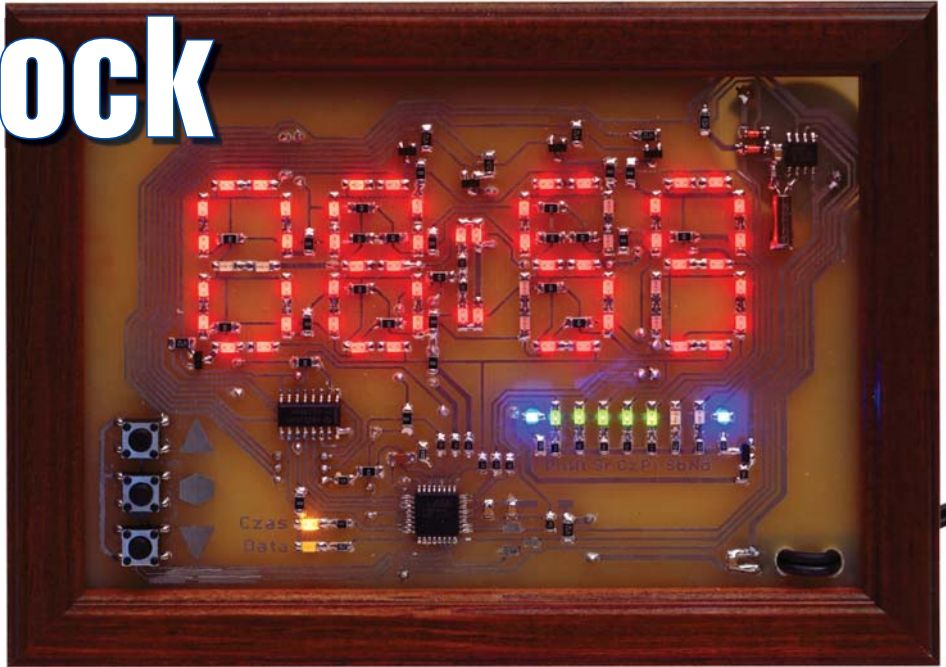




# Photoclock



Interesujący i przyciągający uwagę zegarek biurkowy. Mnóstwo diod LED, obudowa z ramki na fotografię i ciekawy efekt wizualny to tylko niektóre z jego zalet.



W artykule przedstawiam projekt zegarka biurkowego. Estetycznie zbudowane urządzenie zamknięte w ramce na zdjęciu jest wykonane w technologii SMD, co zapewnia niebanalny wygląd. Godzina, data i dzień tygodnia wyświetlane są na diodach LED, ułożonych w wyświetlacze 7-segmentowe oraz w kolorowych linijkę. Układ zasilany jest z portu USB, a dodatkowo ma podtrzymywanie baterijne zegara RTC, przez co można swobodnie wybierać dla niego miejsce w domu. Zegar ma trzy tryby regulacji jasności diod – dzienny, nocny i automatyczny (zależny od godziny), dzięki czemu sprawdzi się również w sypialni.

