.

Budowa karty

Schemat elektryczny karty wejść analogowych przedstawiono na **rys. 17**. Głównym elementem karty jest mikrokontroler typu PIC16F874. Odpowiada on za komunikację szeregową oraz steruje pomiarami napięcia. Pracuje z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 4 MHz. Do zerowania mikrokontrolera w momencie włączania zasilania zastosowano układ DS1813 (US3).

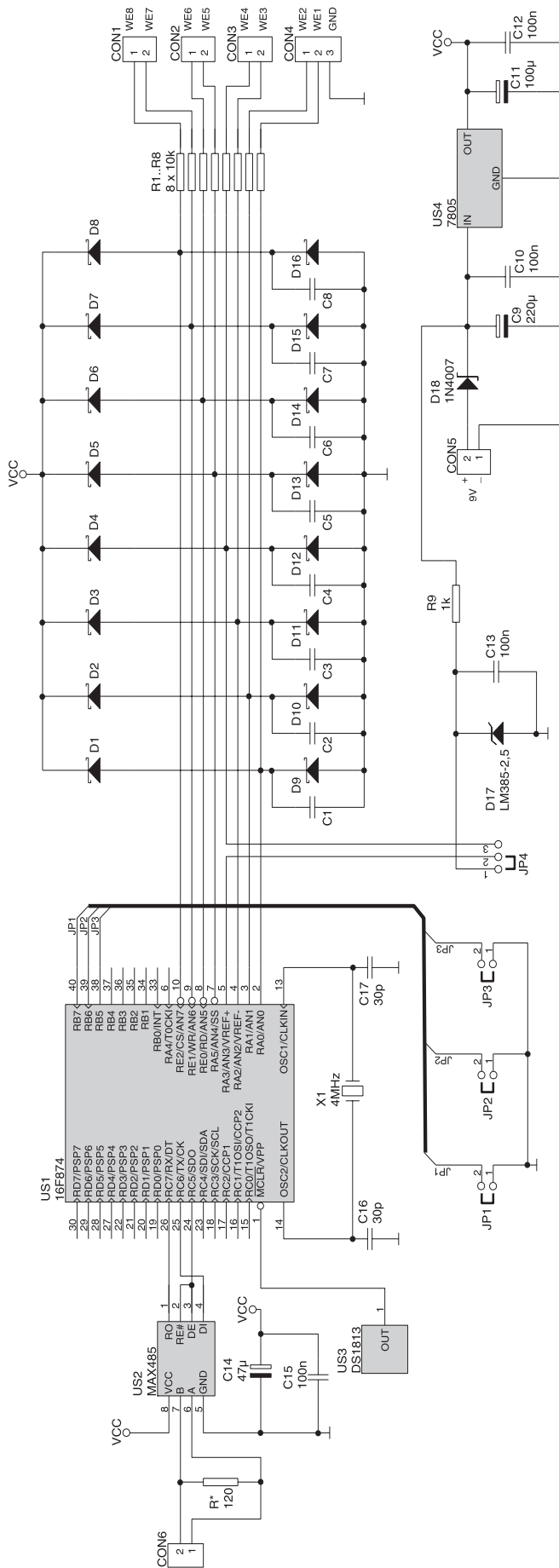
Układ PIC16F874 zawiera przetwornik analogowo-cyfrowy, którego budowę przedstawiono na **rys. 18**. Przetwornik ma osiem wejść i zapewnia rozdzielczość równą 10 bitów. Zewnętrzne źródło napięcia odniesienia jest dołączane do wejść RA2 i RA3. W przedstawionej karcie możliwa jest praca z zewnętrznym źródłem referencyjnym, jak również z napięciem zasilającym mikrokontroler. Jeżeli zostanie zastosowane zewnętrzne źródło napięcia odniesienia, to liczba wejść zostanie zmniejszona do siedmiu, gdyż jedno wejście analogowe stanie się wejściem napięcia odniesienia. Do przełączania tego źródła służy zworka JP4. Przełącza ona wejście mikrokontrolera RA3 pomiędzy złączem wejściowym a zewnętrznym źródłem odniesienia.

