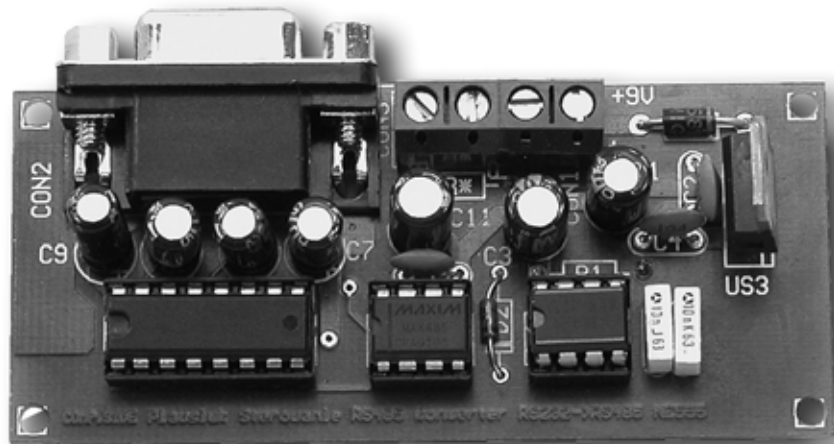


„Klocki” RS485, część 1

Magistrala i interfejs RS485 cieszą się niesłabnącą popularnością, a jak wykazują częste pytania docierające do redakcji, jest ciągle zbyt mało informacji na ich temat.

W związku z tym przedstawiamy „klocki” RS485, dzięki którym - na interesujących przykładach - łatwo będzie poznać i zrozumieć prawa rządzące RS485.

Rekomendacje: zabawę w „klocki” RS485 polecamy szczególnie tym Czytelnikom, którzy zajmują się przesyłaniem danych na duże odległości z relatywnie dużą prędkością.



W artykule przedstawiamy system wymiany danych pomiędzy różnorodnymi urządzeniami (m.in. karta przekaźników, moduły wyświetlaczy, karty wejść analogowych i cyfrowych itp.) wyposażonymi w interfejs RS485. Cały system w podstawowej wersji składa się z jednego modułu sterującego i ośmiu modułów wykonawczych (schemat blokowy przedstawiono na rys. 1). System przeznaczony jest głównie do sterowania za pomocą komputera wyposażonego w port szeregowy, ale można również zastosować mikrokontroler. Komunikacja pomiędzy modułami odbywa się w systemie RS485, co umożliwia zbudowanie sieci o maksymalnej długości do 1200 m. Zmiana systemu transmisji jest konieczna, gdyż przesył danych w standardzie RS232 jest możliwy na odległość zaledwie kilkunastu metrów, co ograniczałoby rozmieszczenie modułów tylko do jednego pomieszczenia.

Komunikacja pomiędzy komputerem nadrzędnym odbywa się z prędkością 1200 b w trybie *half-duplex*, co oznacza, że w tym samym czasie komunikacja może być przeprowadzana tylko w jedną stronę. W przedstawionym systemie taki sposób komunikacji jest zupełnie wystarczający, gdyż wszystkie moduły w czasie spoczynku znajdują się w trybie odbioru danych i dopiero podanie poprawnej komendy dla konkretnego modułu wykonawczego przez moduł sterujący może uaktywnić wybrany moduł do nadawania, co

eliminuje możliwość powstania konfliktów w przypadku jednoczesnego wysyłania danych przez kilka modułów.

Wszystkie moduły są podłączone do wspólnej magistrali dwuprzewodowej, a sterowanie odbywa się poprzez podanie przez moduł nadrzędny znaku początku transmisji oraz adresu modułu, do którego będą wysyłane dane. Każdy moduł posiada inny adres i jego podanie powoduje, że pozostałe moduły ignorują pojawiające się dane na linii transmisyjnej.

System zdalnego sterowania w podstawowej konfiguracji składa się z ośmiu modułów wykonawczych: ośmiobitowej karty przekaźników, ośmiobitowej karty triaków, ośmiobitowej karty wyjść cyfrowych (aktywne GND), ośmiobitowej karty wyjść cyfrowych (aktywne VCC), ośmiobitowej karty wejść cyfrowych, ośmiowieściowej karty wejść analogowych, czterocyfrowego wyświetlacza LED, 32-znakowego wyświetlacza LCD.

Wybór konkretnego modułu wykonawczego dokonuje się przez podanie jego adresu. W zaprogramowanych modułach są to adresy odpowiadające cyfrom 1...8. W **tab. 1** są przedstawione numery przypisane do odpowiednich modułów.

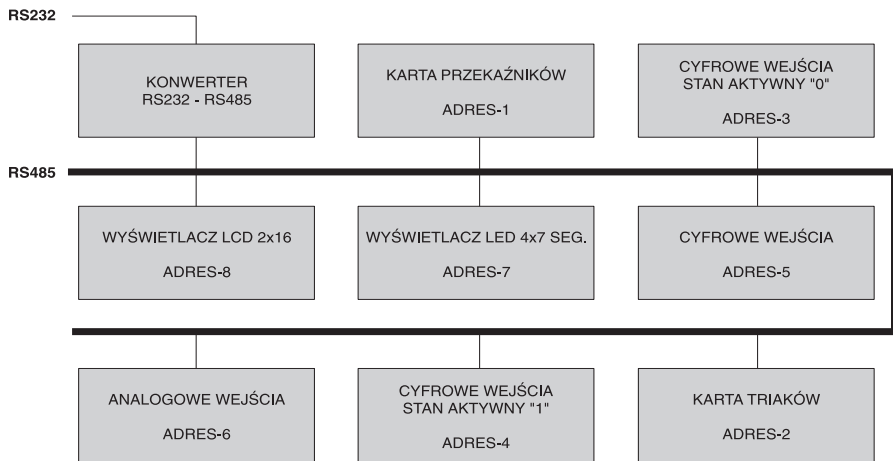
System sterowania może zawierać od jednego do 31 modułów wykonawczych. W przypadku dołączenia kilku takich samych modułów powstałby konflikt, gdyż wszystkie reagowałyby jednocześnie (mają jednakowy adres). Aby uniknąć takiej sytuacji i uzyskać

„Klocki” RS485 to:

- **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.

Tab. 1. Adresy przyjęte dla modułów z interfejsem RS485

L.p.	Rodzaj modułu wykonawczego	Przypisany adres (znak ASCII)
1	Karta przekaźników	1
2	Karta triaków	2
3	Karta wyjść cyfrowych - stan aktywny GND(0,5A)	3
4	Karta wyjść cyfrowych - stan aktywny VCC(0,5A)	4
5	Karta wejść cyfrowych	5
6	Karta wejść analogowych	6
7	Wyświetlacz LED (czterocyfrowy)	7
8	Wyświetlacz LCD (2x16 znaków)	8



Rys. 1. Schemat blokowy systemu zdalnego sterowania

możliwość dołączenia dowolnej liczby takich samych modułów, wszystkie moduły mają możliwość zmiany adresu. Zmiany adresu dokonuje się poprzez komputer sterujący, a adres ten może być dowolnym znakiem ASCII.

Transmisję danych oparto na standardowych znakach ASCII, przez co do obsługi systemu nie trzeba stosować dodatkowego oprogramowania. Do komunikacji wystarczy dowolny komputer wyposażony w port szeregowy, jako aplikację sterującą można zastosować dowolny program terminalowy (Terminal dla DOS, HyperTerminal pod Windows lub inny). Przedstawiony opis sposobu komunikacji może być wykorzystany do stworzenia własnej aplikacji sterującej modułami. Transmisja nie

jest zabezpieczona przed błędami, gdyż ilość transmitowanych danych nie jest wielka, co przy wolnej transmisji dodatkowo ogranicza możliwość powstania błędów. Aby mieć pewność, że wysłane dane dotarły odpowiednio do układów wykonawczych, każdy z nich umożliwia odczyt wcześniej zapisanych danych, dzięki czemu jest możliwa ich weryfikacja przez komputer sterujący. Ponadto w każdej chwili można sprawdzić stan wejść lub wyjść dowolnego modułu i upewnić się, że wydana komenda została wykonana.