## Opis układu

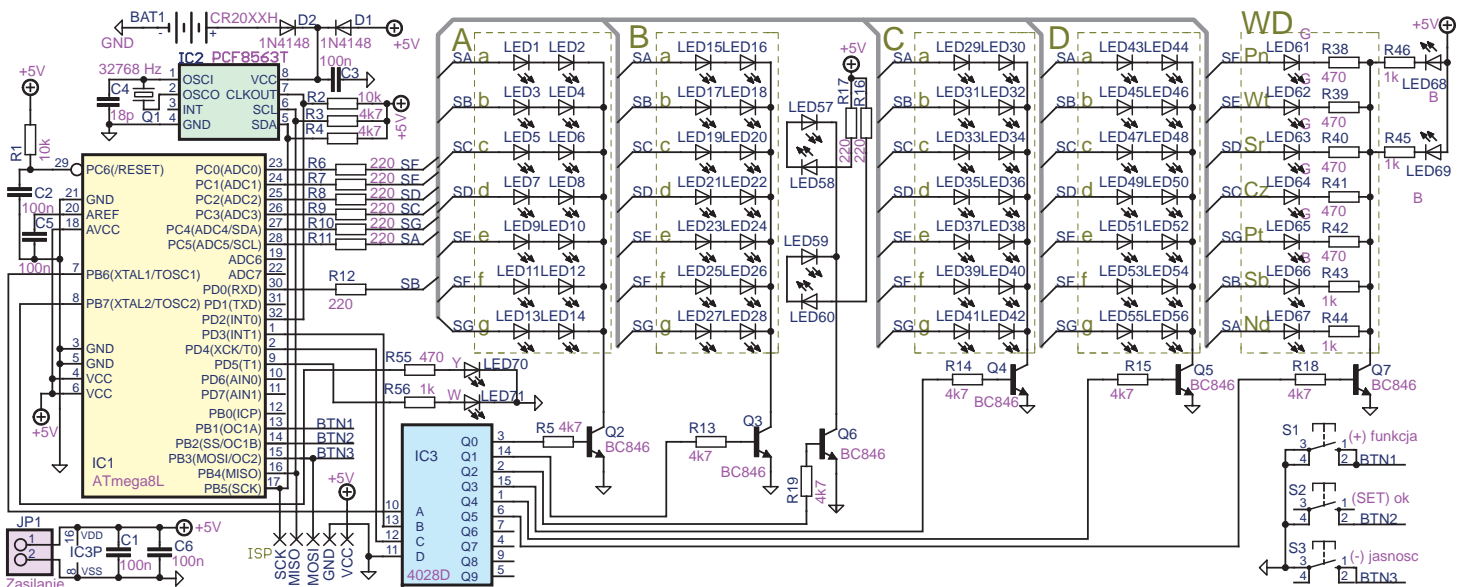
Schemat pokazany jest na rysunku 1. W układzie wykorzystane są trzy układy

scalone, a najważniejszy z nich to mikrokontroler ATmega8L. Steruje on wszystkimi pozostałymi fragmentami urządzenia. Zadanie odliczania czasu zostało powierzone zewnętrznemu układowi RTC, nowoczesnej kostce PCF8563 o niezwykle niskim poborze prądu. Obsłudze tego godnego uwagi układu został już poświęcony artykuł w EdW 2/2013. W omawianym projekcie układ ten został zastosowany zgodnie ze schematem podanym w nocie katalogowej. Kiedy odłączymy urządzenie od zasilania, PCF8563 (i tylko on) będzie zasilany z 3-woltowej baterii litowej. Wówczas pobór prądu z tej baterii jest nieporównywalnie mniejszy niż podczas podtrzymywania zegara RTC wbudowanego w mikrokontroler. Komunikacja między układami PCF8563 i ATmega8

została oparta na magistrali I<sup>2</sup>C. Aby nie montować dużych trymerów do kalibracji oscylatora, zastosowany został stały kondensator o pojemności 18pF – to proste rozwiązanie sprawdza się bardzo dobrze.

Do wyświetlania godziny i daty ułożone zostały diody LED w postaci typowej dla wyświetlaczy 7-segmentowych. Każdy segment takiego wyświetlacza składa się z pary diod połączonych szeregowo. Takie rozwiązanie upraszcza układ (tylko jeden rezystor ograniczający prąd dla każdego segmentu), minimalizuje różnice w jasności świecenia każdej z nich i zmniejsza pobór prądu przez zredukowanie ilości rozpraszanej energii na opornikach. Minusem jest natomiast ograniczenie co do

Rys. 1



wyboru barwy diod przy 5-woltowym napięciu zasilania – nadają się do tego tylko diody czerwone i żółte. Inne kolory mogą mieć zbyt dużą wartość napięcia przewodzenia i albo nie działać wcale, albo świecić słabo i z nierówną jasnością.

Oprócz wyświetlaczy 7-segmentowych, w układzie znajdziemy w identyczny sposób zbudowany dwukropek.