Jeśli zworka JP4 jest w pozycji 1-2, to do portu RA3 jest dołączone napięcie odniesienia z dołączonej diody referencyjnej (D17), jeżeli zaś zworka ta znajduje się w pozycji 2-3, to do portu RA3 jest doprowadzony sygnał ze złącza pomiarowego. Aby zewnętrzne źródło zostało uwzględnione, musi ono jeszcze zostać przełączone przez wewnętrzne przełączniki mikrokontrolera. Do poinformowania mikrokontrolera, z którego źródła ma korzystać, zastosowano zworkę JP3. Jeśli zwor-

ka ta jest rozwarta, to napięciem podniesienia jest napięcie zasilania i możliwy jest pomiar z wszystkich ośmiu wejść. Jeżeli zworka JP3 zostanie zwarta, to źródłem odniesienia będzie zewnętrzne źródło podłączone do portu RA3, a pomiar napięcia będzie możliwy tylko z siedmiu wejść analogowych. Jako źródło napięcia odniesienia można zastosować diodę typu LM385-2,5V - dla napięcia odniesienia równego 2,5 V lub diodę typu LM336-5V - dla napięcia odniesienia o wartości 5 V. Zastosowanie zewnętrznego źródła odniesienia o wartości 5 V zwiększa dokładność pomiaru napięć w porównaniu do wykorzystania takiej samej wartości napięcia, lecz pobranego z wyjścia stabilizatora napięcia. Jeżeli zewnętrzne źródło napięcia odniesienia nie będzie wykorzystywane, to nie należy montować rezystora R9, ponieważ w przypadku braku diody referencyjnej na wejście portu zostanie podane napięcie równe napięciu zasilania (około 9 V), co może spowodować uszkodzenie mikrokontrolera.

Do zabezpieczenia wejść analogowych mikrokontrolera zastosowano diody D1...D16 oraz rezystory R1...R8. Diody powodują ograniczenie napięcia wejściowego do poziomu 5,7 V lub do -0,7 V. W przypadku podania na wejście napięcia spoza tego przedziału, „nadwyżka” napięcia odkłada się na rezystorach R1...R8. Kondensatory C1...C8 wraz z tymi rezystorami stanowią obwody całkujące zakłócenia w sygnale wejściowym.

Do konwersji sygnałów ze standardu RS485 na standard TTL i odwrotnie zastosowano układ MAX485 (US2). Układ US2 został dołączony do portu RC mikrokontrolera, ponieważ na wyprowadzeniach RC7 i RC6 znajduje się wejście i wyjście sprzętowego sterownika transmisji szeregowej, co pozwala na wykorzystanie tego sterownika i zwolnienie z programowej realizacji takiej transmisji. W czasie spoczynku układ ten znajduje się w trybie odbiornika, ponieważ na wejściach DE występują niski poziom wymuszony przez wyjście mikrokontrolera. Przełączenie w tryb nadawania układu MAX485 następuje tylko na czas wysyłania danych przez kartę wejść analogowych, a następnie zostaje



Rys. 17. Schemat elektryczny karty wejść analogowych

przywrócony tryb odbioru.

Rezystor R* służy do dopasowania linii i powinien być zamontowany tylko w jednym module, najbardziej oddalonym od nadajnika (konwertera RS232->RS485).

Zworka JP1 służy do zmiany podstawowego adresu, pod którym będzie zgłaszała się karta wejść analogowych. Natomiast zworka JP2 umożliwia powrót do podstawowego adresu urządzenia. Zworki zostały dołączone do portu RB, co umożliwi pracę bez stosowania rezystorów podciągających do plusa, gdyż takie rezystory znajdują się we wnętrzu mikrokontrolera. Sygnały wejściowe należy podawać na złącza CON1...CON4.

Opis zmiany podstawowego adresu karty wyjść cyfrowych zostanie przedstawiony w dalszej części artykułu, gdyż dla wszystkich modułów przebiega tak samo.

Do stabilizacji napięcia zasilającego zastosowano monolityczny stabilizator typu LM7805, natomiast do filtracji napięcia zastosowano kondensatory C9...C12. Dodatkowo dioda D18 zabezpiecza stabilizator przed uszkodzeniem, w przypadku podania napięcia o odwrotnej polaryzacji.

Montaż

Karta wejść analogowych została zamontowana na płycie dwustronnej, której schemat montażowy pokazano na rys. 19. Montaż należy rozpocząć od wlutowania rezystorów (bez rezystora R*) i diod. Następnie należy wlutować podstawki pod układy scalone i kondensatory, na końcu należy zamontować złącza CON1...CON6, zworki JP1...JP4 oraz stabilizator. Montaż diody D17 i rezystora R9 jest uzależniony od tego, czy będzie wykorzystywane zewnętrzne źródło napięcia odniesienia. Jeśli źródło takie nie będzie używane, to nie należy ich montować, a zworkę JP4 należy ustawić w pozycji 2-3.

