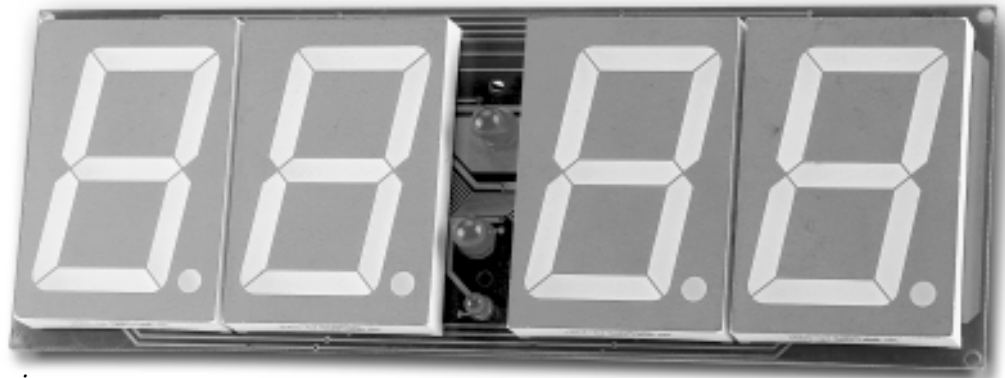


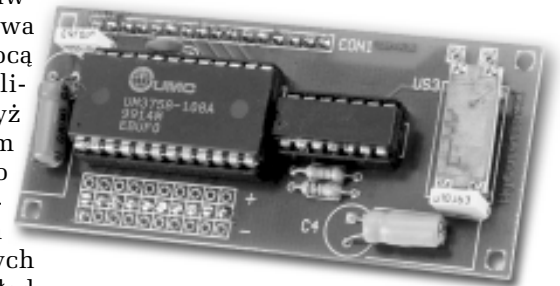
Wyświetlacz bezprzewodowy

AVT-5058



W artykule przedstawiamy moduł inteligentnego wyświetlacza, składający się z czterech wyświetlaczy LED o wysokości 57mm oraz dwóch diod wyświetlających dwukropek. Moduł może współpracować np. z zegarem lub termometrem. Jego zaletą jest możliwość bezprzewodowego dołączenia do dowolnego urządzenia sterującego.

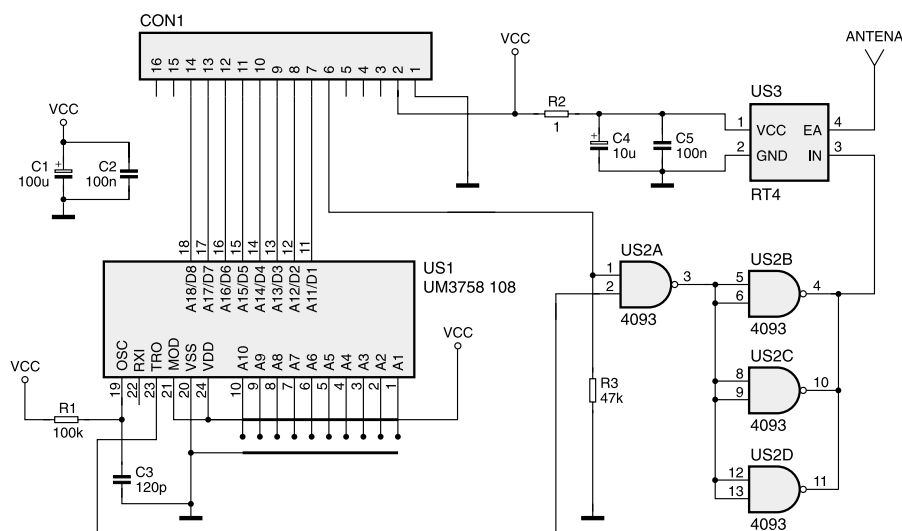
Komunikacja układu nadawczego z wyświetlaczami odbywa się bezprzewodowo, za pomocą fal radiowych. Jest to niewątpliwa zaleta wyświetlacza, gdyż można go umieścić w dowolnym miejscu pomieszczenia, a do pracy potrzebne jest tylko napięcie zasilające - nie ma potrzeby dołączania dodatkowych linii transmisji danych. Układ można umieścić w listwach natynkowych lub nawet wkomponować w ścianę gipsową bez potrzeby późniejszej ingerencji w jego wnętrze, gdyż wszystkie parametry dotyczące sposobu wyświetlania mogą być konfigurowane zdalnie poprzez moduł nadawczy. Możliwe jest również jednoczesne sterowanie z jednego nadajnika kilkoma wyświetlaczami. Może to być przydatne, gdy modułem nadajnika steruje zegar wyposażony w odbiornik DCF - wtedy wystarczy tylko jeden taki zegar do wskazywania dokładnej godziny w kilku pomieszczeniach. Moduł wyświetlaczy posiada również brzęczyk do sygnalizowania pewnych zdarzeń, np. przekroczenia zadanej temperatury, gdy wyświetlacz jest wykorzystywany w systemie pomiaru temperatury, lub jako budzik, w przypadku wyświetlania czasu. Wyświetlacze posiadają również czterostopniowe przyciemnianie, umożliwiające dostosowanie jasności świecenia do oświetlenia zewnętrznego. Moduł nadawczy został zaprojektowany tak, aby miał wymiar popularnych wyświetlaczy alfanu-