Inną sekcją jest linijka diod wyświetlająca dzień tygodnia. Oprócz siedmiu „dużych” diod, na końcach pasa umieszczone zostały dwie „małe” diody niebieskie – poza tym że ułatwią nam odczytanie, jaki jest dzień, będą ładnie wyglądały ☺. Ze względu na ograniczoną liczbę wolnych pinów układu ATmega8, odpowiednie sekcje diod są multipleksowane. Pozwala to również w prosty sposób dodać regulację jasności. Multipleksowaniu podlegają wszystkie diody w urządzeniu (aby regulacja jasności dotyczyła każdej) i są zaświecane w sekcjach: kolejno każda cyfra (wyświetlacz 7-seg.), dwukropek, dzień tygodnia i jedna z dwóch diod sygnalizujących, czy wyświetlana (ustawiana) jest godzina, czy data. Dla jasności – diodami „dużymi” nazwałem te w rozmiarze 1206, a „małymi” gabaryt 0805 ☺. Anody diod zostały ze sobą połączone (również te w linijce dnia tygodnia), a katody są sterowane przez tranzystory podczas multipleksowania. Realizacja regulacji jasności polega na wprowadzeniu „jałowych” momentów podczas multipleksowania – w trybie przyciemnionym wprowadza się krótkie chwile między odświeżaniem obrazu na diodach, podczas których wszystkie są wyłączone. Do multipleksowania zastosowany został układ CMOS 4028 (dekoder BCD na 1 z 10), celem oszczędzenia portów mikrokontrolera (używamy 3 wyprowadzenia zamiast 6) i umieszczony tak, by maksymalnie uprościć płytkę drukowaną i zmniejszyć liczbę zwrotek.

Do interakcji z użytkownikiem służą trzy przyciski typu microswitch. Za ich pomocą możemy przełączać między godziną a datą, zmieniać jasność podświetlenia oraz ustawiać czas. Są one połączone bezpośrednio do wyprowadzeń mikrokontrolera, zwierając je do masy. Do plusa zasilania są one podciągnięte wewnętrznymi rezystorami pull-up ATmegi, włączonymi programowo.

Jak wspomniałem, urządzenie jest zasilane napięciem 5V, pobranym z portu USB komputera lub dowolnego zasilacza

wtyczkowego, wyposażonego w takie właśnie gniazdo. W obwodzie zasilania zastosowane zostały kondensatory 100nF w kilku miejscach w układzie (okolice układów scalonych i miejsca podłączenia przewodu). Kondensatorów elektrolitycznych filtrujących nie ma, ze względu na ich gabaryty i fakt, że zasilanie z USB jest już dobrze filtrowane i wystarczająco stabilne. Aby nie obniżyć cennego, i tak już niskiego, napięcia zasilania, zabrakło również diody zabezpieczającej przed odwrótną polaryzacją – tak więc trzeba uważać podczas podłączania przewodu i wtyku zasilania. Wszystkie inne informacje i odpowiedzi znajdziemy na schemacie.



łem swoje ramki). Jeśli akurat takich ramek nie będzie, warto poprosić o ich sprowadzenie – u mnie to zadziałało, gdy budowałem dodatkowe egzemplarze photoclocka dla kilku osób z rodziny. Ważne, aby ramka nie była metalowa (aby nie zewrzeć

ścieżek biegnących w rogu). Na moich ramkach były nalepki widoczne na **fotografii 1**.

Zajmijmy się płytką drukowaną. Jeśli robimy ją sami, zaczynamy oczywiście od wycięcia prostokąta o odpowiednich wymiarach. Potrzebujemy jednostronnie pokrytego miedzią laminatu, najlepiej o barwie zielonej lub białej. Po wycięciu odpowiedniego kawałka tego materiału, szlifujemy delikatnie papierem ściernym jego krawędzie tak, by mieścił się w ramce i miał 1–2mm luzu. Nie warto wciskać zbyt dużej płytki na siłę, ponieważ drewniane ramki są bardzo delikatne, i nawet jeśli nic im się nie stanie od razu, to mogą uciepować podczas nawet małego upadku na dywan. Projekt płytki wykonany został tak, aby zawsze można ją było przyciąć, jeśli okaże się za duża.

