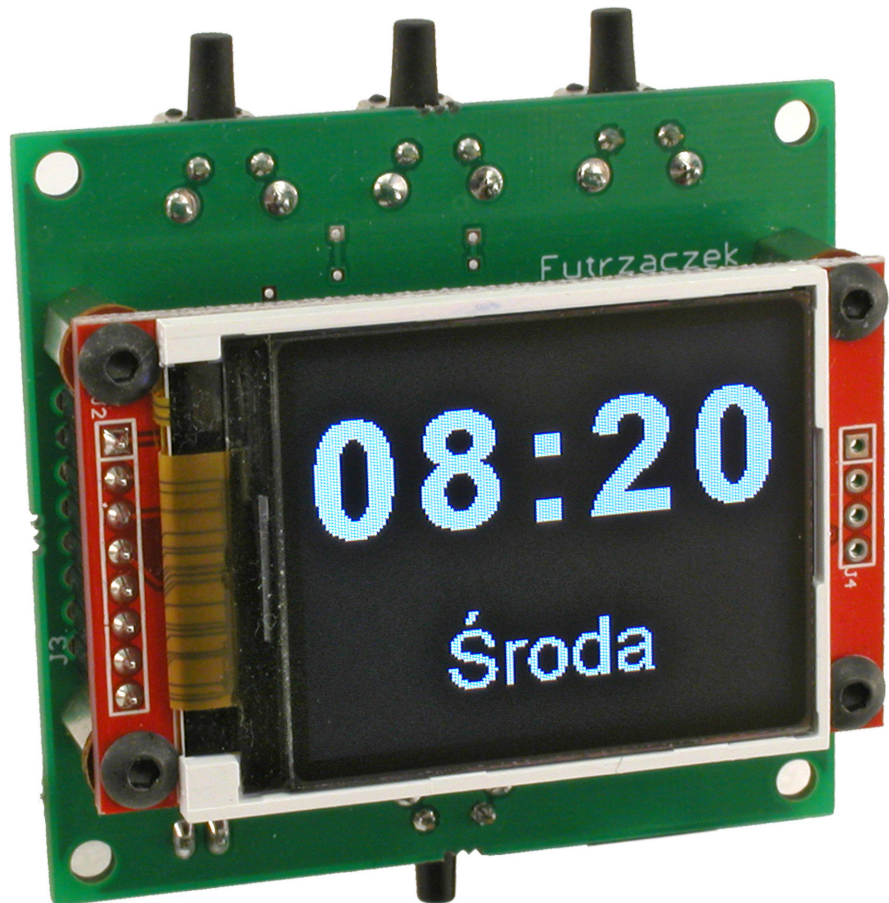


Estetyczny zegar

Klasyczne zegary cyfrowe z wyświetlaczami siedmiosegmentowymi stają się niemodne – cyfry konstruowane z jednakowych segmentów wyglądają dosyć siernięźnie. Klasyczna tarcza ze wskazówkami (pokazana np. na wyświetlaczu graficznym) jest z kolei mało czytelna. Prezentowany układ pokazuje aktualny czas i dzień tygodnia przy użyciu znaków o kroju Arial.



Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5735

Podstawowe parametry:

- wskazywanie czasu (godzin i minut) w trybie 24-godzinnym,
- wskazywanie aktualnego dnia tygodnia przy użyciu pełnego słowa w języku polskim lub angielskim,
- podtrzymanie odliczania po zaniku zasilania,
- wybór koloru tła i liter przy użyciu zworki,
- zasilanie napięciem stałym 4,5...15 V, ok. 60 mA.

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

- AVT-5677 Zegar ClockRDS (EP 6/2019)
- AVT-5640 Rozbudowany zegar (EP 7/2018)
- AVT-5522 Zegar ustawiany za pomocą GPS (EP 9/2015)
- AVT-3132 Prosty zegar LED (EdW 7/2015)
- AVT-1832 Zegar z budzikiem (EP 10/2014)
- AVT-5377 Mega stoper – wielofunkcyjny licznik, nie tylko czasu (EP 12/2012)
- AVT-513 Zegar ze stuletnim kalendarzem i termometrem (EP 10-11/2011)
- AVT-5281 „Inteligentny” zegar z wyświetlaczem LED (EP 3/2011)
- AVT-5273 Zegar cyfrowy z analogowym sekundnikiem (EP 1/2011)
- AVT-2632 Gigantyczny zegar (EdW 5/2002)
- AVT-5022 Programowany zegar z DCF77 (EP 6-7/2001)
- AVT-5002 Zegar cyfrowy z wyświetlaczem analogowym (EP 3/2001)
- AVT-217 DCF Clock (EP 7/1994)

Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
 - wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
 - wersja [A+] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
 - wersja [UK] – zaprogramowany układ
- Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

Na łamach EP opublikowano wiele różnych zegarów, lecz każdy różnił się od pozostałych. Ten zegar ma wbudowany wyświetlacz graficzny o przekątnej 1,8”, który może wyświetlać czarne litery na białym tle bądź odwrotnie. Cyfry o wysokości ok. 9 mm są widoczne z daleka i czytelne nawet w słoneczny dzień.

Budowa

Schemat ideowy układu pokazano na rysunku 1. Funkcjonowaniem całego urządzenia steruje mikrokontroler STM32F051K8T6. Spośród jego licznych peryferiów w tym projekcie mają zastosowanie: I²C do komunikacji z układem RTC oraz SPI, którym przebiega komunikacja z wyświetlaczem graficznym.

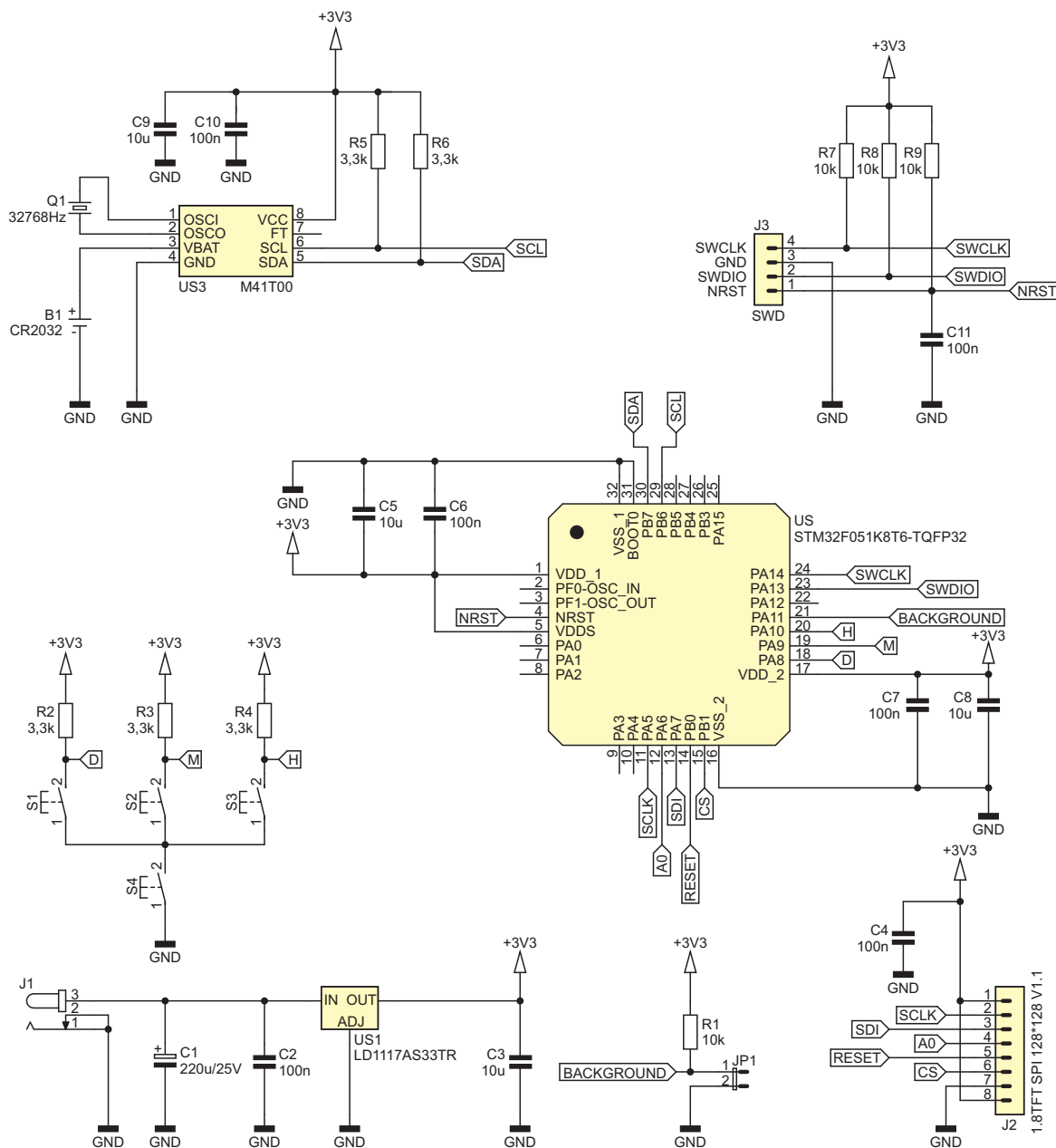
Częstotliwość zegara mikrokontrolera wynosi 48 MHz i nie musi być szczególnie stabilna, ponieważ nie służy do odmierzenia czasu. Mikrokontroler w tej wersji obudowy nie ma dodatkowego wejścia zasilania baterijnego, które mogłoby podtrzymywać odliczanie wewnętrznego RTC, dlatego użyto zewnętrznego układu.

