

# Zegar/ termometr z wyświetlaczem matrycowym

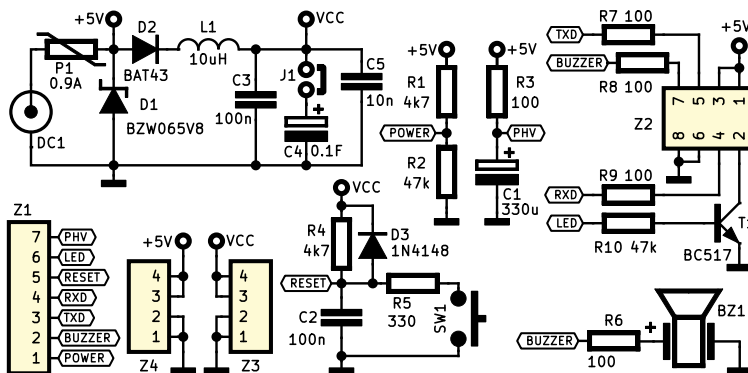
**Szukasz niewielkiego urządzenia umożliwiającego wyświetlanie aktualnego czasu i temperatury, ale estetyka wyświetlaczy siedmiosegmentowych Cię nie zadowala? W takim razie ten projekt może być dla Ciebie ciekawą propozycją**

Przedstawiany projekt to efektywny, uniwersalny wyświetlacz matrycowy. Głównym przeznaczeniem urządzenia jest prezentacja aktualnego czasu na takim atrakcyjnym wyświetlaczu. Dodatkowo po podpięciu czujnika DS18B20 możemy uzyskać informację o bieżącej temperaturze w pomieszczeniu. Dla wygody użytkownika układ został też wyposażony w możliwość odbioru sygnału w podczerwieni. Dedykowany pilot nie jest konieczny, wystarczy wykorzystać wolny przycisk na pilocie od telewizora lub innego sprzętu RTV. W ten sposób siedząc wygodnie w fotelu lub leżąc w łóżku, szybko i wygodnie sprawdzimy aktualną temperaturę i czas na tym samym niewielkim urządzeniu.

## Opis układu

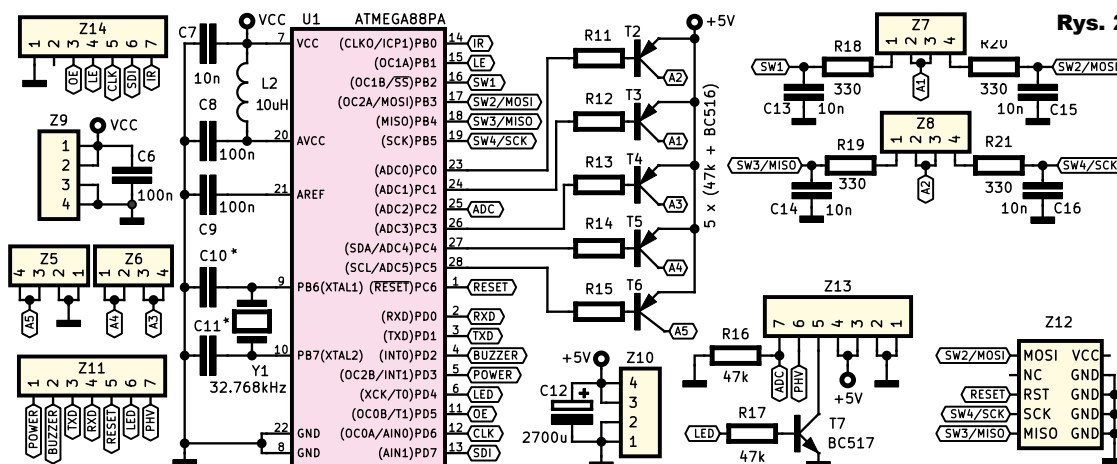
Schemat ideowy nieprzypadkowo pokazany jest na czterech **rysunkach 1...4**. Kluczowym elementem wokół którego powstało całe urządzenie jest wyświetlacz matrycowy LED, złożony z pięciu modułów 5x7, a więc zawierających 175 pikseli. Anody diod tworzących wyświetlacz połączone są w grupy po 7 (kolumny), a katody w grupy po 5 (wiersze). Odpowiednie kolumny poszczególnych modułów są połączone ze sobą i łączone sekwencyjnie tranzystorami T2-T6. Katodami wyświetlaczy sterują układy TLC5916 (8-kanalowe drivers