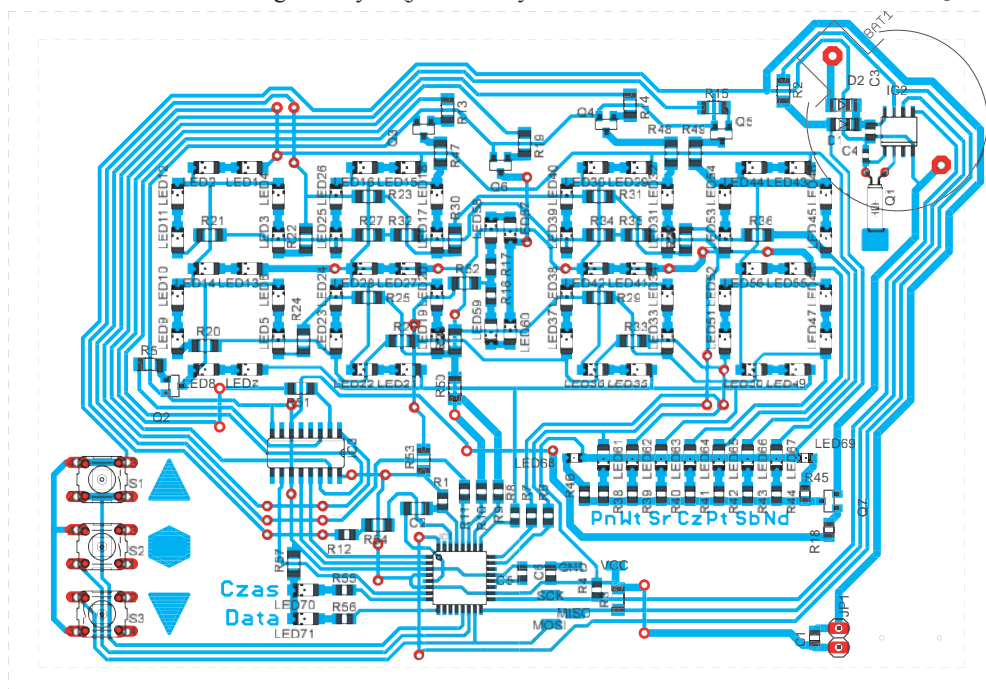
Teraz każdy działa swoją metodą, aby wytrawić mozaikę ścieżek. Ja zastosowałem metodę termotransferu z użyciem papieru kredowego. Odradzam wykonanie warstwy opisowej (może się brzydko odbijać podczas świecenia diod – a bez

## Montaż i uruchomienie

Do zmontowania zegarka została zaprojektowana płytka drukowana widoczna na **rysunku 2**. Jest to jednostronny laminat, rozmiarem dopasowany do umieszczenia w ramce na zdjęcia o rozmiarze 13x9cm. Jedyne elementy przewlekane to zworki z drutu i koszyk na baterię podtrzymującą napięcie zasilania. Rysunek może sugerować, że po drugiej stronie ma znajdować się również rezonator kwarcowy i przyciski, ale te elementy również zajmą miejsce po stronie ścieżek.

Na początku musimy poszukać ramki lub jakiejś innej nadającej się do tego obudowy. Poszukiwania najlepiej zacząć w salonach fotograficznych (ja tam naby-

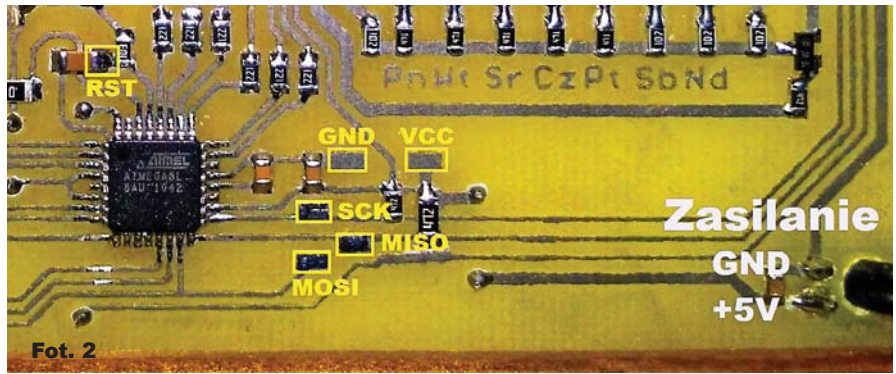
Rys. 2



niej montaż nie będzie znacząco utrudniony), natomiast zachęcam do pocynowania powierzchni miedzi – lutowanie będzie o wiele łatwiejsze, uzyskamy dobrą odporność na korozję i estetyczny efekt końcowy. Wierząc otwory, uważamy, aby żadnego nie przegapić, zwłaszcza w pobliżu wyświetlaczy 7-segmentowych. Zwracamy też uwagę, czy podczas trawienia nie powstały żadne zwarcia, czy przerwy w ścieżkach.