Do programowania pamięci Flash mikrokontrolera zostało przewidziane złącze J3, na które wyprowadzono cztery podstawowe linie interfejsu SWD: NRST, SWCLK, SWDIO oraz masę. Linie sygnałowe zostały podciągnięte do zapięcia zasilającego przy użyciu rezystorów R7...R9, aby odprowadzać z nich ładunki elektrostatyczne, które mogłyby zakłócać prawidłowe działanie układu. Kondensator C11 jest zalecany przez producenta mikrokontrolera i służy chwilowemu wymuszeniu sprzętowego zerowania układu po włączeniu zasilania.

Do wyświetlacza graficznego zostały dołączone dwie linie sprzętowego interfejsu SPI. Są to MOSI (wyjście danych z układu nadrzędnego) i SCK (sygnał zegarowy danych), oznaczone na schemacie jako SDI i SCLK. Użycie sprzętowego interfejsu, zarządzanego przez DMA, pozwoliło na znaczne przyspieszenie przesyłu danych, których ilość, składająca się na jeden pełny obraz, jest pokaźna. Pozostałe linie (A0 – wybór dane/komenda, RESET – sprzętowe zerowanie, CS – wybór układu) są zarządzane czysto programowo, ponieważ nie są krytyczne czasowo.

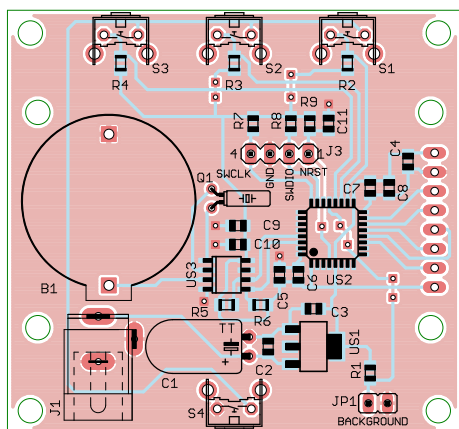
Do ustawiania aktualnego czasu (minut, godzin i dni tygodnia) służą przyciski S1...S3, których jednokrotne przyciśnięcie powoduje zmianę danej wartości o 1. Aby zapobiec przypadkowej zmianie, dodano przycisk S4, który trzeba trzymać wciśnięty, żeby regulacja była możliwa. Bez tego nie jest możliwe wymuszenie niskiego stanu logicznego na odpowiednich liniach prowadzących do mikrokontrolera, natomiast stan wysoki po zwolnieniu przycisków utrzymują rezystory R2...R4.

Użytkownik może wybrać kolor tła i znaków. Kiedy zworka JP1 jest zwarta, wejście mikrokontrolera jest w stanie niskim i układ



Rysunek 1. Schemat ideowy układu zegara

wyświetla czarne znaki na białym tle. Po jej rozwarciu rezystor podciągający R1 ustala jej stan na wysoki i kolory odwracają się: znaki stają się czarne, a tło białe.