merycznych LCD. Wyprowadzenia zasilania układu są również zgodne ze stosowanymi w wyświetlaczach LCD. Można więc zamiast już istniejącego wyświetlacza zamontować moduł nadawczy i po zmianie oprogramowania w procesorze sterującym sterować wyświetlaczem siedmiosegmentowym bez konieczności wykonywania nowej płytki drukowanej.

Tab. 1. Zestawienie znaków wyświetlanych przez moduł

L.p.	D4	D3	D2	D1	Wyświetlacz
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1
3	0	0	1	0	2
4	0	0	1	1	3
5	0	1	0	0	4
6	0	1	0	1	5
7	0	1	1	0	6
8	0	1	1	1	7
9	1	0	0	0	8
10	1	0	0	1	9
11	1	0	1	0	A
12	1	0	1	1	C
13	1	1	0	0	E
14	1	1	0	1	F
15	1	1	1	0	0
16	1	1	1	1	Wygaszony



Rys. 1. Schemat elektryczny modułu nadawczego.

Budowa i działanie

System zdalnego wyświetlania składa się z dwóch modułów: modułu nadawczego i modułu odbiorczego wraz z wyświetlaczami. Schemat modułu nadawczego przedstawiono na **rys. 1**.

Składa się on z dwóch układów scalonych, a jego rolą jest zmiana sygnałów równoległych, pojawiających się na wejściach danych, do postaci szeregowej i wysłania ich do odbiornika za pomocą fal radiowych. Układ US1 jest scalonym koderem/dekoderem danych umożliwiającym przesłanie jednego bajtu danych. Układ ten może pracować zarówno jako koder jak i dekodek, w zależności od stanu logicznego na wejściu sterującym trybem pracy (oznaczonym *MODE*). W układzie nadajnika wejście to zwarte jest z plusem zasilania. Po włączeniu zasilania na wyjściu *TRO* pojawiają się ciągi impulsów odpowiadające stanom logicznym na wejściach adresowych *A1...A10* oraz wejściach danych *D1...D8*. Wejścia adresowe są trójstanowe i wykrywane są na nich stany: zwarcia do masy, zwarcia do plusa lub pozostawienie „w powietrzu”. Sposób kodowania poszczególnych stanów logicznych przedstawiono na **rys. 2**.