LED). Na każdy moduł wyświetlacza przypada jeden taki układ. Wszystkie wyjścia TLC5916 wyposażone są w źródła prądowe, co pozwala zachować jednakową jasność wyświetlacza niezależnie od liczby zaświeconych pikseli. Wartość rezystora podpiętego do wejścia R-EXT określa maksymalny prąd pracy każdego kanału. Dane do driverów TLC5916 wpisywane są szeregowo przez wejście SDI kluczowane sygnałem zegarowym podanym na wejście CLK. Po przesłaniu wszystkich danych, dodatni impuls na wejściu LE



### Rys. 1

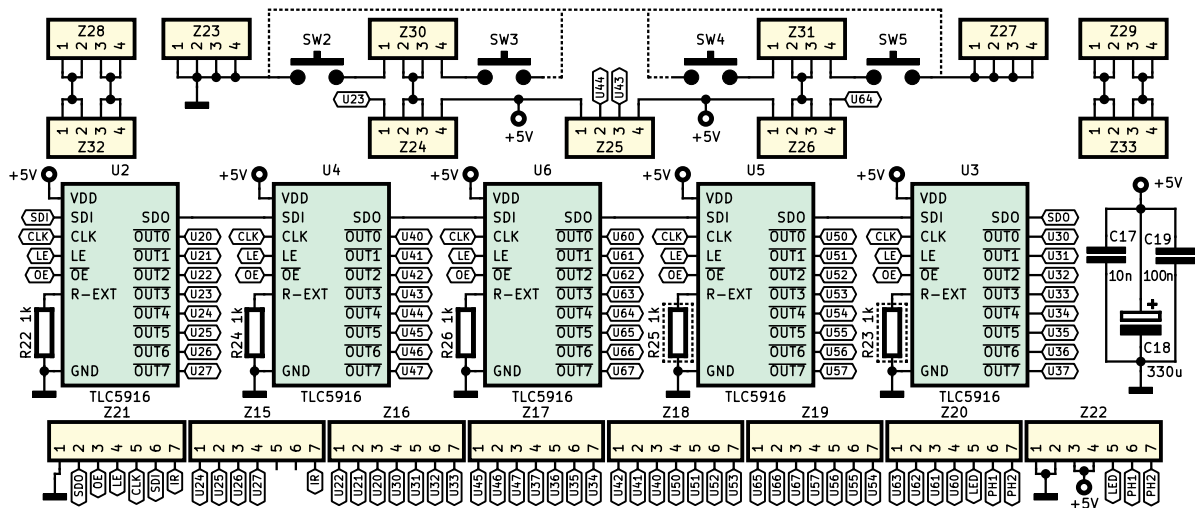
zapamiętuje nowe dane, jednocześnie zmieniając stan źródeł prądowych. Obecność wyjścia SDO pozwala na kaskadowe połączenie driverów, co upraszcza sterowanie większej liczby układów bez zwiększania liczby koniecznych połączeń na płytce PCB. Podanie sygnału PWM na wejście OE w prosty sposób umożliwia regulację jasności wszystkich modułów LED jednocześnie.