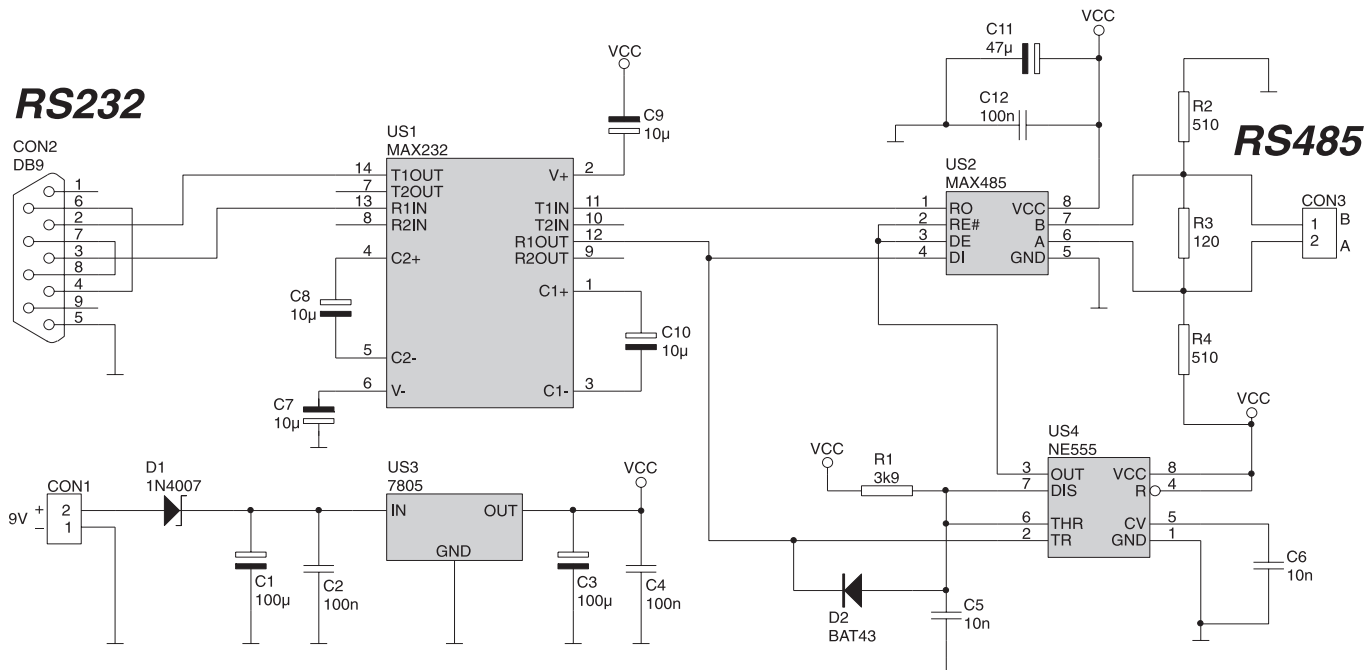
Konwerter RS232<->RS485 AVT-530

Konwerter RS232<->RS485 służy do zamiany poziomów napięć odpowiadających odpowiednim

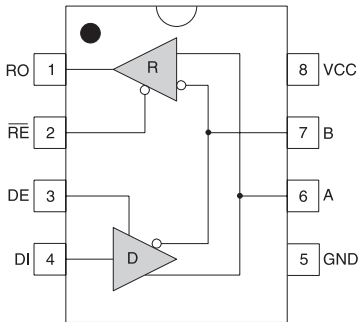
standardom. W konwerterze tym napięcia charakterystyczne dla RS232 (-3...-15V dla zera logicznego i +3...+15V dla jedynki logicznej) są zamieniane na poziomy mieszczące się w standardzie TTL (0...0,8V dla zera logicznego i 2,4...5V dla jedynki logicznej). Następnie poziomy TTL są zamieniane na poziomy akceptowane przez RS485. W systemie tym stan logiczny jest określany na podstawie napięcia różnicowego pomiędzy liniami A i B. Jeśli napięcie na linii A jest większe od napięcia na linii B o co najmniej 0,2 V, to jest to stan logicznej jedynki, jeśli natomiast na linii B jest napięcie większe o co najmniej 0,2 V niż na linii A, to jest to stan zera logicznego. Konwerter dodatkowo posiada automatyczny przełącznik pomiędzy nadawaniem i odbiorem, który przełącza konwerter w tryb nadawania tylko na czas nadawania znaku przez komputer, a następnie przełącza go w tryb odbioru, aby nie zajmował niepotrzebnie linii komunikacyjnych.

Opis układu

Schemat elektryczny konwertera RS232<->RS485 przedstawiono na rys. 2. Ze względu na sposób transmisji zgodnej czasowo z interfejsem RS232, przedstawiony konwerter stanowi układ dopasowujący poziomy napięć odpowiadające odpowiednim rodzajom transmisji. Do zamiany poziomów

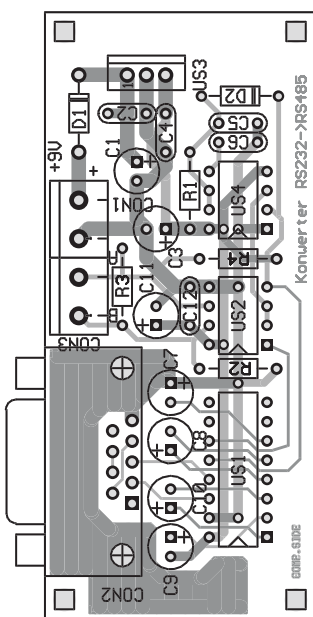


Rys. 2. Schemat elektryczny



Rys. 3. Budowa wewnętrzna układu MAX485

napięć od strony portu szeregowego RS232 zastosowano układ US1. Zawiera on przetwornicę napięcia, zamieniającą wejściowe poziomy napięcia w standardzie TTL (0...5 V) na napięcia wymagane przez port szeregowy: -10 V i +10 V. Dodatkowo sygnały podawane ze złącza komputera (-15 V, +15 V) są przetwarzane na poziomy TTL (0/5 V). Po przetworzeniu napięć, na wyjściu układu US1 otrzymuje się poziomy TTL, które następnie należy przetworzyć na poziomy standardu RS485 ($U_A + U_B > 0,2$ V, $U_A - U_B > 0,2$ V). Do tego celu zastosowano specjalizowany układ MAX485. Jego budowę wewnętrzną przedstawiono na rys. 3. Układ ten jest przystosowany do pracy w trybie *half-duplex*. Zawiera on w swojej strukturze odbiornik i nadajnik linii. Wyjście nadajnika jest połączone z wypro-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce konwertera RS232->RS485

wadzeniami układu scalonego i jednocześnie z wejściem odbiornika linii, przez co kierunek transmisji jest określany przez stan wejść DE - dla nadajnika i !RE - dla odbiornika. W przedstawionym układzie wejścia te są połączone ze sobą, co powoduje, że podanie stanu niskiego przełącza układ MAX485 w tryb odbioru, a podanie stanu wysokiego umożliwia nadawanie. Aby nie „blokować” linii, w czasie spoczynku, gdy wszystkie układy dołączone do linii są w trybie odbioru - panują na niej stany nieustalone, które mogą być błędnie interpretowane przez odbiorniki. Aby zapobiec takiej sytuacji, linia przesyłowa jest wstępnie ustawiana w stan jedynki logicznej przez rezystory R2...R4.

Aby nie było potrzebne oprogramowanie sterujące trybem pracy układu MAX485, zastosowano automatyczny przełącznik trybu pracy. Przełącznik ten został zrealizowany na układzie NE555 (US4). Pracuje on w trybie przerzutnika monostabilnego, wyzwalanego sygnałem danych odbieranych z portu szeregowego. Pojawienie się stanu niskiego na wyjściu R1OUT układu US1 (np. bit startu) powoduje wyzwolenie monowibratora. Dioda D2 powoduje szybsze rozładowanie pojemności kondensatora C5 i natychmiastową reakcję układu NE555 na sygnał wejściowy. W momencie wykrycia bitu startu, na wyjściu OUT układu US4 pojawia się stan wysoki, który przełącza układ MAX485 w tryb nadawania i umożliwia wysłanie danych. Po wysłaniu odpowiedniego bitu następuje automatyczne przełączenie układu MAX485 w tryb odbioru. Takie sterowanie trybem pracy umożliwia zwolnienie linii już w około 40 μ s po zakończeniu wysyłania danych, co jest istotne w przypadku odczytu danych z dołączonych modułów. Po wydaniu komendy odczytu do modułu wykonawczego odpowiedź jest wysyłana przez niego już po około 100 μ s.

Do zasilania zastosowano monolityczny stabilizator typu LM7805. Kondensatory C1...C4 filtrują napięcie zasilania, a dioda D1 zapobiega uszkodzeniu US3 w przypadku podłączenia napięcia o odwrotnej polaryzacji.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 3,9k Ω
R2, R4: 510 Ω
R3: 120 Ω

Kondensatory

C1, C3: 100 μ F/16V
C2, C4, C12: 100nF
C5, C6: 10nF
C7...C10: 10mF/16V
C11: 47mF/16V

Półprzewodniki

D1: 1N4007
D2: BAT43
US1: MAX232
US2: MAX485
US3: LM7805
US4: NE555

Różne

CON1: ARK2(5mm)
CON2: DB9 żeńskie do druku
kątowe
CON3: ARK2(5mm)
Podstawki DIP8-2 szt., DIP16-1 szt.