Impulsy na wyjściu *TRO* są generowane przez cały czas włączenia zasilania, niezależnie od tego czy transmitowane dane ulegają zmianie, czy też nie. Powoduje to, że przez cały czas, gdy jest włączony moduł nadawczy,

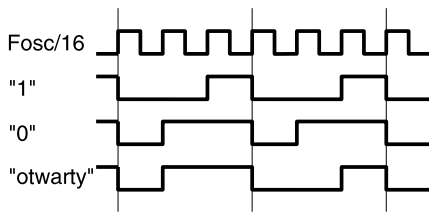
blokowane jest pasmo radiowe dla innych modułów radiowych mogących pracować w pobliżu wyświetlaczy. Aby temu zapobiec, sygnał radiowy jest włączany tylko na czas wysyłania danych. Ponieważ koder nie posiada wejścia sterującego przepływem da-

nym, to konieczne jest zastosowanie na jego wyjściu zewnętrznego układu kluczującego transmitowane dane. Rolę takiego klucza pełnią bramki NAND układu US2. Podanie na wejście 1 bramki US2A stanu logicznej jedynki powoduje, że dane z wyjścia *TRO* układu US1 występują na wyjściu tej bramki odwrócone w fazie o 180°. Kolejne trzy bramki tego układu powodują ponowne odwrócenie sygnału o 180°, a więc na wejście nadajnika radiowego trafia sygnał zgodny w fazie z sygnałem z wyjścia *TRO*. Równoległe połączenie trzech bramek zwiększa ich sumaryczną wydajność prądową. Jeżeli chcemy wysłać jakieś dane, to należy na wejścia *D1...D8* podać odpowiednią kombinację, a na wejście numer 6 złącza *CON1* dodatni impuls powodujący przesłanie tych danych do odbiornika.

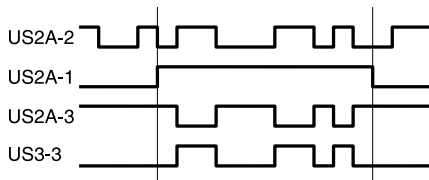
Na **rys. 3** przedstawiono przebiegi wejściowe i wyjściowe klucza. Jako układ nadajnika radiowego zastosowano hybrydowy na-

Tab.2. Komendy sterujące wyświetlaczem

L.p.	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	Opis
1	X	A2	A1	A0	D4	D3	D2	D1	Format danych wysyłanych do modułu nadajnika: X - bit bez znaczenia A2...A0 - numer komendy (rozkażu) D4...D1 - dane sterujące
2	X	0	0	0	D4	D3	D2	D1	<i>Adres=0</i> - wartość zapisana na pozycjach D4...D1 zostaje przetworzona na kod wyświetlacza siedmiosegmentowego i wpisana na wyświetlacz DP1
3	X	0	0	1	D4	D3	D2	D1	<i>Adres=1</i> - wartość zapisana na pozycjach D4...D1 zostaje przetworzona na kod wyświetlacza siedmiosegmentowego i wpisana na wyświetlacz DP2
4	X	0	1	0	D4	D3	D2	D1	<i>Adres=2</i> - wartość zapisana na pozycjach D4...D1 zostaje przetworzona na kod wyświetlacza siedmiosegmentowego i wpisana na wyświetlacz DP3
5	X	0	1	1	D4	D3	D2	D1	<i>Adres=3</i> - wartość zapisana na pozycjach D4...D1 zostaje przetworzona na kod wyświetlacza siedmiosegmentowego i wpisana na wyświetlacz DP4
6	X	1	0	0	D4	D3	D2	D1	<i>Adres=4</i> - pod tym adresem możliwe jest zapalenie kropek dziesiętnych wyświetlaczy DP1...DP4 D1-kropka dziesiętna wyświetlacza DP1, jeśli D1=1 to świeci D2-kropka dziesiętna wyświetlacza DP2, jeśli D2=1 to świeci D3-kropka dziesiętna wyświetlacza DP3, jeśli D3=1 to świeci D4-kropka dziesiętna wyświetlacza DP4, jeśli D4=1 to świeci
7	X	1	0	1	D4	D3	D2	D1	<i>Adres=5</i> - pod tym adresem ustawia się jasność świecenia wyświetlaczy, włącza buzzer, włącza dwukropek D4, D3; wyświetlacze mogą świecić na jednym z czterech poziomów jasności: Jeśli D4=1 i D3=1, to świecą z maksymalną jasnością Jeśli D3=0 i D3=0, to świecą z minimalną jasnością D2 - włącza Buzzer, jeśli D2=1, to Buzzer włączony D1 - włącza dwukropek, jeśli D1=1, to dwukropek zapalony