Naturalną kolejną rzeczą jest teraz lutowanie. Zaczynamy od układów scalonych. Warto skorzystać z grota *minifala* i sporych ilości topnika. Po uporaniu się z czarnymi kostkami sprawdzamy, czy nie nastąpiły zwarcia między ich wyprowadzeniami i wracamy do zwykłego, stożkowego grota. Lutujemy rezystory i kondensatory (oprócz C2 – mógłby później uszkodzić programator!). Wszystkie „rezystory” 0Ω (zwory SMD), których na płytce jest mnóstwo, nie są zaznaczone na schemacie ideowym. Służą tylko jako zwory-moski do ominięcia innej ścieżki. Pamiętajmy o dwóch diodach 1N4148 w górnym, prawym rogu, obok baterii.

Teraz bierzemy się do diod LED. Tak jak napisałem wcześniej, nie mamy pełnej dowolności co do wyboru ich barwy – dotyczy to dwukropka i wyświetlaczy 7-segmentowych. Co do linijki dnia tygodnia i diod „Data” i „Czas”, możemy dowolnie przebieierać w kolorach. Ja dobrałem barwy następująco: dla diod Pn-Pt wziąłem zielone, dla Sb niebieską, dla Nd czerwoną, małe diody na końcach linijki są niebieskie. Dioda „Czas” ma kolor żółty, a „Data” – biały. Wyświetlacze 7-seg. i dwukropki są oczywiście czerwone. W ten sposób wykorzystywałem wszystkie dostępne w handlu kolory i nawet po dłuższym czasie użytkowania nie czuję, żeby jakiegokolwiek koloru było za mało lub za dużo. Wartości rezystorów ograniczających prąd diod są dobrane do takiej właśnie konfiguracji, dlatego ustawiając je po



Fot. 2

swojemu, pamiętajmy również o zmianie wartości oporników!

Po uporaniu się z diodami lutujemy sześć tranzystorów NPN i przyciski. Domyślnie proponuję wykorzystać niskie microswitche w wersji SMD, ale gdyby ktoś miał problemy ze zdobyciem takich elementów, na płytce można wywiercić otwory i zamontować zwykłe, przewlekane (ale oczywiście montować od strony ścieżek). Teraz przechodzimy do montażu zworek, a jest ich trochę. Najlepiej zastosować cienki drut srebrzanki o średnicy ok. 0,4mm. Do montażu pozostał jeszcze kwarc i koszyk na baterię. Ten pierwszy element lutujemy oczywiście od strony druku, a jego główkę przytwierdzamy do specjalnie przeznaczonych do tego celu padow. Jego końcówki z drugiej strony ucinamy jak najbliżej płytki, aby nie nachodziły na koszyk na baterię, który lutujemy w następnej kolejności.