Montaż

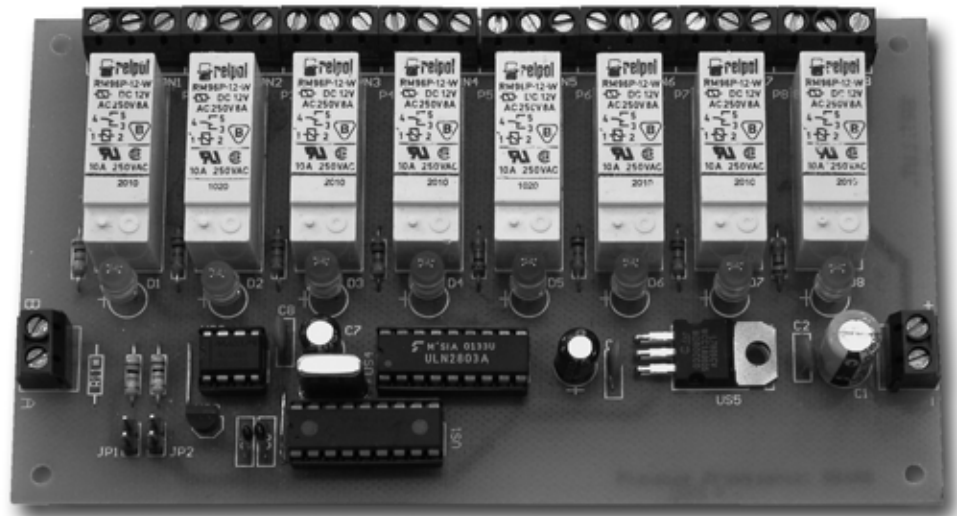
Montaż należy rozpocząć od elementów o najmniejszych gabarytach, czyli od rezystorów, następnie diod. W kolejnej fazie należy włutować podstawki pod układy scalone, następnie kondensatory, stabilizator napięcia i złącza CON1...CON3. Płytkę konwertera nie wymaga uruchamiania, a prawidłowość jej działania będzie można sprawdzić dopiero po dołączeniu modułu wykonawczego. Należy jedynie przygotować zasilacz o napięciu wyjściowym równym około 9 V i kabel zakończony złączami typu DB9. Kabel musi być zakończony z jednej strony złączem żeńskim, które należy połączyć ze złączem portu szeregowego w komputerze, drugi koniec kabla ze złączem typu męskiego należy połączyć ze złączem CON2 na płytce konwertera. Do złącza CON1 można podłączyć napięcie zasilania lub wykonać to po połączeniu konwertera z modulem wykonawczym.

Krzysztof Pławiuk, AVT

krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/czerwiec03.htm> oraz na płycie CD-EP7/2003B w katalogu PCB.

„Klocki” RS485, część 2



W drugiej części artykułu przedstawiamy dwie karty wyjściowe, za pomocą których można sterować różnorodnymi urządzeniami zewnętrznymi.

Elementami wykonawczymi w jednej z nich są przekaźniki elektromechaniczne, w drugiej triaki, których bramki są zasilane przez nowoczesne optotriaki.

Rekomendacje: zabawę w klocki RS485 polecamy szczególnie tym Czytelnikom, którzy muszą przesłać dane cyfrowe na duże odległości, z relatywnie dużą prędkością.

Karta wyjść przekaźnikowych AVT-531

Karta wyjść przekaźnikowych zawiera osiem przekaźników o obciążalności styków równej 10 A. Może służyć do załączania odbiorników zasilanych prądem przemiennym lub stałym np. 220 V (AC), 12 V (DC). Przekaźniki posiadają jeden styk przełączny, co umożliwia zasilanie dołączonego urządzenia, gdy cewka przekaźnika jest zasilana (NO) lub gdy przekaźnik jest w spoczynku (NC). Układy sterujące są odseparowane galwanicznie od układów wykonawczych. Karta umożliwia komunikację dwustronną, dzięki czemu można sprawdzić stan wszystkich przekaźników.

Budowa

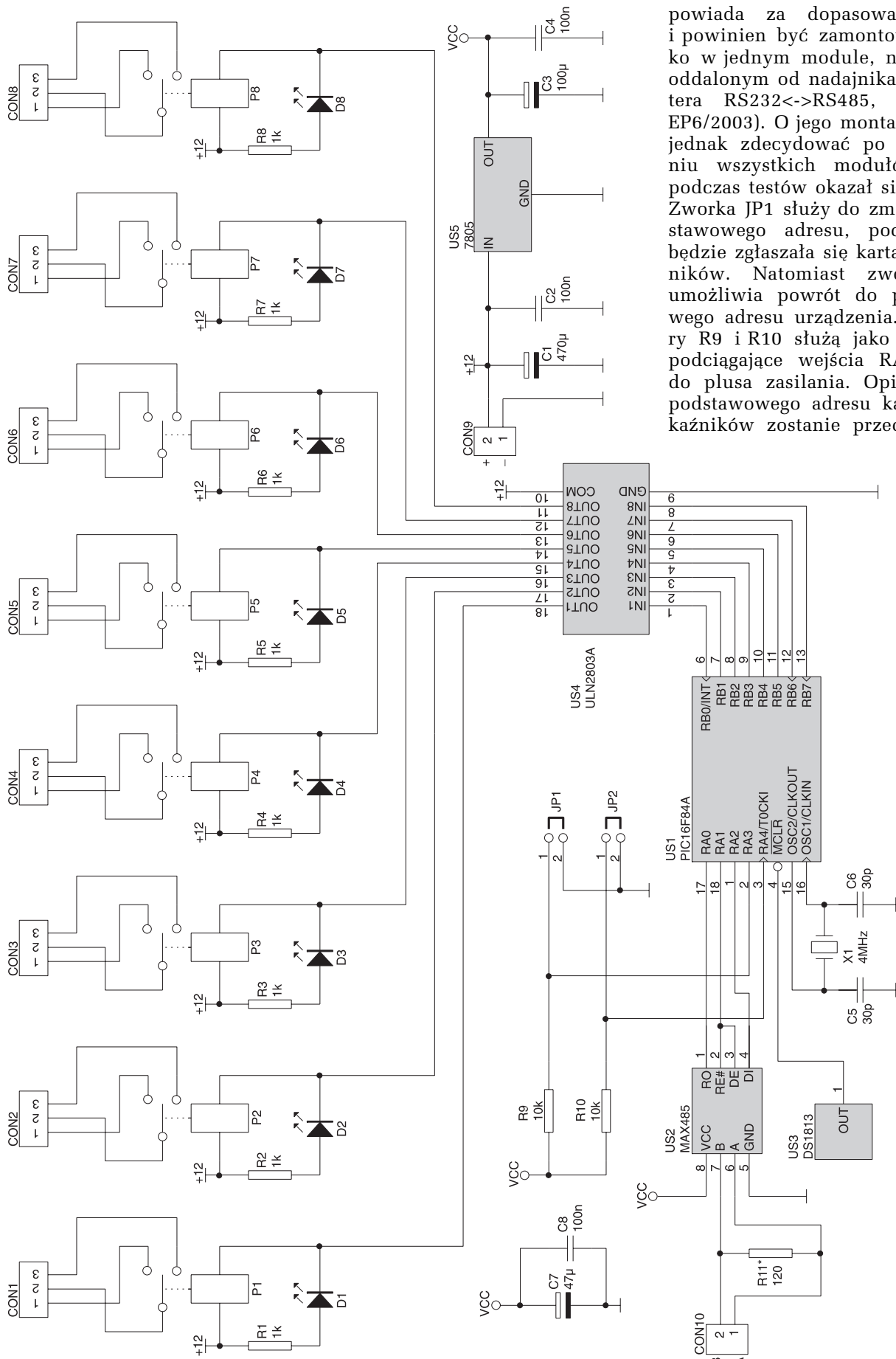
Schemat elektryczny karty przekaźników jest przedstawiony na rys. 5. Głównym elementem jest mikroprocesor PIC16F84A, który odpowiada za odbiór oraz nadawanie danych poprzez interfejs RS485 oraz - w zależności od odebranych danych - odpowiednio steruje przekaźnikami. Procesor pracuje z zewnętrznym oscylatorem o częstotliwości 4 MHz. Do zerowania procesora zastosowano specjalizowany układ DS1813 (US3). Przekaźnikami steruje mikrokontroler za pośrednictwem wzmacniaczy tranzystorowych zawartych w układzie ULN2803A (US4). Układ ten zawiera osiem tranzystorów z rezystorami bazo-

wymi, dzięki którym można sterować nimi bezpośrednio z wyjść mikrokontrolera. Dodatkowo obwód kolektorowy każdego tranzystora jest zabezpieczony za pomocą diod przed uszkodzeniem wywołanym przepięciami, które w przypadku sterowania cewek przekaźników występują. Diody te zwierają napięcia wyższe niż napięcie panujące na wejściu COM. Jako przekaźniki wykonawcze zastosowano przekaźniki typu RM96P o jednym styku przełącznym i maksymalnym przełączanym prądzie równym 10 A. Przekaźniki umożliwiają załączanie odbiorników zasilanych zarówno napięciem przemiennym, jak i stałym. Do sygnalizacji załączenia przekaźnika zastosowano diody świecące D1...D8. Dioda zostaje zapalona w momencie załączenia przekaźnika. Rezystory R1...R8 ograniczają prąd płynący przez te diody.