Rys. 2. Przebiegi czasowe na wyjściu „TRO” układu UM 3758-108A.



Rys. 3. Przebiegi czasowe na wejściach i wyjściu cyfrowego klucza.

dajnik RT4. Nadajnik ten umożliwia poprawną pracę już od napięcia zasilającego 2V. Płytką nadajnika przewidziana jest do współpracy z mikroprocesorem z napięciem zasilającym równym 5V. Zastosowany nadajnik umożliwia więc poprawną pracę przy tak niskim (jak na nadajniki radiowe) napięciu. W celu zwiększenia zasięgu (między nadajnikiem i odbiornikiem) do układu RT4 można dołączyć antenę zewnętrzną w postaci odcinka przewodu.

Na **rys. 4** przedstawiono schemat elektryczny modułu wyświetlacza. Zawiera on procesor sterujący US1, układy wzmacniaczy prądowych US2 i US5, dekodery UM3758 (identyczny z zastosowanym w module nadajnika, lecz pracujący jako dekodery), odbiornik radiowy i wyświetlacz LED. Stabilizator US7 dostarcza napięcie 5V do układów sterujących modułu wyświetlacza. Dioda D1 zabezpiecza układ przed podłączeniem napięcia o odwrotnej polaryzacji. Za tą diodą jest napięcie około 12V, niezbędne do sterowania wyświetlaczami LED.

Zastosowany procesor jest „silniejszym” bratem popularnego PIC16F84A. Procesor zawiera w swojej strukturze 2k słów 14-bitowych pamięci programu typu Flash, pamięć EEPROM, interfejs szeregowy transmisji danych typu: RS232, I²C (mogący pracować zarówno w trybie MASTER, jak również SLAVE) oraz interfejs SPI. Układ PIC16F872 posiada również 10-bitowy przetwornik

A/C, trzy timery, sterownik PWM i wiele jeszcze innych bloków. Szczegółowe informacje o tym procesorze są dostępne na stronie producenta (www.microchip.com).

Procesor ten posiada jeszcze jedną bardzo przydatną podczas pisania i testowania programów funkcję. Mianowicie, przy współpracy z programem MPLAB oraz systemem MPLAB-ICD, możliwe jest obserwowanie zawartości wszystkich rejestrów w pracującym procesorze znajdującym się w układzie. Procesor może wystartować z dowolnej komendy programu i być zatrzymany również w dowolnym momencie. Istnieje także możliwość pracy krokowej. Jest to więc znakomity emulator procesora. Do emulacji wykorzystywane są tylko dwa wyprowadzenia procesora oraz 256 słów wewnętrznej pamięci programu, a do pracy krokowej nie jest zajmowana linia przerwanie procesora, jak to ma miejsce w przypadku innych emulatorów.

W przedstawionym układzie wykorzystywanych jest tylko niewiele funkcji procesora. Służy on do przetwarzania odebranych danych z układu dekodera US3, a następnie wyświetlenie ich na wyświetlaczach. Procesor pracuje z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 4MHz, co w przypadku mikroprocesorów tej rodziny daje cykl maszynowy równy 1μs. Do zerowania układu procesora zastosowano specjalizowany układ DS1813, który zapewnia, że procesor uruchomi się poprawnie nawet przy wolnym narastaniu napięcia zasilającego.