### Rys. 2

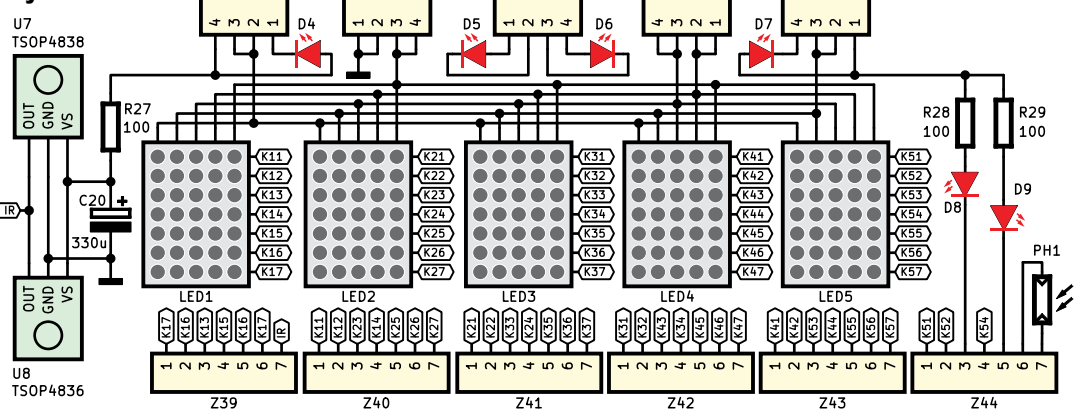
Wszystkie sygnały niezbędne do obsługi wyświetlacza są generowane przez mikrokontroler ATmega-88PA. Zadaniem mikrokontrolera jest również

dokładne odmierzenie czasu. Wykorzystany jest do tego kwarc zegarkowy 32,768kHz oraz timer2 w trybie asynchronicznym. W zależności od parametrów zastosowanego kwarcu, może okazać się konieczne dobranie kondensatorów C10 i C11 o odpowiedniej wartości (szczegóły w karcie katalogowej ATmega). W przypadku braku zasilania mikrokontroler przechodzi w tryb POWER-SAVE (timer2 jest aktywny cały czas). Pobór prądu spada do poziomu kilku  $\mu A$ , co dzięki obecności ultrakondensatora C4 (0,1F) pozwala na nieprzerwane odmierzenie czasu przez kilkanaście godzin. W trakcie normalnej pracy jasność wyświetlacza jest dostosowywana do aktualnych warunków oświetlenia w pomieszczeniu. Pozwala to zwiększyć czytelność w dzień i uniknąć zmęczenia wzroku nocą. Informacja niezbędna do takiej regulacji pochodzi z fotorezystora PH1 i jest odczytywana przez przetwornik analogowo-cyfrowy wbudowany w mikrokontroler. Odczyt sygna-