Za konwersję sygnałów pojawiających się w linii transmisyjnej na standard TTL odpowiada układ MAX485 (US2). Dokonuje on również konwersji z poziomów TTL na poziomy RS485. W czasie spoczynku układ ten znajduje się w trybie odbiornika, ponieważ na wejściach DE i !RE panuje poziom niski wymuszony przez wyjście procesora. Przełączenie w tryb nadawania układu MAX485 następuje tylko na czas wysyłania danych przez kartę, a następnie zostaje przywrócony tryb odbioru, aby nie blokować linii transmisyjnej. Dodatkowy rezystor R11 od-

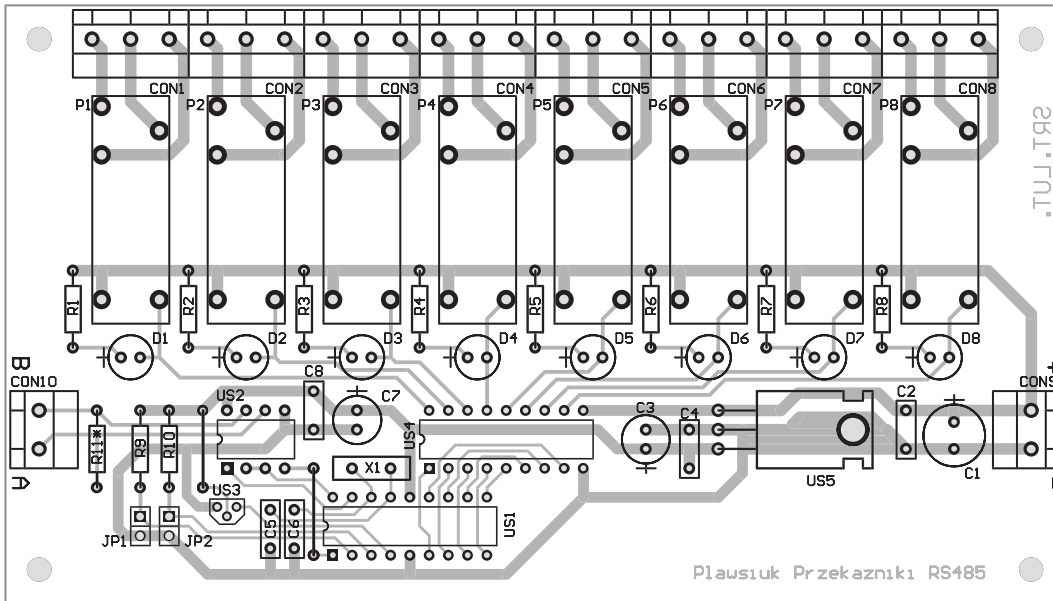
Klocki RS485 to:

- 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.



powiada za dopasowanie linii i powinien być zamontowany tylko w jednym module, najbardziej oddalonym od nadajnika (konwertera RS232<->RS485, AVT-530, EP6/2003). O jego montażu należy jednak zdecydować po podłączeniu wszystkich modułów, gdyż podczas testów okazał się zbędny. Zworka JP1 służy do zmiany podstawowego adresu, pod którym będzie zgłaszała się karta przekazników. Natomiast zworka JP2 umożliwia powrót do podstawowego adresu urządzenia. Rezystory R9 i R10 służą jako rezystory podciągające wejścia RA3 i RA4 do plusa zasilania. Opis zmiany podstawowego adresu karty przekazników zostanie przedstawiony

Rys. 5. Schemat elektryczny karty przekazników z interfejsem RS485



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płycie karty przekaźników

w kolejnej części artykułu, gdyż dla wszystkich modułów przebiega w taki sam sposób.

Do stabilizacji napięcia zasilającego zastosowano monolityczny stabilizator typu LM7805. Do filtracji napięcia zastosowano kondensatory C1...C4.

Montaż

Karta przekaźników została zmontowana na płycie jednostronnej, dlatego było konieczne umieszczenie dwóch zworek (rozmieszcze-

nie elementów na płycie przedstawiono na rys. 6). Montaż elementów należy zacząć od wykonania tych właśnie zworek srebrzanką o średnicy 0,5 mm. Następnie należy włutować rezystory (bez rezystora R11), podstawki pod układy scalone i kondensatory. Stabilizator napięcia (US5) należy zamontować

na leżąco, dlatego wcześniej trzeba zagiać jego wyprowadzenia pod kątem 90°. W kolejnym etapie należy włutować przekaźniki P1...P8, złącza CON1...CON10 i zworki JP1 i JP2. Diody świecące należy zamontować na samym końcu, aby dopasować wysokość ich zamontowania do ewentualnej obudowy. Po prawidłowym zmontowaniu układu można przejść do sprawdzenia jego funkcjonowania. W tym celu do złącza CON9 należy podłączyć

napięcia zasilania o wartości około 12 V. Należy przy tym zwrócić szczególną uwagę na polaryzację przyłożonego napięcia, gdyż karta nie posiada zabezpieczenia przed odwrotną polaryzacją.

Do złącza CON10 należy podłączyć przewody wspólnej dla wszystkich modułów magistrali, zwracając

Tab. 2. Zestawienie wszystkich komend umożliwiających sterowanie kartą przekaźników

Polecenie	Format polecenia	Reakcja karty przekaźników
Załączenie jednego przekaźnika	ESC 1 w n 1 enter n-numer przekaźnika (1...8)	Załączenie przekaźnika o numerze "n" n=1...8 (odpowiednio 1=przekaźnik 1, 2=przekaźnik 2 itd.)
	Przykład: ESC 1 w 3 1 enter	włącza przekaźnik numer 3
Wyłączenie jednego przekaźnika	ESC 1 w n 0 enter n-numer przekaźnika (1...8)	Wyłączenie przekaźnika o numerze "n" n=1...8 (odpowiednio 1=przekaźnik 1, 2=przekaźnik 2 itd.)
	Przykład: ESC 1 w 4 0 enter	wyłącza przekaźnik numer 4
Ustawienie stanów wszystkich przekaźników jednocześnie	ESC 1 w a s1s2s3s4s5s6s7s8 enter s1...s8 mogą być równe 0 lub 1 (ASCII)	Ustawia stany dla wszystkich przekaźników jednocześnie. Parametry s1...s8 odpowiadają stanom odpowiednich przekaźników (s1 odpowiada stanowi przekaźnika P1, s2 stanowi przekaźnika P2, itd.). Parametr "s" równy 1 (ASCII) powoduje załączenie, a 0 (ASCII) wyłączenie przekaźnika.
	Przykład: ESC 1 w a 11110000 enter	włącza przekaźniki o numerach 1...4 i wyłącza przekaźniki o numerach 4...8.
Odczyt stanu jednego przekaźnika	ESC 1 r n enter n-numer przekaźnika (1...8)	Zwraca informację o stanie wskazanego w parametrze "n" przekaźnika. Jeśli przekaźnik jest włączony, to zwraca 1 (ASCII), jeśli wyłączony, to 0 (ASCII)
	Przykład: ESC 1 r 5 enter	odczytuje stan przekaźnika o numerze 5
Odczyt stanów wszystkich przekaźników	ESC 1 r a enter	Zwraca informację o stanie wszystkich przekaźników, do modułu sterującego wysyłane jest 8 znaków. Jeśli przekaźnik jest włączony, to zwraca 1 (ASCII), jeśli wyłączony, to 0 (ASCII).
	Przykład: ESC 1 r a enter	odczytuje stany wszystkich przekaźników

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1...R8: 1kΩ
R9,R10: 10kΩ
R11*: 120Ω

Kondensatory

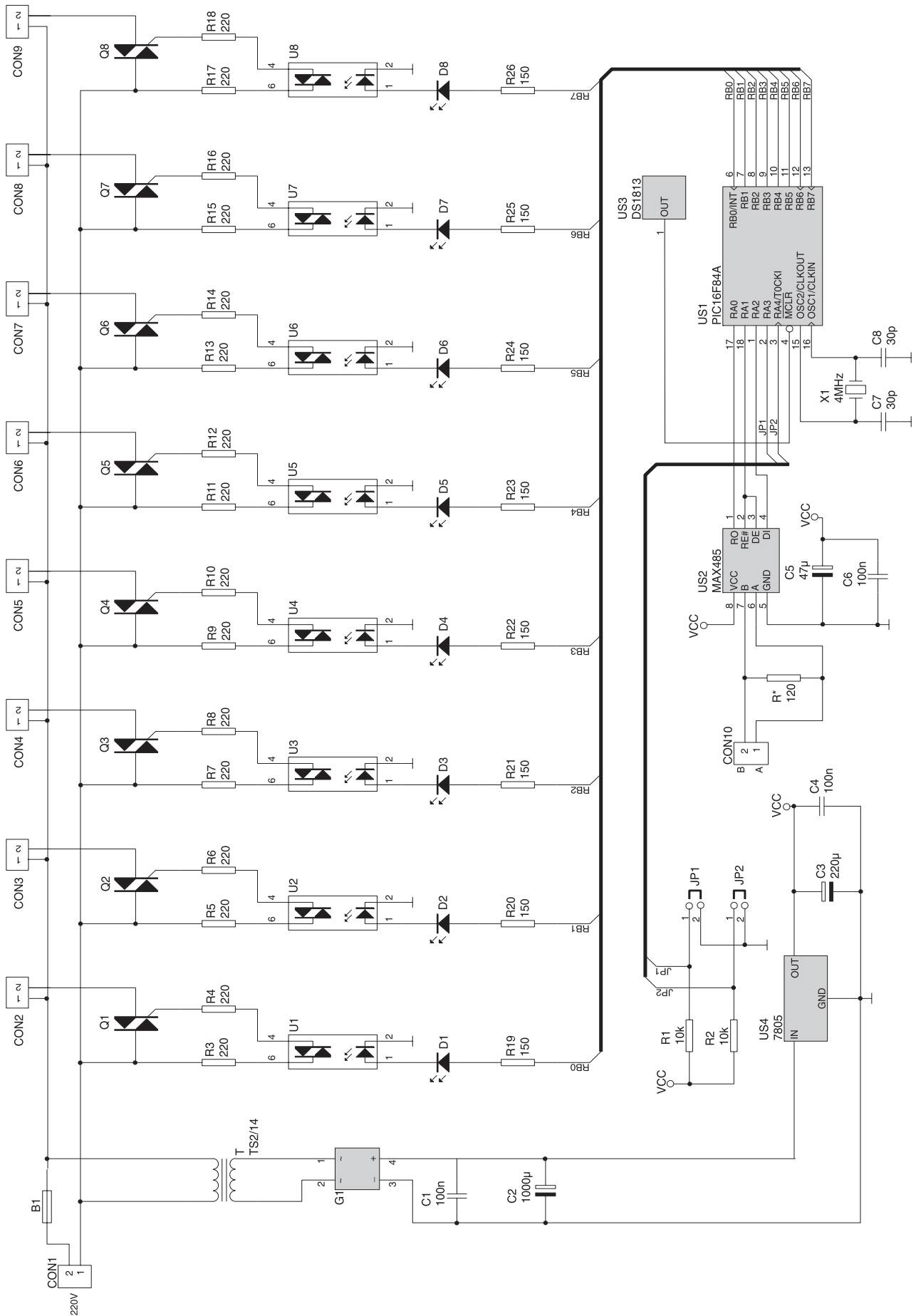
C1: 470μF/25V
C2, C4: 100nF
C3: 100μF/16V
C5, C6: 30pF
C7: 47μF/16V
C8: 100nF