Wyświetlacze sterowane są w sposób multipleksowy, co pozwala na znaczne zmniejszenie poboru prądu w stosunku do układów statycznych, gdyż w danej chwili świeci tylko jeden wyświetlacz. Kolejne wyświetlacze są zapalane i gaszone z częstotliwością około 1kHz, oko ludzkie nie jest w stanie zaobserwować tak szybkich zmian i odbiera to tak, jak gdyby świeciły się wszystkie wyświetlacze jednocześnie.

Działanie układu zostanie omówione od początku przepływu informacji. Odbiornik radiowy US4 odbiera wszystkie sygnały radiowe pojawiające się w eterze

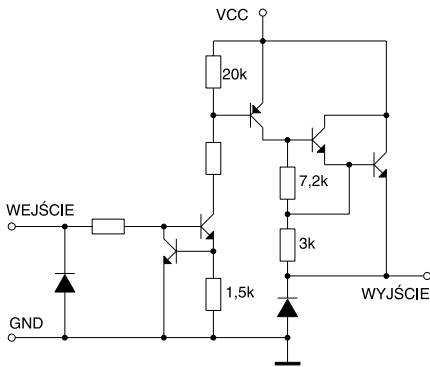
(w paśmie pracy odbiornika), a następnie przesyła je w postaci cyfrowej do układu US3. Dekoder porównuje otrzymane dane z zaprogramowanym adresem na wejściach adresowych A1...A10. Jeżeli zostaną odebrane dwie poprawne sekwencje danych (ze zgodnym adresem) to następuje przepisanie odebranych danych na wyjścia D1...D8, a następnie zaświecenie diody D2. Wyjście TRO steruje również wejściem RA4 procesora. Dioda świecąca D2 informuje użytkownika, że transmisja jest prawidłowa, a procesor otrzymuje sygnał, że odebrany został kolejny kod do przetworzenia. Sposób reakcji procesora na odpowiednie kody sterujące zostanie omówiony w dalszej części artykułu.

Po przetworzeniu danych procesor odpowiednio steruje wzmacniaczami prądowymi US2 i US5. Zastosowane wyświetlacze są ze wspólną anodą, więc katody poszczególnych segmentów są sterowane układem ULN2803A. Układ ten zawiera osiem tranzystorów NPN o wydajności prądowej równej 500mA. Do sterowania anod wyświetlaczy zastosowano układ UDN2981A zawierający osiem wzmacniaczy prądowych umożliwiających załączanie dodatniego napięcia zasilania. Schemat stopnia wzmacniającego układu US5 pokazano na **rys. 5**.

Jak wspominałem, na płytce wyświetlaczy znajduje się również brzęczyk sygnalizujący np. przekroczenie temperatury (w przypadku wykorzystania modułu wyświetlaczy w termometrze) oraz dwukropek, jeżeli będzie wyświetlany czas. Rezystor R1 włączony szeregowo z brzęczykiem zabezpiecza go przed uszkodzeniem w przypadku zastosowania napięcia zasilającego o wartości większej niż 12V. Rezystory ograniczające prąd płynący przez wszystkie segmenty wyświetlaczy zostały dobrane tak, aby przy maksymalnej jasności prąd wynosił około 12mA.

Instrukcje sterujące pracą wyświetlacza

Wszystkie parametry wyświetlacza są zapisane w sześciu rejestrach, do których jest możliwy bezpośredni dostęp poprzez zaad-

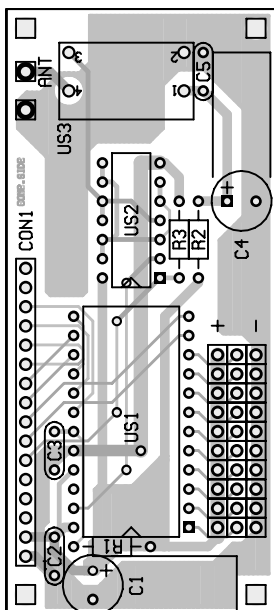


Rys. 5. Schemat wewnętrzny pojedynczego stopnia wzmacniającego układu UDN2981A.

czego do zasilania, a napięcie jest pobierane ze złącza CON1. Tak jak w przypadku klasycznych modułów wyświetlaczy LCD, na wyprowadzeniu 1 jest masa, a do wyprowadzenia 2 jest dołączane +5V.