Rys. 3

Rys. 4

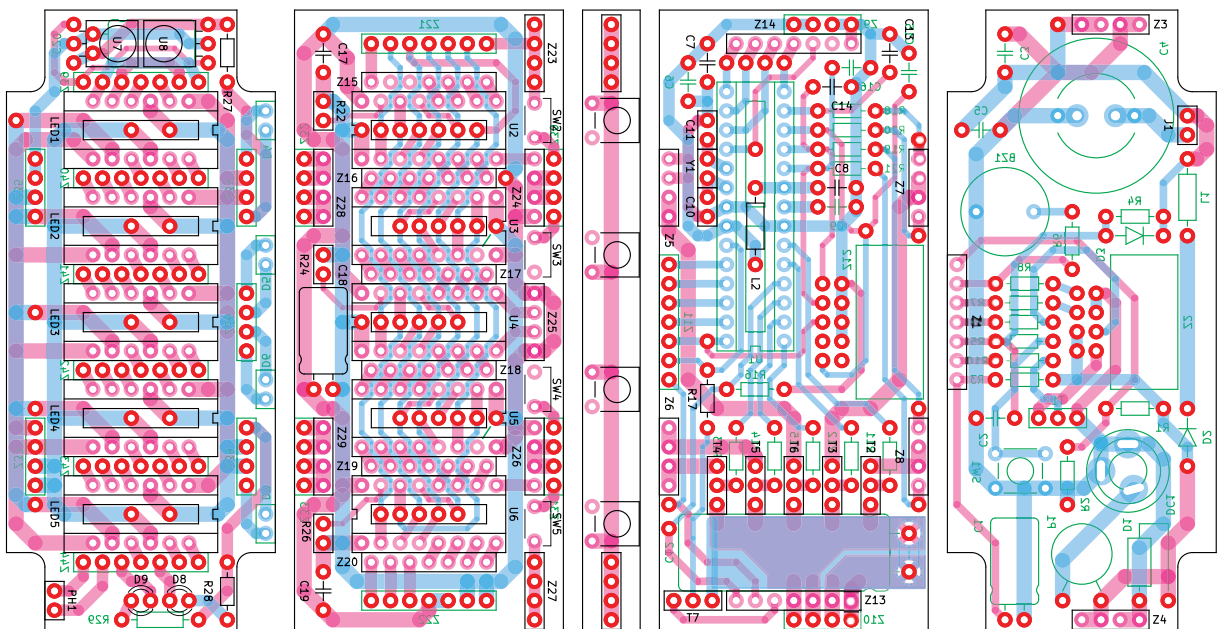


łu pilotów podczerwieni zapewniają układy U7 i U8. Pełnią one tę samą funkcję, ale dla innych częstotliwości nośnych. Takie rozwiązanie zapewnia zdecydowanie lepszą kompatybilność z pilotami RTV różnych producentów.

Przygotowane oprogramowanie zapewnia obsługę trzech protokołów stosowanych w transmisji w podczerwieni: RC5, NEC i Kaseiko.

Pliki źródłowe wraz z dokumentacją płytki (Kicad) są dostępne

Rys. 5





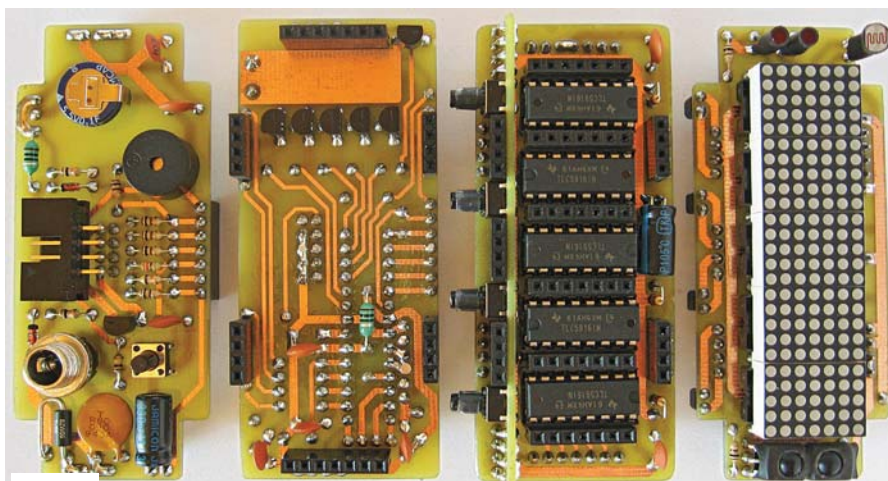
na Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW.

Dioda D2 separuje zasilanie mikrokontrolera od zasilania reszty układu. Dzielnik rezystancyjny R1, R2 dostarcza informacji zwrotnej o obecności napięcia zasilającego, które decyduje o uśpieniu mikrokontrolera lub jego wybudzeniu. Fotorezystor PH1 zasilany jest napięciem przefiltrowanym przez elementy R3 i C1 wpięte „przed” diodą D2, aby uniknąć niepotrzebnego obciążenia ultrakondensatora C4 w trybie uśpienia. Bezpiecznik polimerowy P1 i transil D1 zabezpieczają przed zbyt wysokim napięciem wejściowym. Całość zasilana jest zewnętrznym zasilaczem o napięciu 5V. Maksymalny pobór prądu nie przekracza 1A (zaświecony cały wyświetlacz przy pełnej jasności). Średni pobór prądu w normalnych warunkach wynosi 150–300mA.