Półprzewodniki

D1...D8: diody świecące 5 mm
US1: PIC16F84A zaprogramowany
US2: MAX485
US3: DS1813
US4: ULN2803A
US5: LM7805

Różne

JP1, JP2: goldpin 1x2 + zworka
CON1...CON8: ARK3(5mm)
CON9, CON10: ARK2(5mm)
P1...P8: RM96P-12V
Podstawki DIP8-1szt., DIP18-2szt.



Rys. 7. Schemat elektryczny karty triaków z interfejsem RS485

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

Do zasilania układów zastosowano zasilacz wykonany z użyciem transformatora T, mostka prostowniczego G1 i scalonego stabilizatora US4. Do filtracji napięcia zastosowano kondensatory C1...C4.

Montaż

Schemat montażowy płytki optotriaków pokazano na rys. 8. Montaż elementów należy rozpocząć od rezystorów (bez rezystora R), następnie należy wlutować podstawki pod układy scalone i kondensatory. Kolejno należy wlutować optotriaki U1...U8, triaki Q1...Q8, złącza CON1...CON10. Na samym końcu należy zamontować transformator T i diody świecące D1...D8 dopasowując ich wysokość do potrzeb. Jako bezpiecznik B1 należy zastosować bezpiecznik o wartości zależnej od mocy pobieranej przez od-

biorniki dołączone do triaków. Jeśli triaki będą sterowały żarówkami, to bezpiecznik może mieć wartość 2 A. W przypadku sterowania urządzeniami o mocy większej niż 200 W na jeden kanał, dodatkowo należy zastosować radiator dla triaków. Radiator taki może być wykonany z blachy aluminiowej, należy jednak odizolować obudowę triaka od radiatora za pomocą podkładek i tulejek izolacyjnych.

Napięcie zasilające (220 VAC) należy podłączyć do złącza CON1, a urządzenia odbiorcze do złącza CON2...CON9. Przy wykonywaniu okablowania należy zachować szczególną uwagę ze względu na kontakt z niebezpiecznym dla życia napięciem 220 VAC. Przy dużych prądach przełączanych należy dodatkowo wzmocnić ścieżki doprowadzające wspólne zasilanie do triaków i do złącza CON2...CON9, przez przylutowanie do nich drutu miedzianego o przekroju około 1 mm². Do złącza CON10 należy podłączyć przewody wspólnej dla wszystkich modułów magistrali, zwracając przy tym uwagę na sposób podłączenie (A do A, B do B).

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 10kΩ
R3...R18: 220Ω
R19...R26: 150Ω
R: 120R według opisu

Kondensatory

C1: 100nF
C2: 1000μF/16V
C3: 100μF/16
C4: 100nF
C5: 47μF/16V
C6: 100nF
C7, C8: 30pF

Półprzewodniki

D1...D8: LED 5mm
U1...U8: MOC3042
Q1...Q8: BT138-600
G1: mostek prostowniczy 1A/400V
US1: PIC16F84A zaprogramowany
US2: MAX485
US3: DS1813
US4: LM7805

Różne

B1: bezpiecznik 2A
CON1...CON10: ARK2(5mm)
JP1, JP2: goldpin 1x2 + zworka
Gniazdo bezpiecznika do druku
Transformator TS2/14
Podstawki DIP8-1szt., DIP18-1szt.

Tab. 3. Zestawienie wszystkich komend umożliwiających sterowanie kartą triaków

Rodzaj komendy	Wydana komenda	Reakcja karty triaków
Załączenie jednego triaka	ESC 2 w n 1 enter n-numer triaka (1...8)	Załączenie przełącznika o numerze "n" n=1...8 (odpowiednio 1=triak 1, 2=triak 2 itd.)
	Przykład: ESC 2 w 3 1 enter	włącza triak numer 3
Wyłączenie jednego triaka	ESC 2 w n 0 enter n-numer triaka (1...8)	Wyłączenie triaka o numerze "n" n=1...8 (odpowiednio 1= triak 1, 2= triak 2 itd.)
	Przykład: ESC 2 w 4 0 enter	wyłącza triak numer 4
Ustawienie stanów wszystkich triaków jednocześnie	ESC 2 w a s1s2s3s4s5s6s7s8 enter s1...s8 mogą być równe 0 lub 1 (ASCII)	Ustawia stany dla wszystkich triaków jednocześnie. Parametry s1...s8 odpowiadają stanom odpowiednich triaków (s1 odpowiada stanowi triaka Q1, s2 stanowi triaka Q2, itd.). Parametr "s" równy 1 (ASCII) powoduje załączenie, a 0 (ASCII) wyłączenie triaka.
	Przykład: ESC 2 w a 11110000 enter	Włącza triaki o numerach 1...4 i wyłącza triaki o numerach 4...8.
Odczyt stanu jednego triaka	ESC 2 r n enter n-numer triaka (1...8)	Zwraca informację o stanie wskazanego w parametrze "n" triaka. Jeśli przełącznik jest włączony, to zwraca 1 (ASCII), jeśli wyłączony, to 0 (ASCII)
	Przykład: ESC 2 r 5 enter	odczytuje stan triaka o numerze 5
Odczyt stanów wszystkich triaków	ESC 2 r a enter	Zwraca informację o stanie wszystkich triaków, do modułu sterującego wysyłane jest 8 znaków. Jeśli triak jest włączony, to zwraca 1 (ASCII), jeśli wyłączony, to 0 (ASCII).
	Przykład: ESC 2 r a enter	odczytuje stany wszystkich triaków

Obsługa karty triaków

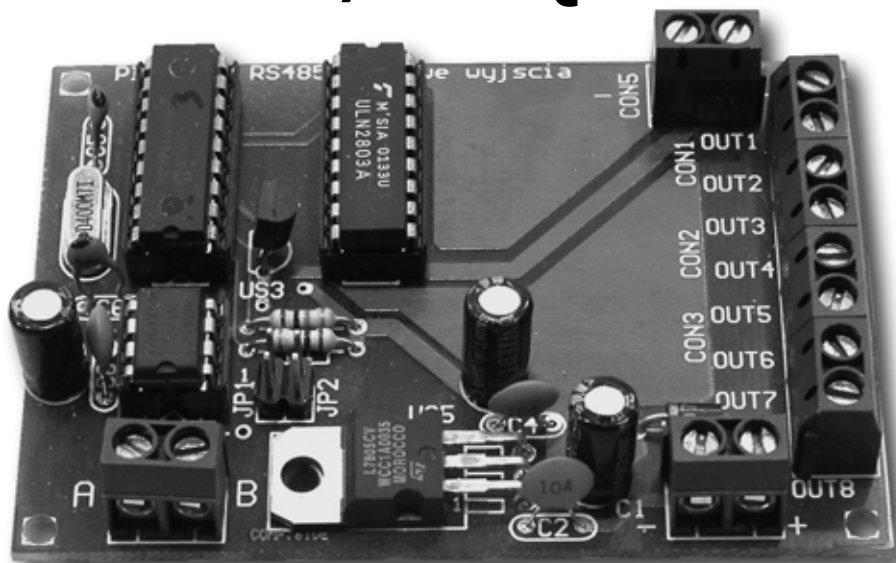
Karta triaków posiada adres odpowiadający kodowi znaku „2” (w kodzie ASCII), dlatego jakiegokolwiek działania jej dotyczące mogą być wykonane po podaniu tego adresu. Stan triaków może być zmieniany pojedynczo, niezależnie dla każdego triaka lub grupowo po podaniu w jednym pakiecie danych ustawiających stany wszystkich triaków. Możliwy jest także odczyt stanu dowolnego triaka, 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 triaków oraz przykładowe polecenia i reakcje karty na nie przedstawiono w tab. 3.

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

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/lipiec03.htm> oraz na płycie CD-EP7/2003B w katalogu PCB.

„Klocki” RS485, część 3

W trzeciej części artykułu przedstawiamy dwie karty wyjść cyfrowych, za pomocą których w systemie RS485 można sterować pracą urządzeń zasilanych napięciami o wartości nie większej niż 50 V. **Rekomendacje:** te „klocki” RS485 polecamy szczególnie tym Czytelnikom, którzy muszą przesyłać dane na duże odległości z relatywnie dużą prędkością.