Uruchomienie modułu nadajnika sprowadza się do zamontowania układu w złączu przystosowanym do pracy z wyświetlaczem LCD i sprawdzeniu napięć na nóżkach zasilających układów scalonych - przed włożeniem układów scalonych w podstawki!

Montaż elementów na płytce wyświetlaczy (schemat montażowy na rys. 7) rozpoczynamy również od rezystorów, następnie wlotujemy podstawki pod układy scalone. Wszystkie kondensatory elektrolityczne oraz stabilizator montujemy na leżąco. Po

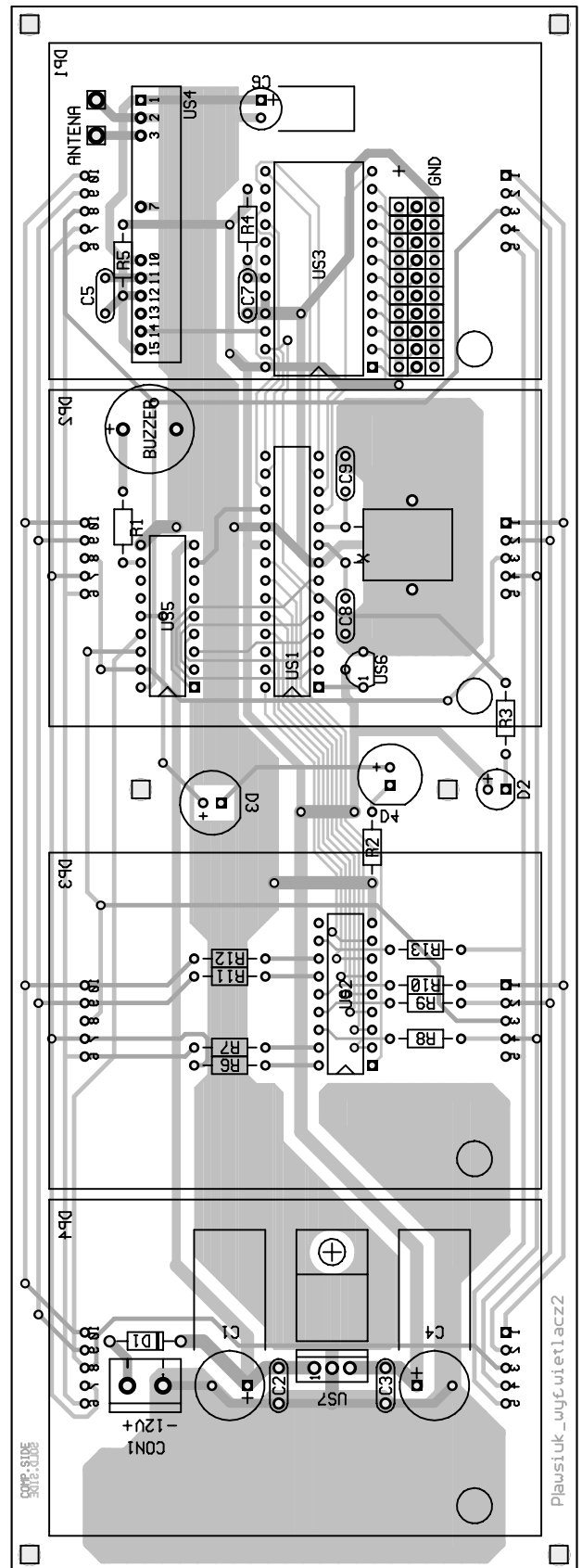


Rys. 6. Schemat montażowy płytki nadajnika.