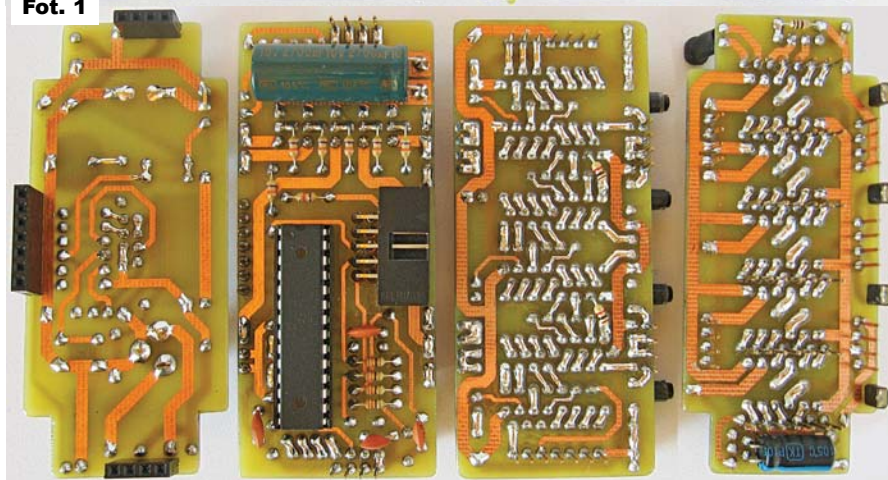
## Montaż i uruchomienie

Jednym z założeń projektu było dobre dopasowanie obudowy do wymiarów wyświetlacza oraz możliwie niewielki rozmiar całego urządzenia. Obudowa KM42BN spełniła oba te kryteria, jednak niewielka ilość miejsca w środku wymusiła kreatywne podejście do projektowania płytek PCB. Ostatecznie układ składa się z czterech podstawowych płytek i jednej wąskiej z przyciskami (rysunek 5).

Płytki są połączone złączami goldpin (fotografie 1 i 8). Wszystkie płytki zaprojektowano tak, aby możliwe było ich wykonanie w warunkach domowych (jako dwustronne bez metalizacji otworów). Podczas montażu należy zachować ostrożność i uwagę, ponieważ elementy są rozmieszczone po obu stronach płytek. Bardzo pomocne będą



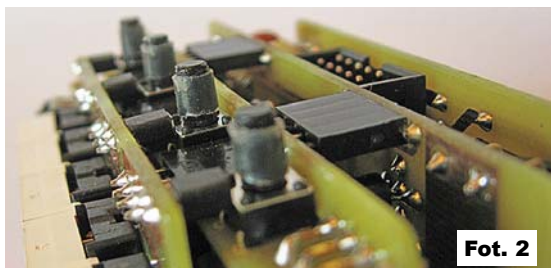
Fot. 1



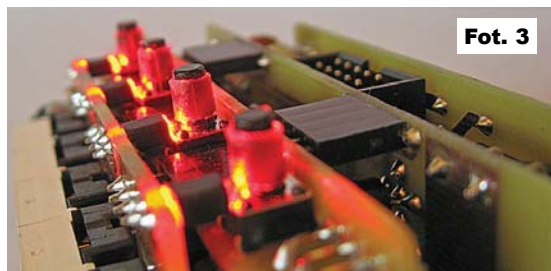
tu fotografie modelu zamieszczone w artykule oraz dodatkowe fotografie dostępne w Elportalu. Osoby montujące urządzenie na płytkach bez metalizacji powinny odpowiednio wcześniej zaplanować montaż złączy Z2 i Z12, aby nie zablokować sobie do nich dostępu. Ze względu na umiejscowienie dławika L2 konieczne jest zastosowanie podstawki pod mikrokontroler. Dla rezystorów R23 i R25 zabrakło miejsca na klasyczny montaż przewlekany, dlatego muszą być zamontowane bezpośrednio do padów na PCB.

Płytkę podtrzymującą przyciski we właściwej pozycji najlepiej zmontować osobno i dopiero w całości połączyć z płytą zawierającą drivery TLC5916. Na popychaczach przycisków należy zaciśnąć kilkumilimetrowe odcinki przezroczystej koszulki termokurczliwej. W taki sposób, po ich oświetleniu diodami D4–D7, uzyskujemy atrakcyjny efekt podświetlenia aktywnego przycisku (fotografie 2–4). Pod wyświetlacz należy zastosować podstawki 16-pinowe z usuniętymi pinami 1 i 16 oraz 7 i 8. Montaż tych podstawek musi przebiegać naprzemiennie ze złączami goldpin

znajdującymi się między nimi; w przeciwnym wypadku dostęp do niektórych punktów lutowniczych będzie znacznie utrudniony. Na diodach D4–D9 można zaciśnąć odcinki czarnej koszulki termokurczliwej, aby nie rozświetlały niepotrzebnie wnętrza obudowy. Koniecznie