Karta wyjść cyfrowych (stan aktywny GND) AVT-533

Karta wyjść cyfrowych (z aktywnym stanem GND) ma osiem wyjść typu otwarty kolektor, z maksymalnym prądem obciążenia 0,5 A. Napięcie podane na wyjście karty może wynosić do 50 V. W układzie wyjściowym są zastosowane diody zabezpieczające, co umożliwia bezpośrednie sterowanie elementami z indukcyjnościami, na przykład przekaźnikami. Karta pozwala na komunikację dwustronną, dzięki czemu można sprawdzić stan wszystkich wyjść.

Budowa

Schemat elektryczny karty cyfrowych wyjść przedstawiono na rys. 9. Jej głównym elementem jest mikrokontroler PIC16F84A, który odpowiada za odbiór oraz nadawanie danych w standardzie RS485 oraz - w zależności od odebranych danych - odpowiednio steruje układem wykonawczym. Procesor pracuje z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 4 MHz. Do zeronowania procesora zastosowano specjalizowany generator sygnału zwróconego DS1813 (US3).

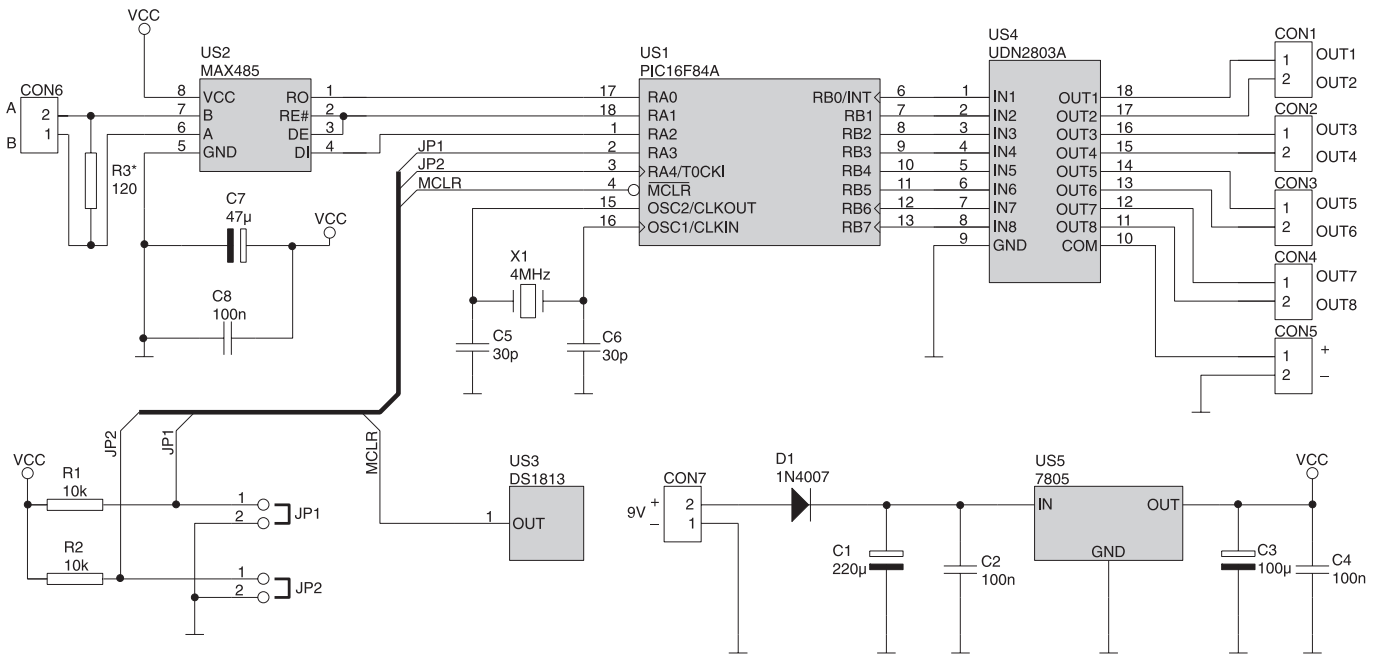
Jako układ wykonawczy zastosowano układ scalony typu ULN2803A (US4). Zawiera on osiem kluczy tranzystorowych wraz z rezystorami wejściowymi (schemat pojedynczego stopnia

wyjściowego układu ULN2803A przedstawiono na rys. 10). Obwód wyjściowy każdego tranzystora jest zabezpieczony przez wewnętrzne diody przed uszkodzeniem, w przypadku sterowania odbiornikiem indukcyjnym. Diody te zwiernają napięcia wyższe niż napięcie panujące na wyprowadzeniu COM. Układ nadaje się więc do sterowania przekaźnikami bez konieczności stosowania zewnętrznych diod. Jeśli karta będzie wykorzystana do sterowania przekaźnikami, to na wejście COM należy podać plus napięcia zasilającego te przekaźniki. Maksymalne napięcie podane na kolektory tranzystorów wyjściowych układu ULN2803A wynosi 50 V, a maksymalny prąd przewodzenia pojedynczego tranzystora wynosi 500 mA. Nie należy jednak przekraczać maksymalnej mocy całego układu, która wynosi 1150 mW.

Za konwersję poziomów sygnałów pojawiających się w linii transmisyjnej na poziomy TTL odpowiada układ MAX485 (US2). Dokonuje on również konwersji z poziomów TTL na poziomy RS485. W czasie spoczynku układ ten znajduje się w trybie odbiornika, ponieważ na wejściach DE i !RE występuje poziom niski wymuszony przez wyjście procesora. Przełączenie układu MAX485 w tryb nadawania następuje tylko na czas wysyłania danych przez kartę wyjść cyfrowych, a następnie zostaje przywró-

Klocki RS485 to:

- 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.

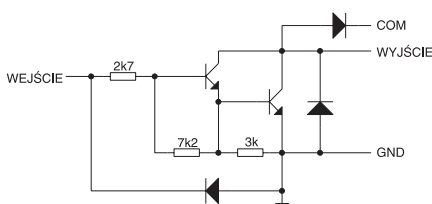


Rys. 9. Schemat elektryczny karty cyfrowych wyjść (stan aktywny 0V)

cony tryb odbioru, aby nie bloko-
wać linii transmisyjnej.

Dodatkowy rezystor R3 służy do
dopasowania linii i powinien być
zamontowany tylko w jednym mo-
dule, najbardziej oddalonym od
nadajnika (konwertera RS232<-
>RS485). O jego montażu należy
jednak zdecydować po podłączeniu
wszystkich modułów, gdyż w czasie
testów okazał się zbędny. Zworka
JP1 służy do zmiany podstawowego
adresu, pod którym będzie zgłaszała
się karta wyjść cyfrowych. Natomiast
zworka JP2 umożliwi powrót do
podstawowego adresu urządzenia.
Rezystory R1 i R2 spełniają rolę
rezystorów podciągających wejścia
RA3 i RA4 do plusa zasilania. Opis
zmiany podstawowego adresu karty
wyjść cyfrowych zostanie przedsta-
wiony w dalszej części artykułu,
gdyż dla wszystkich modułów prze-
biega w taki sam sposób.

Do stabilizacji napięcia zasilają-
cego zastosowano monolityczny sta-
bilizator typu LM7805, natomiast do
filtracji napięcia zastosowano kon-



Rys. 10. Budowa pojedynczego
stopnia wzmacniacza zawartego
w układzie ULN2803A

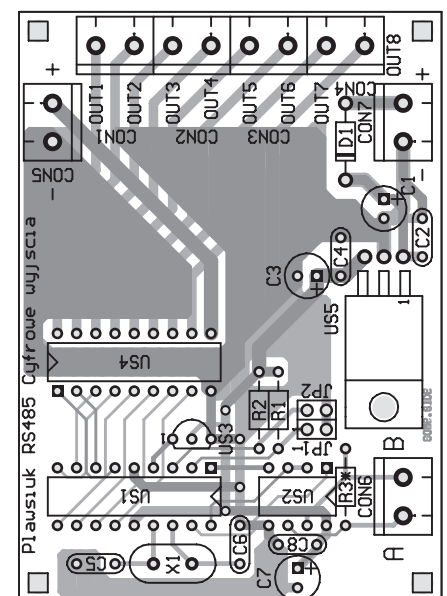
densatory C1...C4. Dioda D1 zabez-
piecza stabilizator przed uszkodze-
niem w przypadku podania napię-
cia o odwrotnej polaryzacji.

Montaż

Montaż karty wyjść cyfrowych
(schemat montażowy pokazano na
rys. 11) należy rozpocząć od wlu-
towania rezystorów (bez rezystora
R3*), w następnej kolejności mon-
tujemy podstawki pod układy sca-
lone i kondensatory. Na samym
końcu należy wlutować stabiliza-
tor napięcia i złącza. Do złącza
CON7 trzeba dołączyć przewody
zasilacza o napięciu około 9 V (100
mA). Złącza CON1...CON4 są wy-
jściami karty i do nich należy
podłączyć układy sterowane przez
kartę. Do złącza CON5 należy
dołączyć masę układów sterowa-
nych. Na tym złączu znajduje się
także wyprowadzenie COM układu
ULN2803A i jeśli układ ma być
zastosowany do sterowania obcią-
żeniem indukcyjnym, np. przekaź-
nikiem, to do tego wyprowadzenia
należy podłączyć plus napięcia
zasilającego przekaźnika. Wyeliminuje
to konieczność stosowania
diod zabezpieczających układ
ULN2803A przed uszkodzeniem w
czasie przełączania przekaźnika.
Do złącza CON6 należy podłączyć
przewody wspólnej dla wszystkich
modułów magistrali, zwracając
przy tym uwagę na sposób pod-
łączenie (A do A, B do B).