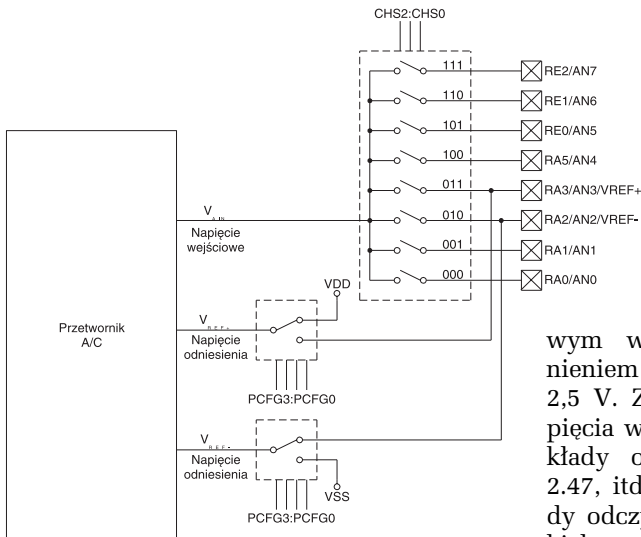
Po zamontowaniu wszystkich elementów do złącza CON5 należy dołączyć napięcie zasilania o wartości około 9 V i wydajności prądowej równej około 100 mA. Do złącza CON6 należy podłączyć przewody magistrali szeregowej RS485, zwracając przy tym uwagę na podłączenie wejścia oznaczonego „A” w odbiorniku z wyjściem o takim samym oznaczeniu w nadajniku.

Obsługa karty wejść analogowych

Karta wejść analogowych ma adres równy znakowi „6” (ASCII). Możliwy jest odczyt napięcia z dowolnego wejścia, jak również ze wszystkich jednocześnie. Każda komenda rozpoczyna się od znaku „ESC” (klawisz *Escape* na klawiaturze), następnie należy podać adres karty, rozkaz i format odczytu napięcia. Należy pamiętać, że w przypadku zastosowania zewnętrznego źródła napięcia odniesienia, odczytywane wartości z wejścia o numerze „4” (port RA3) będą przypadkowe, gdyż wejście przetwornika analogowo-cyfrowego nie będzie wyprowadzone na zewnątrz mikrokontrolera.

Zestaw wszystkich komend umożliwiających sterowanie kartą cyfrowych wyjść oraz przykładowe polecenia i reakcja karty na nie przedstawiono w tab. 8. Odczyt zmierzonego napięcia może być wykonany na trzy sposoby:

1) Odczyt wartości wskazanej przez przetwornik analogowo-cyfrowy (parametr „f” to litera „d” lub „D”) - po wydaniu komendy pomiaru napięcia z jednego wejścia analogowego zwracane są czte-



Rys. 18. Budowa przetwornika analogowo-cyfrowego zawartego w układzie PIC16F874

ry bajty wskazujące wartość rejestrów przetwornika A/C. Całkowita wartość liczb mieści się w granicach 0...1023, co wynika z rozdzielczości przetwornika. Karta wejść analogowych zawsze zwraca cztery bajty (znaki ASCII), niezależnie od wartości zmierzonego napięcia. Po wydaniu komendy odczytu napięcia, ze wszystkich wejść zwracane są 32 znaki (8 wejść x 4 znaki) w jednym ciągu.

2) Odczyt wartości napięcia, z uwzględnieniem napięcia odniesienia równego 2,5 V (parametr „f” ma wartość „2”) - po wydaniu komendy

pomiaru napięcia z jednego wejścia analogowego zwracane są cztery znaki w formacie „x.xx”. Wysłana przez kartę analogową wartość określa wartość zmierzonego napięcia na podanym wejściu analogo-

wym w woltach, z uwzględnieniem napięcia odniesienia 2,5 V. Zakres mierzonego napięcia wynosi 0...2,50 V. Przykłady odczytów: 0.02, 1.26, 2.47, itd. Po wydaniu komendy odczytu napięcia z wszystkich wejść zwracane są 32 znaki (8 wejść x 4 znaki) w jednym ciągu.