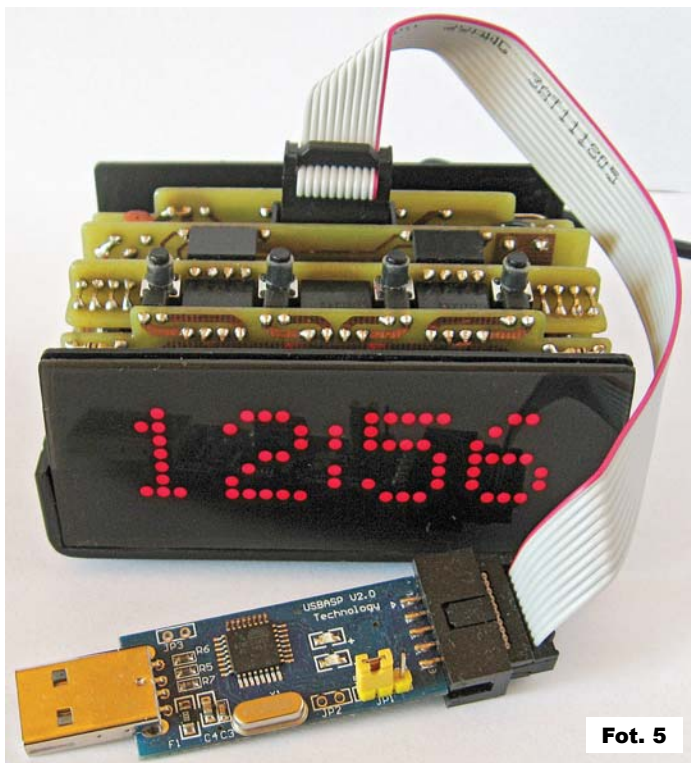
Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4



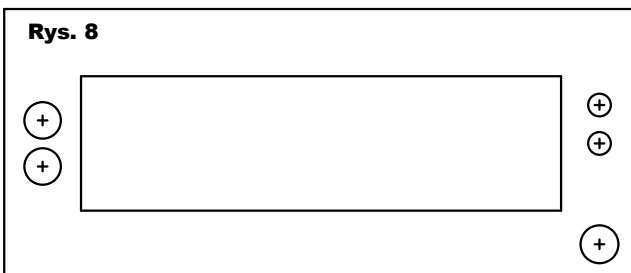
Fot. 5



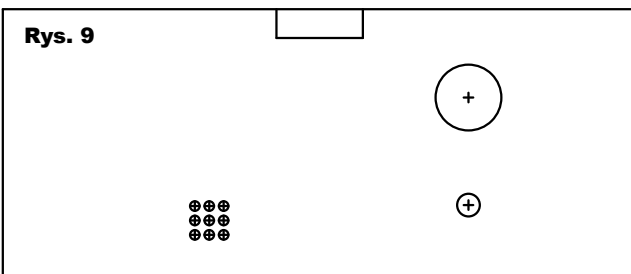
Fot. 6



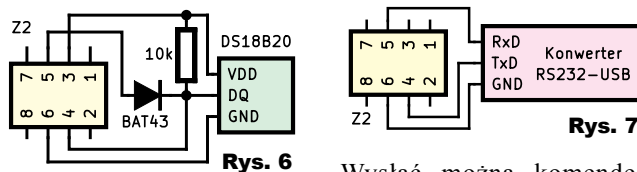
Fot. 7



Rys. 8



Rys. 9



Rys. 6

Rys. 7

należy też zabezpieczyć odbiorniki U7 i U8 przed wpływem podczerwieni emitowanej przez wyświetlacz LED.