zamontowaniu elementów biernych oraz stabilizatora, do złącza CON1 podłączamy napięcie zasilające o wartości około 12V i sprawdzamy napięcia w poszczególnych punktach układu czy odpowiadają one napięciom podanym na schemacie ideowym. Jeżeli napięcia w odpowiednich punktach układu są właściwe, to możemy zamontować moduł odbiornika radiowego. Odbiornik radiowy jest montowany również na leżąco, dlatego wcześniej należy zagiąć jego wyprowadzenia pod kątem 90°. Do wyprowadzenia ANTENA należy przylutować odcinek przewodu o długości około 10cm, służącego jako antena. Po zamontowaniu wszystkich elementów możemy przystąpić do wlotowania wyświetlaczy.

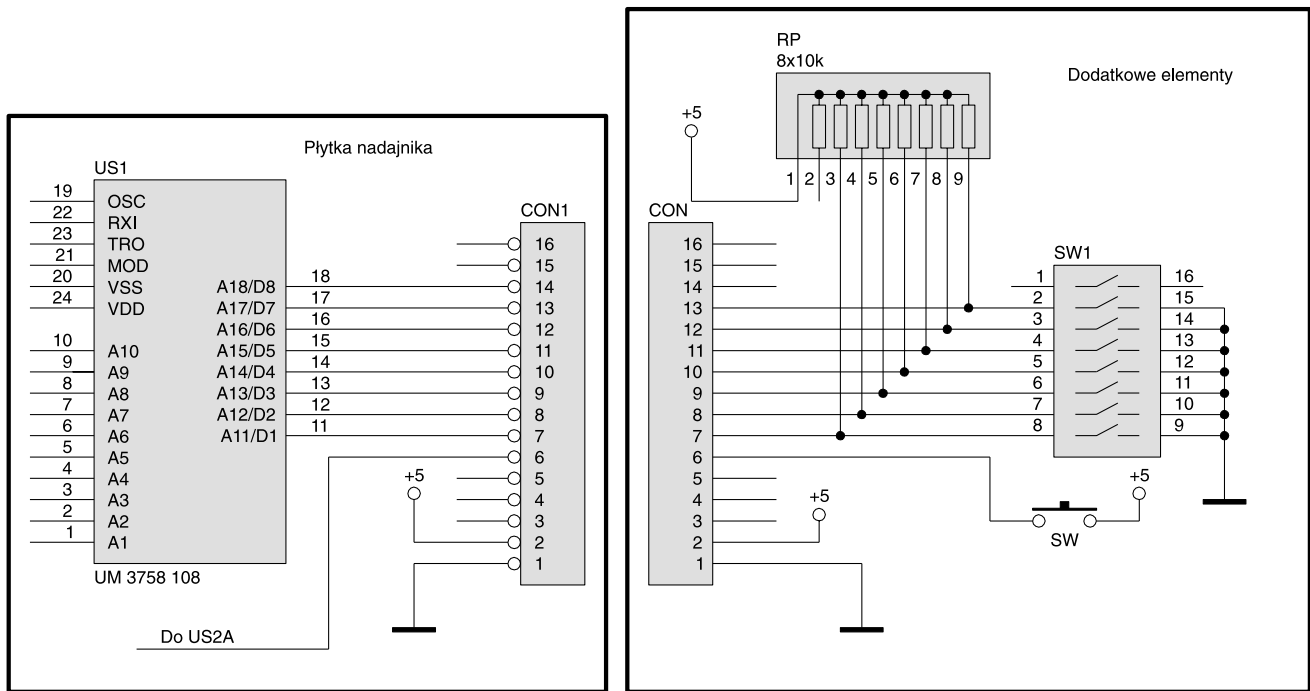
Wyświetlacze są montowane od strony ścieżek, dlatego przed ich wlotowaniem należy dokładnie sprawdzić poprawność montażu, gdyż później nie będzie możliwości skorygowania ewentualnych błędów, ponieważ zakryją one pola lutownicze. Jeżeli wyświetlacze zostały wlotowane, to pozostaje jeszcze wlotować diody świecące D2, D3, i D4, które są montowane również od strony ścieżek.