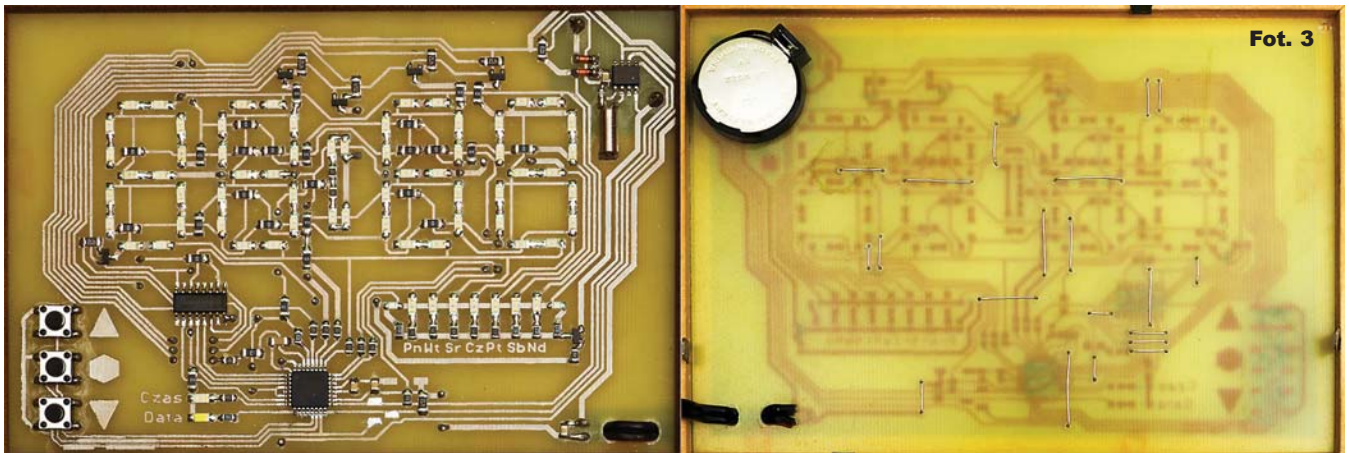
Aby ułatwić montaż, zamieściłem **fotografię o wysokiej rozdzielczości w El-portalu**. Jest to zdjęcie zmontowanego układu w rozdzielczości 8 megapikseli, na którym widoczne są wyraźnie m.in. wartości elementów SMD. Z pewnością okaże się ono bardzo pomocne. Fotografia znajduje się wśród materiałów dodatkowych do projektu (plik [Photoclock\\_8MPx.jpg](#)).

Już prawie koniec! Ucinamy metrowej długości przewód zasilający (może być

mały kabelek głośnikowy) i przewijamy go przez dwa otwory w płytce, aby zabezpieczyć go przed wyrwaniem. Lutujemy go pamiętając, że do dolnego pada (bliżej krawędzi płytki) należy podłączyć plus zasilania. Do drugiego końca przewodu montujemy męski wtyk USB A – zasilanie bierzemy z dwóch bocznych pinów, środkowe zostawiamy niepodłączone. Sprawdzamy kilka razy, czy nie pomyliliśmy polaryzacji!

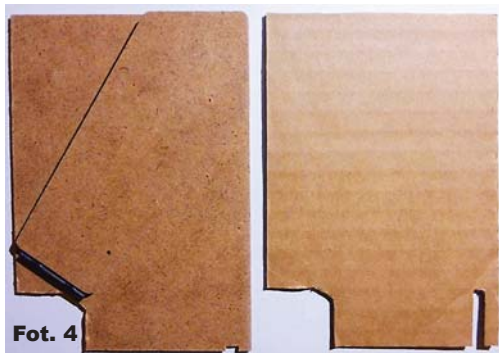
Zanim będziemy mogli cieszyć się gotowym urządzeniem, trzeba jeszcze zaprogramować mikrokontroler. Do tego przeznaczone zostały specjalne pady, do których lutujemy przewody. Zostały one opisane na **fotografii 2**. Przewód RST podłączamy do jednego z padów na miejscu kondensatora C2. Oprócz wgrania programu musimy zmienić w ustawieniach fuse-bit źródło taktowania układu ATmega8 z 1MHz (domyślnie) do wartości 8MHz. Urządzenie powinno od razu ożyć. Odpinamy je od komputera, odlutowujemy zbędne przewody, wlotowujemy brakujący kondensator C2 i sprawdzamy, czy wszystko działa. Opis obsługi urządzenia umieściłem na końcu podręcznika. Teraz zajmijmy się umieszczeniem modelu w ramce. Zmontowana płytka widoczna jest na **fotografii 3**.

Pierwsza sprawa to oczyszczenie płytki ze szpetnego nalotu topnika i wszelkich



Fot. 3

oznak po lutowaniu. Bierzymy spirytus, zmywacz PCB lub dowolny inny sprawdzony środek i dokładnie myjemy płytke. Pamiętajmy o dokład-