Obsługa karty wyjść cyfrowych

Karta wyjść cyfrowych ma ad-
res odpowiadający znakowi „3”
w kodzie ASCII, dlatego jakiegol-
wiek działania jej dotyczące mogą
być wykonane po podaniu tego
adresu. Stan wyjść może być
zmieniany pojedynczo, niezależ-
nie dla każdego wyjścia lub gru-
powo po podaniu w jednym pa-
kiecie danych stanów wszystkich
wyjść. Możliwy jest także odczyt
stanu dowolnego wyjścia, jak rów-
nież wszystkich jednocześnie.



Rys. 11. Schemat montażowy płytki
wyjść cyfrowych

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 10kΩ
R3*: 120Ω według opisu

Kondensatory

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

Półprzewodniki

D1: 1N4007
US1: PIC16F84A zaprogramowany
US2: MAX485
US3: DS1813
US4: ULN 2803A
US5: LM7805

Różne

CON1...CON7: ARK2(5mm)
JP1, JP2: goldpin 1x2 + jumper
X1: kwarc 4MHz
Podstawka DIP8- 1 szt., DIP18- 2szt.

Każda komenda rozpoczyna się od znaku ESC (klawisz *Escape* na klawiaturze), następnie należy podać adres karty i rozkaz, jaki ma być wykonany. Zestawienie wszystkich komend umożliwiających sterowaniem kartą wyjść cyfrowych oraz przykładowe polecenia i reakcję na nie karty przedstawiono w **tab. 4**.

Karta wyjść cyfrowych (stan aktywny VCC) AVT-534

Karta wyjść cyfrowych (stan aktywny VCC) posiada osiem wyjść typu otwarty emiter, co umożliwia sterownie napięciem zasilania VCC. Maksymalny prąd wyjściowy wynosi 0,5 A, a napięcie załączania 50 V. Dodatkowo w układzie wyjściowym zastosowane są diody zabezpieczające, co umożliwia bezpośrednie sterowanie układami indukcyjnymi, na przykład przekaźnikami. Karta umożliwia komunikację dwustronną, dzięki czemu można sprawdzić stan wszystkich wyjść.

Budowa

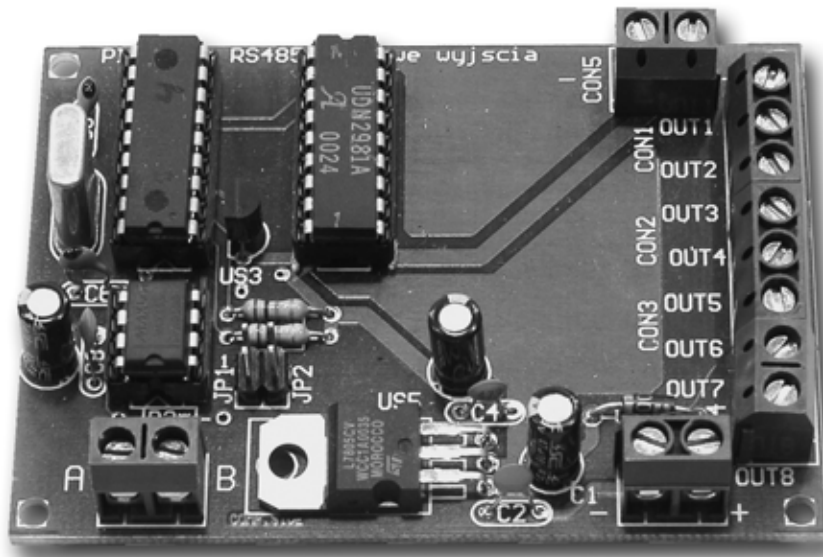
Schemat elektryczny karty cyfrowych wyjść przedstawiono na **rys. 12**. Jej głównym elementem jest mikroprocesor PIC16F84A, który odpowiada za odbiór oraz nadawanie danych oraz steruje układem wykonawczym. Procesor

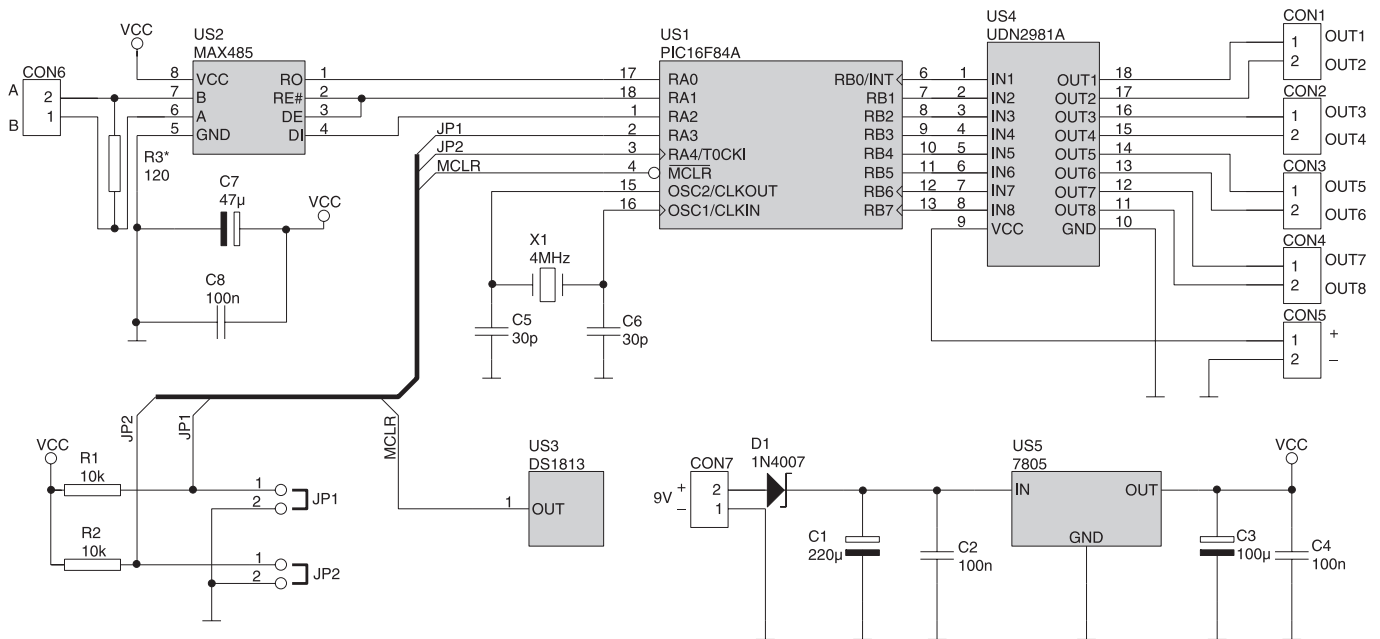
Tab. 4. Zestawienie wszystkich komend umożliwiających sterowanie kartą wyjść cyfrowych (aktywne GND)

Rodzaj komendy	Wydana komenda	Reakcja karty wyjść cyfrowych
Podanie masy na jedno wyjście	ESC 3□w□n□1□enter n-numer wyjścia (1...8)	Podanie masy na wyjście o□numerze "n" n=1...8 (odpowiednio 1=wyjście 1, 2=wyjście 2 itd.)
	Przykład: ESC 3□w□3□1□enter	Podanie masy na wyjście numer 3□
Ustawienie stanu wysokiej impedancji	ESC 3□w□n□0□enter n-numer wyjścia (1...8)	Ustawienie stanu wysokiej impedancji na wyjściu o□numerze "n"; n=1...8 (odpowiednio 1=wyjście 1, 2=wyjście 2 itd.)
	Przykład: ESC 3□w□4□0□enter	Ustawia stan wysokiej impedancji na wyjściu o□numerze 4
Ustawienie stanów wszystkich wyjść jednocześnie	ESC 3□w□a□s1s2s3s4s5s6s7s8 enter s1...s8 mogą być równe 0 lub 1□(ASCII)	Ustawia stany dla wszystkich wyjść jednocześnie. Parametry s1...s8 odpowiadają stanom odpowiednich wyjść (s1 odpowiada stanowi wyjścia 1, s2 stanowi wyjścia 2 itd.). Parametr "s" równy 1 (ASCII) powoduje podanie stanu masy, a□równy 0 (ASCII) ustawienie wysokiej impedancji
	Przykład: ESC 3□w□a□11110000 enter	Podaje stan masy na wyjściach o□numerach 1...4 i□ustawia stany wysokiej impedancji na wyjściach o□numerach 4...8.
Odczyt stanu jednego wyjścia	ESC 3□□n□enter n-numer wyjścia (1...8)	Zwraca informację o□stanie wskazanego w□parametrze "n" wyjścia. Jeśli wyjście jest w□stanie GND, to zwraca 1 (ASCII), jeśli w□stanie wysokiej impedancji, to 0 (ASCII)
	Przykład: ESC 3□□5□enter	Odczytuje stan wyjścia o□numerze 5
Odczyt stanów wszystkich wyjść	ESC 3□□a□enter	Zwraca informację o□stanie wszystkich wyjść, do modułu sterującego wysyłane jest 8□znaków. Jeśli wyjście jest w□stanie GND, to zwraca 1 (ASCII), jeśli w□stanie wysokiej impedancji, to 0□(ASCII).
	Przykład: ESC 3□□a□enter	Odczytuje stany wszystkich wyjść

pracuje z zewnętrznym rezonatorem o częstotliwości 4 MHz, a do jego zerowania zastosowano specjalizowany układ DS1813 (US3). Jako układ wykonawczy zastosowano układ typu UDN2981A (US4), układ ten zawiera osiem

stopni wzmacniających, które umożliwiają załączanie dodatniego napięcia o maksymalnej wartości 50 V. Niezależnie od wartości napięcia zasilania tranzystorów wyjściowych, na wejście stopnia wzmacniającego można poda-