Po wlutowaniu wszystkich elementów i złożeniu całości można przystąpić do programowania mikroprocesora. Najłatwiej wykonać to bezpośrednio w układzie, podpinając programator do złącza Z12 (**fotografia 5**). Jeżeli programowanie zakończyło się powodzeniem, urządzenie powinno od razu zacząć pracować. Zmiana fusebitów mikrokontrolera nie jest konieczna (ustawienia fabryczne są wystarczające). Dostarczone oprogramowanie może pracować w czterech trybach: wyświetlanie czasu, pomiar temperatury, prezentacja danych przesłanych przez UART oraz dekodery sygnału podczerwieni. Wykonanie pomiarów temperatury (**fotografia 6**) wymaga podpięcia do złącza Z2 czujnika DS18B20 według **rysunku 6**. Przełączanie trybów odbywa się poprzez wciśnięcie

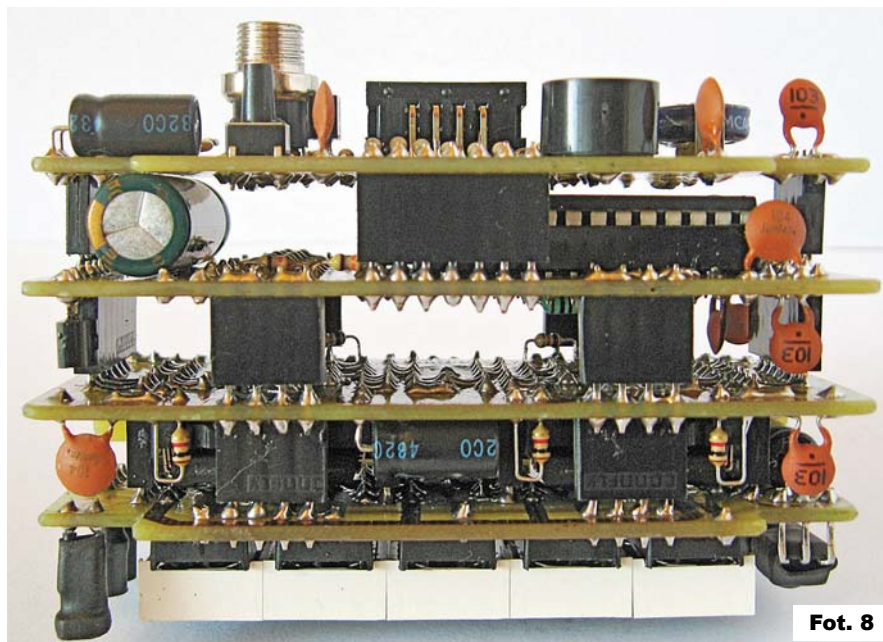
jednego z przycisków na górze obudowy podczas resetu urządzenia (przycisk reset musi zostać wciśnięty, samo odłączenie zasilania nie jest wystarczające). Przełączanie trybów może się też odbywać pilotem, po wcześniejszym zapamiętaniu wybranych kodów wysyłanych podczerwienią. W tym celu przechodzimy do trybu dekodera (na wyświetlaczu pojawi się napis „IR”), wciskamy i przytrzymujemy jeden z przycisków na górze obudowy (zobaczymy napis „CLK”, „TMP” lub „URT”), następnie wciskamy wybrany przycisk na pilocie (wyświetlenie kodu oznacza udany zapis). Dla każdego z trybów należy zapamiętać inny kod. Po wyjściu z trybu dekodera urządzenie powinno już reagować na wciśnięcie wybranych przycisków na pilocie. Przesyłanie danych przez UART (115200 8-N-1) wymaga podpięcia konwertera RS232/USB według **rysunku 7**.

i przytrzymanie

Wysłać można komendę: 0xFE (wyczyść ekran), 0xE0-0xF8 (wybór kolumny), 0x80-0xA7 (0-9A-Z:.-°-?) lub dane w postaci binarnej: 0x00-0x7F. Przykładowo wysłanie sekwencji: 0xFE, 0xE4, 0x8E, 0xEA, 0x8D, 0xF0, 0x9E, spowoduje wyświetlenie napisu „EDW” (**fotografia 7**). Ostatnim etapem jest przygotowanie obudowy. Otwory w panelach wykonujemy według szablonu z **rysunków 8 i 9** (dostępne też w Elportalu).