Fot. 4

nym wyczyszczeniu przestrzeni między przyciskami – przydatne mogą okazać się tutaj patyczki do uszu. Rozbieramy ramkę i odkładamy gdzieś szybko – nie będzie potrzebna do budowy photoclocka. W tylnym panelu należy wykonać otwór na koszyk na baterię i wycięcie na przewód zasilający. Oprócz tego, ze względu na grubość przewodu i nadmiar miejsca do zagospodarowania, trzeba pomyśleć o jakiejś podkładce. Świetnie nadaje się do tego jakiś płat kartonu pozyskany ze starego pudła. Bierzymy odpowiedni kawałek, rozgniatamy go (np. wałkiem albo pięścią) i wycinamy wszystkie otwory, otrzymując zestaw widoczny na **fotografii 4**. Składamy wszystko w jedną całość i... cieszymy się gotowym zegarkiem! – takim, jak na **fotografiach 5...7**. Możemy już zacząć szukać dla niego miejsca w domu. Większość Czytelników pewnie już rozpracowała klawiszologię zegarka, niemniej jednak, dla jasności, przedstawiam ją poniżej:

Po włożeniu baterii CR2032 do koszyka i podłączeniu modelu do zasilania, na wyświetlaczach od razu wyświetli się

godzina, dwukropki będzie migać, dioda „Czas” będzie świecić stale, a na linijce zaświeci się rząd światełek, sięgający aż do bieżącego dnia tygodnia. Naciskając górny przycisk, przełączamy się na wyświetlanie daty (co jest sygnalizowane światłem diody „Data”, zamiast „Czas”). Dolny przycisk służy do regulacji jasności podświetlenia. Każde jego naciśnięcie zmienia jej ustawienie między „Hi” (jasne), „Lo” (przyciemnione) oraz „Auto”. Ten ostatni tryb włącza tryb jasny w godzinach 7.00–18.59, a w pozostałych – nocny. Oczywiście, o każdej zmianie jesteśmy informowani stosownym, chwilowym napisem na wyświetlaczach.

Środkowym przyciskiem wchodzimy w tryb ustawień czasu i daty. Wówczas przyciski górny i dolny służą do zwiększania/zmniejszania danej wartości, a środkowy do potwierdzenia ustawień i przejścia dalej. Podczas ustawiania miga odpowiednia dioda „Czas” lub „Data”. Warto nadmienić, że pozostawienie urządzenia bezczynnie na kilka sekund podczas ustawiania powoduje porzucenie

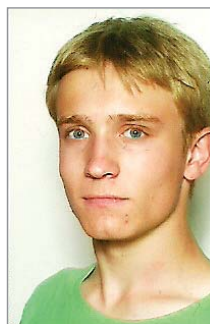


Fot. 5

zmian i powrót do wyświetlania godziny. Podobnie zachowa się układ podczas prezentacji daty.

Wykonane przeze mnie zegarki już od miesiąca działają bez szwanku, fajnie wyglądają i zwracają na siebie uwagę – naprawdę warto zbudować sobie taki czasomierz!

W Elportalu, wśród materiałów dodatkowych do tego numeru, oprócz programu i dokumentacji płytki, można też znaleźć wiele dodatkowych fotografii.



**Michał Pędzimaz**  
mpedzimaz@gmail.com



Fot. 6



Fot. 7

## Wykaz elementów

R1	10kΩ SMD 805
R2	10kΩ SMD 1206
R3,R5,R13-R15,R19	4.7kΩ SMD 1206
R4,R18	4.7kΩ SMD 805
R6-R12,R16,R17	220Ω SMD 805
R20-R37,R47-R54,R57	Zwora 0Ω SMD 1206
R38-R42,R55	470Ω SMD 805
R43-R46,R56	1kΩ SMD 805
C1,C3,C5,C6	100nF SMD 805
C2	100nF SMD 1206
C4	18pF SMD 603
D1,D2	1N4148 SMD
LED1-LED60,LED67	Dioda LED SMD 1206 czerwona
LED61-LED65	Dioda LED SMD 1206 zielona
LED66	Dioda LED SMD 1206 niebieska
LED68,LED69	Dioda LED SMD 805 niebieska
LED70	Dioda LED SMD 1206 żółta
LED71	Dioda LED SMD 1206 biała
Q2-Q7	Tranzystor BC846 lub podobny
IC1	ATmega8L TQFP32
IC2	PCF8563 SOIC8
IC3	4028 SOIC16
Q1	Rezonator kwarcowy 32768Hz
BAT1	Koszyk na baterię CR2032 poziomy
S1-S3	Microswitch SMD
Przewód i wtyk męski USB	

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3081.**