Rysunek 2. Schemat płytki zegara wraz z rozmieszczeniem elementów

Układ zegara czasu rzeczywistego (US3) został podłączony według podstawowej aplikacji, zalecanej w nocie katalogowej. Linie magistrali I²C zostały podciągnięte rezystorami o wartości 3,3 k Ω , aby zapewnić odpowiednio krótki czas narastania napięcia – maksymalnie 1 μ s. To przekłada się na maksymalną pojemność obciążającą linię równą 138 pF – w tym układzie nie przekracza ona połowy tej wartości. Rezonator kwarcowy Q1 powinien być przystosowany do współpracy z pojemnością obciążenia około 12,5 pF. W takich warunkach producent deklaruje prawidłową pracę zegara.

Cały układ musi być zasilany stabilizowanym napięciem stałym o wartości 3,3 V. Dlatego na płytce znalazł się liniowy stabilizator LDO (US1), który może pracować przy napięciu wejściowym wynoszącym od ok. 4,4 V, ponieważ jego maksymalny dropout wynosi

1,1 V (przy prądzie 100 mA). Z kolei, od góry napięcie wejściowe jest ograniczone wytrzymałością stabilizatora: producent deklaruje tutaj 15 V. Kondensatory usytuowane

REKLAMA

Specjalistyczne szkolenia
dla elektroników
i automatyków



TECHDAYS

techdays@techdays.pl
TECHDAYS.PL

CERTYFIKOWANY
PARTNER
SZKOLENIOWY

Wykaz elementów:

Rezystory:

R1, R7..R9: 10 kΩ SMD0805
R2..R6: 3,3 kΩ SMD0805

Kondensatory:

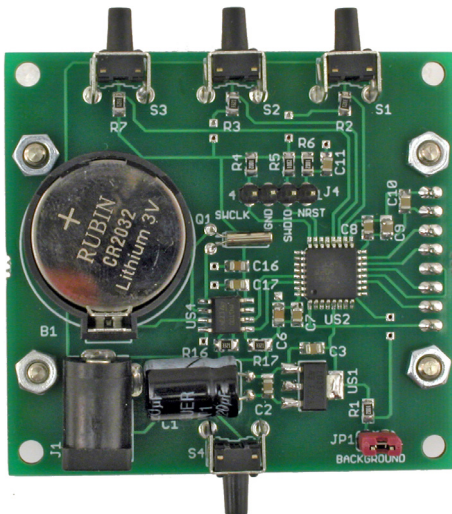
C1: 220 μF/25 V THT
C2, C4, C6, C7, C10, C11: 100 nF SMD0805
C3, C5, C8, C9: 10 μF/16 V SMD0805

Półprzewodniki:

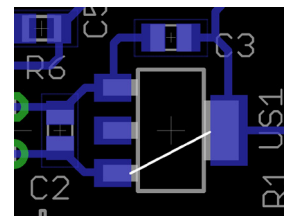
US1: LD1117AS33TR SOT223 (opis w tekście)
US2: STM32F051K8T6 TQFP32
US3: M41T00 S08

Inne:

B1: koszyk CR2032 THT leżący + bateria
J1: gniazdo DC kątowe THT 2,1 mm/5,5 mm
J2: goldpin 8 pin żeński THT 2,54 mm
J3: goldpin 4 pin męski THT 2,54 mm
JP1: goldpin 2 pin THT męski + zworka
S1..S4: mikroswitch 6 mm kątowy
Q1: 32768 Hz 12,5 pF THT (opis w tekście)
Wyświetlacz 1.8TFT SPI 128*160 V1.1
4 tuleje dystansowe M3 gwint zew./wew.
12 mm mosiądz (opis w tekście)
4 nakrętki M3
4 śruby M3 5 mm



Fotografia 3. Widok zmontowanej płytki od strony BOTTOM



Rysunek 4. Wejście i wyjście stabilizatora US1



Fotografia 5. Przedłużenie tulei do długości 10 mm

w bliskim otoczeniu stabilizatora LDO zaopielegając jego wzburzeniu.

Montaż i uruchomienie

Układ zegara został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 60x56 mm, której wzór ścieżek i schemat montażowy pokazuje rysunek 2. W odległości 3 mm od krawędzi znajdują się otwory montażowe.