3) Odczyt wartości napięcia, z uwzględnieniem napięcia odniesienia równego 5 V (parametr „f” jest równy „5”) - po wydaniu komendy pomiaru napięcia z jednego wejścia analogowego zwracane są cztery znaki w formacie „x.xx”. Wysłana przez kartę analogową wartość określa wartość zmierzonego napięcia na podanym wejściu analogowym w woltach, z uwzględnieniem napięcia odniesienia 5 V. Zakres mierzonego napięcia wynosi 0...5,00 V. Przykłady pomiarów: 0.02, 1.26, 2.47, 3.46, 4.58, 4.99 itd. Po wydaniu komendy odczytu napięcia z wszystkich wejść zwracane są 32 znaki.

Krzysztof Pławiuk, AVT
krzysztof.plawiuk@ep.com.pl

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1...R8: 10kΩ
- R9: 1kΩ
- R*: 120Ω

Kondensatory

- C1...C8: 100nF
- C9: 220µF/16V
- C10: 100nF
- C11: 100µF/16V
- C12, C13: 100nF
- C14: 47µF/16V
- C15: 100nF
- C16, C17: 30pF

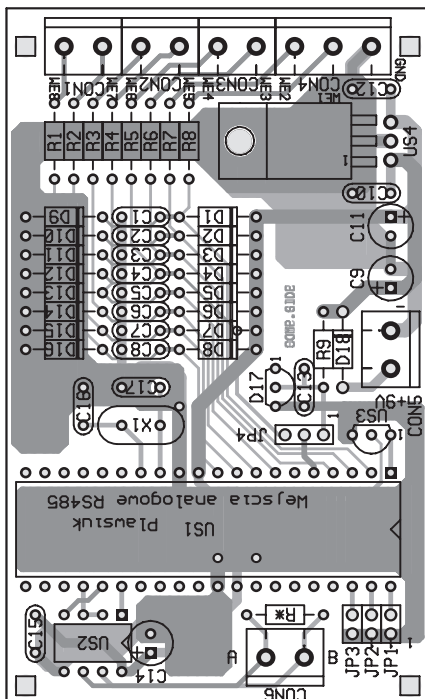
Półprzewodniki

- D1...D16: 1N5817
- D17: LM385-2.5V
- D18: 1N4007
- US1: PIC16F874 zaprogramowany
- US2: MAX485
- US3: DS1813
- US4: LM7805

Różne

- JP1...JP3: Goldpin 1x2 + Jumper
- JP3: Goldpin 1x3 + Goldpin
- CON1...CON3: ARK2 (5mm)
- CON4: ARK3 (5mm)
- CON5, CON6: ARK2 (5mm)
- X1: kwarc 4MHz
- Podstawki: DIP8-1szt., DIP40-1szt.

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pdf/wrzesien03.htm>



Rys. 19. Rozmieszczenie elementów na płytce karty wejść analogowych

Tab. 8. Zestawienie wszystkich komend umożliwiających sterowanie kartą wejść analogowych

Rodzaj komendy	Wydana komenda	Reakcja karty wejść analogowych
Odczyt napięcia z jednego wejścia	ESC 6 n f enter, n- numer wyjścia (1...8), f- format danych(d, 2, 5)	Zwraca informację o napięciu wskazanego w parametrze "n" wejścia w formacie podanym w parametrze "f".
	Przykład 1: ESC 6 1 d 2 enter	odczytuje wartość napięcia na wejściu o numerze 5 w formacie dziesiętnym (wartość rejestru przetwornika)
	Przykład 2: ESC 6 1 5 2 enter	odczytuje wartość napięcia na wejściu o numerze 5 w formacie napięcia, z napięciem odniesienia przetwornika równym 2,5 V.
	Przykład 3: ESC 6 1 5 5 enter	odczytuje wartość napięcia na wejściu o numerze 5 w formacie napięcia, z napięciem odniesienia przetwornika równym 5 V.
Odczyt napięcia z wszystkich wejść	ESC 5 f enter, f- format danych(d, 2, 5)	Zwraca informację o napięciach wszystkich wejść, w formacie podanym w parametrze "f".
	Przykład 4: ESC 5 d a 5 enter	odczytuje wartości napięć na wszystkich wejściach w formacie napięcia, z napięciem odniesienia równym 5 V.