Do panelu przedniego należy przykleić czarny filtr transparentny pasujący do obudowy KM42. Położenie otworów pod przyciski w górnej pokrywie można łatwo wyznaczyć, przyklejając pasek taśmy izolacyjnej wewnątrz obudowy. Założenie tak przygotowanej pokrywy spowoduje powstanie śladów na taśmie w miejscach styku taśmy z przyciskami. W wyznaczonych miejscach wykonujemy otwory o średnicy 2,5mm. Tak wykonane otwory powiększamy pilnikiem iglakiem, cały czas kontrolując ich dopasowanie



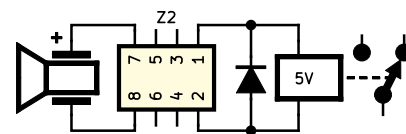


Fot. 8

do osi przycisków. Właściwie wykonane otwory nie powinny być zbyt luźne, jednocześnie nie przeszkadzając w ruchu przycisków.

Aktualna wersja oprogramowania nie wykorzystuje wszystkich możliwości sprzętowych, dlatego montaż

elementów: T1, T7, R6, R8, R10, R17, R29, BZ1 i D9, nie jest konieczny. Bardziej zaawansowani Czytelnicy mogą je zastosować i wykorzystać po modyfikacji oprogramowania. Złącze Z2 umożliwia podpięcie dodatkowego sygnalizatora dźwiękowego (lub świet-



Rys. 10

lnego) oraz elementu wykonawczego (np. przekaźnika) według rysunku 10. W ten sposób otwiera się droga do realizacji nowych funkcji np. zegara z alarmem, prostego termostatu lub urządzenia kontrolującego niewielkie obciążenie (np. oświetlenie świeteczne) zdalnie pilotem lub w zależności od pory dnia. Czujnik DS18B20 komunikuje się z urządzeniem poprzez magistralę 1-wire. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby do tej samej magistrali podpiąć dodatkowe czujniki np. higrometr lub ciśnieniomierz, ale to jest już temat na osobny artykuł.



Mateusz Panuś

matrixdisplay@mpanus.ayz.pl

### Wykaz elementów

R1, R4	4,7kΩ 0,125W
R2, R10-R17	47kΩ 0,125W
R3, R6-R9, R27-R29	100Ω 0,125W
R5, R18-R21	330Ω 0,125W
R22-R26	1kΩ 0,125W
PH1	fotorezystor LDR07 50kΩ-2MΩ
P1	polyfuse 0,9A
C1, C18, C20	330μF Ø5x12mm
C2, C3, C6, C8, C9, C19	100nF
C4	0,1F 5,5V
C5, C7, C13-C17	10nF
C10, C11	patrz tekst
C12	2700μF Ø10x28mm
L1, L2	10μH

D1	transil 5,8V BZW065V8 podobny
D2	Schottky BAT43 lub podobna
D3	1N4148 lub podobna
D4-7	LED czerwona superjasna prostokątna 2x3x4mm
D8, D9	LED czerwona cylindryczna Ø3mm
T1, T7	darlington NPN BC517
T2-T6	darlington PNP BC516
Y1	32,768kHz
U1	ATmega88PA
U2-U6	TLC5916
U7	TSOP4838
U8	TSOP4836
Podstawki pod układy scalone: 28-pin (1 szt.), 16-pin (10 szt.)	
LED1-LED5	wyświetlacz matrycowy 5x7 czerwony superjasny LMD07057AUE-101B

SW1-SW5	mikroswitch 6mm
BZ1	piezo z generatorem 12mm 5V
DC1	gniazdo zasilania DC 2,1/5,5mm na panel
Z1, Z13-Z20	gniazdo goldpin 1x7
Z2	wtyk IDC kątowy 2x4
Z3-Z8, Z23-Z29	gniazdo goldpin 1x4
Z9, Z10, Z30-Z38	wtyk goldpin 1x4
Z11, Z21, Z22, Z39-Z44	wtyk goldpin 1x7
Z12	wtyk IDC kątowy 2x5
Obudowa KM-42BN	
Filtr czarny transparentny pasujący do KM-42	
Nóżka gumowa samoprzylepna półkuliasta Ø10mm (4 szt.)	

**Komplet podzespołów z płytą jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3184**