Jeśli montaż obydwu modułów został zakończony, to przystępujemy do uruchomienia systemu. Na złączach kodujących nadajnika i odbiornika ustawiamy wybraną kom-



Rys. 7. Schemat montażowy płytki wyświetlaczy.

binację adresową poprzez zwarcie wejść kodujących A1...A10 układów UM3758-108A do masy, do plusa lub pozostawienie nie pod-



Rys. 8. Schemat podłączenia przelazników testujacych modul wyswietlacza.

łączonych. Ustawione kombinacje muszą być jednakowe w obydwu modułach.

Do płytki wyświetlaczy ponownie podłączamy napięcie zasilające (po włożeniu wszystkich układów scalonych w podstawki).

Jeżeli układ został zmontowany poprawnie, to na wszystkich wyświetlaczach powinny pojawiać się kolejno cyfry oraz znaki przedstawione w tab. 1, a następnie nastąpi wygaszenia wszystkich wyświetlaczy i procesor oczekuje

na komendy sterujące z układu nadajnika. W celu sprawdzenia komunikacji pomiędzy modułami, do modułu nadajnika należy dołączyć przelazniki jak na rys. 8.

Do wyprowadzeń 1 i 2 złącza CON1 doprowadzamy napięcie zasilające 5V. Przełącznikami bistabilnymi SW1 ustawiamy stany logiczne zgodne z tab. 2, a następnie naciskamy przycisk astabilny SW. Przez czas, gdy przycisk SW jest zwarty, w module wyświetlaczy powinna świecić się dioda D2 sygnalizując poprawną transmisję radiową. Tak wykonanym układem testującym można sprawdzić działanie wszystkich funkcji wyświetlacza bezprzewodowego. Jeżeli sterowanie za pomocą przelazników powiodło się, to urządzenie jest gotowe do pracy. Jeśli występują zakłócenia w torze radiowym, to w module nadajnika można skorygować wartość kondensatora C3, będącego wraz z rezystorem R1 źródłem sygnału taktującego kodera/dekoda UM3758-108A. Układ wyświetlaczy pobiera prąd równy około 300mA.

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/kwiecien02.htm>.

WYKAZ ELEMENTÓW

Nadajnik

Rezystory

R1: 100kΩ
 R2: 1Ω
 R3: 47kΩ

Kondensatory

C1: 100μF/16V
 C2, C5: 100nF
 C3: 120pF
 C4: 10μF/16V

Półprzewodniki

US1: UM3758-108A
 US2: 4093
 US3: nadajnik radiowy RT4 - 433MHz

Różne

CON1: Złącze Goldpin 1*16 męskie

Odbiornik

Rezystory

R1: 33Ω
 R2, R13: 120Ω
 R3: 1,5kΩ
 R4: 100kΩ
 R5: 4,7Ω
 R6...R12: 20Ω

Kondensatory

C1: 470μF/25V
 C2, C3, C5, C6: 100nF
 C4: 220μF/16V
 C7: 120pF
 C8, C9: 30pF

Półprzewodniki

D1: 1N4007
 D2: dioda LED 5mm zielona
 D3, D4: dioda LED 8mm czerwona
 US1: PIC16F872 zaprogramowany
 US2: ULN2803A
 US3: UM3758 - 108A
 US4: Odbiornik radiowy RR3
 US5: UDN2981A
 US6: DS 1813
 US7: 7805

Różne

CON1: ARK2 (5mm)
 X: kwarc 4MHz
 DP1+DP4: wyświetlacz SA23-12EWA czerwony
 BUZZER 12V