Rys. 12. Schemat elektryczny karty wyjść cyfrowych (stan aktywny plus zasilania)

wać napięcie z zakresu 0...5 V. Wyjście każdego stopnia jest zabezpieczone przed uszkodzeniem przez wewnętrzne diody w przypadku sterowania odbiornikiem o dużej indukcyjności. Diody te zwierają napięcia niższe niż napięcie masy (GND), doskonale nadają się więc do sterowania przekaźnikami bez konieczności stosowania dodatkowych zewnętrznych diod. Maksymalne napięcie zasilania tranzystorów wyjściowych układu ULN2981A wy-

nosi 50 V, a maksymalny prąd przewodzenia przez pojedynczy tranzystor wynosi 500 mA. Nie należy jednak przekraczać maksymalnej mocy całego układu, która wynosi 1150 mW.

Za konwersję sygnałów pojawiających się w linii transmisyjnej na standard TTL odpowiada układ MAX485 (US2), dokonuje on również konwersji z poziomów TTL na poziomy RS485. W czasie spoczynku układ ten znajduje się w trybie odbiornika, ponieważ na wejściach DE i !RE panuje stan niski wymuszony przez wyjście procesora. Przełączenie w tryb nadawania układu MAX485 następuje tylko na czas wysyłania danych przez kartę wyjść cyfrowych, a następnie zostaje przywrócony tryb odbioru, aby nie blokować linii transmisyjnej.

Dodatkowy rezystor R3 służy do dopasowania linii i powinien być zamontowany tylko w jednym module, najbardziej oddalonym od nadawcy (konwertera RS232<->RS485). O jego montażu należy jednak zdecydować po podłączeniu wszystkich modułów, gdyż w czasie testów okazał się zbędny. Zworka JP1 służy do zmiany podstawowego adresu, pod którym będzie zgłaszała się karta wyjść cyfrowych. Natomiast zworka JP2 umożliwia powrót do podstawowego 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. Dodatkowa dioda D1 zabezpiecza stabilizator przed uszkodzeniem w przypadku podania napięcia o odwrotnej polaryzacji.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 10k Ω

R3*: 120 Ω według opisu

Kondensatory

C1: 220 μ F/25V

C2, C4: 100nF

C3: 100 μ F/16V

C5, C6: 30pF

C7: 47 μ F/16V

C8: 100nF

Półprzewodniki

D1: 1N4007

US1: PIC16F84A zaprogramowany

US2: MAX485

US3: DS1813

US4: UDN 2981A

US5: LM7805

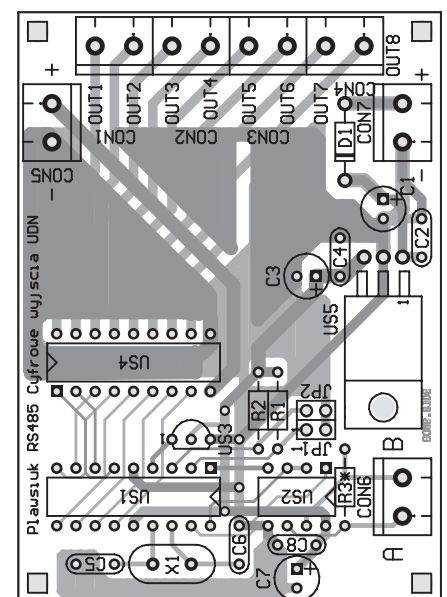
Różne

CON1...CON7: ARK2(5mm)

JP1, JP2: goldpin 1x2 + jumper

X1: kwarc 4MHz

Podstawka DIP8 1 szt., DIP18 2szt.



Rys. 13. Schemat montażowy karty wyjść cyfrowych

Montaż

Montaż elementów karty cyfrowych wyjść (rys. 13) należy rozpocząć od wlutowania rezystorów (bez rezystora R3). W następnej kolejności lutujemy podstawki pod układy scalone i kondensatory. Na samym końcu należy wlutować stabilizator napięcia i złącza. Do złącza CON7 należy dołączyć przewody zasilacza o napięciu około 9 V (100 mA). Złącza CON1...CON4 są wyjściami karty wyjść cyfrowych i do nich należy podłączyć układy sterowane przez kartę. Do złącza CON5 należy doprowadzić masę układów sterowanych i plus zasilania układu UDN2981A. W przypadku uaktywnienia danego wyjścia, na wyjściu tym będzie panowało napięcie o wartości podanej na wejście VCC układu UDN2981A.

Linie magistrali RS485 należy podłączyć do złącza CON6, zwracając przy tym uwagę na sposób podłączenia (A do A, B do B).

Obsługa karty wyjść cyfrowych

Karta wyjść cyfrowych posiada adres równy znakowi „4” (ASCII), dlatego jakiegokolwiek działania jej dotyczące mogą być wykonane po podaniu tego adresu. Stan wyjść może być zmieniany pojedynczo, niezależnie dla każdego wyjścia lub grupowo przez podanie w jednym pakiecie danych stanów wszystkich wyjść. Dodatkowo możliwy jest także odczyt stanu dowolnego wyjścia, jak również wszystkich jednocześnie. Każda komenda rozpoczyna się od znaku „ESC” (klawisz *Escape* na klawiaturze), następnie należy podać adres karty i rozkaz,

Tab. 5. Zestawienie wszystkich komend umożliwiających sterowanie kartą wyjść cyfrowych (aktywne VCC)

Rodzaj komendy	Wydana komenda	Reakcja karty wyjść cyfrowych
Podanie plusa na jedno wyjście (VCC)	ESC 4w□n□1□enter n-numer wyjścia(1...8)	Podanie plusa zasilania na wyjście o□numerze “n” n=1...8 (odpowiednio 1=wyjście 1, 2=wyjście 2, itd.)
	Przykład: ESC 4w□3□1□enter	Podanie plusa zasilania na wyjście numer 3□
Podanie stanu wysokiej impedancji na jedno z□wyjść	ESC 4w□n□0□enter n-numer wyjścia (1...8)	Podanie stanu wysokiej impedancji na wyjście o□numerze “n”; n=1...8 (odpowiednio 1=wyjście 1, 2=wyjście 2, itd.)
	Przykład: ESC 4w□4□0□enter	Podaje stan wysokiej impedancji na wyjście o□numerze 4
Ustawienie stanów wszystkich wyjść jednocześnie	ESC 4w□a□s1s2s3s4s5s6s7s8 enter s1...s8 mogą być równe 0 lub 1□(ASCII)	Ustawia stany dla wszystkich wyjść jednocześnie. Parametry s1...s8 odpowiadają stanom odpowiednich wyjść (s1 odpowiada stanowi wyjścia 1, s2 stanowi wyjścia 2 itd.). Parametr “s” równy 1 (ASCII) powoduje podanie stanu wysokiego (VCC), a□równy 0 (ASCII) stanu wysokiej impedancji.
	Przykład: ESC 4w□a□11110000 enter	Podaje stan plusa na wyjściach o□numerach 1...4 i□stanów wysokiej impedancji na wyjściach o□numerach 4...8.
Odczyt stanu jednego wyjścia	ESC 4□r□n□enter n-numer wyjścia (1...8)	Zwraca informację o□stanie wskazanego w□parametrze “n” wyjścia. Jeśli wyjście jest w□stanie wysokim (VCC), to zwraca 1 (ASCII), jeśli w□stanie wysokiej impedancji, to 0 (ASCII)
	Przykład: ESC 4□r□5□enter	Odczytuje stan wyjścia o□numerze 5
Odczyt stanów wszystkich wyjść	ESC 4□r□a□enter	Zwraca informację o□stanie wszystkich wyjść, do modułu sterującego wysyłane jest 8□znaków. Jeśli wyjście jest w□stanie wysokim (VCC), to zwraca 1 (ASCII), jeśli w□stanie wysokiej impedancji, to 0□(ASCII).
	Przykład: ESC 4□r□a□enter	Odczytuje stany wszystkich wyjść

jaki ma być wykonany. Zestaw wszystkich komend umożliwiających sterowaniem kartą wyjść cyfrowych oraz przykładowe polecenia i reakcja karty na nie jest przedstawiony w tab. 5.

Krzysztof Pławsiuk, AVT
krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/sierpien03.htm> oraz na płycie CD-EP8/2003B w katalogu PCB.