Wszystkie elementy, poza złączem żeńskim dla wyświetlacza, są montowane od strony spodniej (BOTTOM). Kondensator C1 i rezonator kwarcowy Q1 warto przylutować na nieco dłuższych wyprowadzeniach, aby można było je położyć na powierzchni płytki. Zmontowany układ można zobaczyć na fotografii 3.

Jeżeli w miejscu eksploatacji urządzenia jest dostęp do stabilizowanego napięcia stałego o wartości 3,3 V, można nie montować układu US1, a pola lutownicze prowadzące do jego wejścia i wyjścia zewrzeć np. odcinkiem srebrzanki. Rysunek 4 ilustruje, które to wyprowadzenia.

Jeżeli płytka została prawidłowo zmontowana, w złącze J2 należy włożyć męskie złącze wyświetlacza. Polecam przykręcić go do płytki przy użyciu czterech tulei dystansowych M3. Aby obie części idealnie do siebie pasowały, ich długość powinna wynosić ok. 11 mm, a takie są trudne do zdobycia. Można użyć tulei o długości 12 mm i pogodzić się z tym, że szpilki części męskiej będą nieco wystawały, co nie powinno mieć wpływu na ich dobry kontakt. Można też użyć tulei 10 mm oraz podkładki o grubości ok. 1 mm – przykład takiego połączenia pokazuje fotografia 5.

Po zakończeniu montażu do złącza J1 należy doprowadzić zasilanie (polaryzacja: biegun dodatni na bolcu złącza) oraz zaprogramować pamięć Flash mikrokontrolera gotowym wsadem. Jeżeli wszystko przebiegło poprawnie, na wyświetlaczu powinny pojawić się cyfry, migający dwukropek oraz

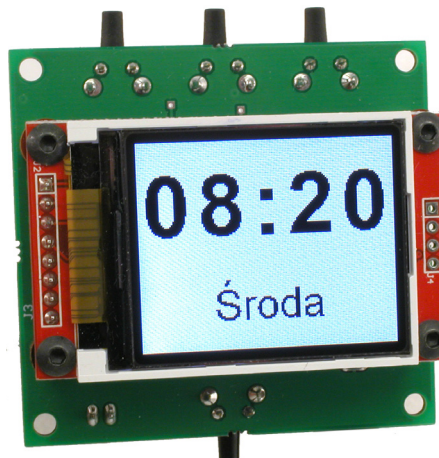
nazwa dnia tygodnia. Można włożyć baterię litową typu CR2032 w gniazdo B1, aby zegar odliczał czas po wyłączeniu zasilania.

Eksploatacja

Podczas ustawiania aktualnego czasu należy pamiętać o tym, że każda wprowadzona wartość jest natychmiast zapisywana do układu RTC oraz natychmiast z niego odczytywana. W ten sposób mikrokontroler nie musi pilnować automatycznej inkrementacji pozostałych zmiennych czasowych, ponieważ robią to rejestry i liczniki w układzie RTC. Po ustawieniu np. aktualnej wartości minut, po przekroczeniu liczby 59, licznik minut przepelni się i wróci do zera, a licznik godzin przeskoczy o 1 w górę. Stąd wynika zalecana przeze mnie kolejność ustawiania czasu:

1. Minuty (przycisk S2 – środkowy)
2. Godziny (przycisk S3 – prawy)
3. Dni (przycisk S1 – lewy)

Przyciski są aktywne tylko wtedy, kiedy stale przyciśnięty jest również przycisk S4 (od spodu). Każdorazowe przestawienie liczby minut przez użytkownika powoduje jednocześnie wyzerowanie rejestru sekund.



Fotografia 6. Widok wyświetlacza z białym tłem i czarnymi znakami

```
Listing 1. Fragment kodu programu, który inkrementuje dzień tygodnia
day_temp++; //przewijanie dni w zakresie 0-13

if(day_temp > 13){
    day_temp = 0;
}

//do rejestru dni trafia tylko liczba z przedziału 1-7
day = (day_temp%7)+1;
//adres tego rejestru to 3
RegWrite(3, day);

//0-6 polskie nazwy dni
//7-13 angielskie nazwy dni
if(day_temp >= 7) { //dla wersji ENG
    //CB = 1, godzina w kodzie BCD
    day_temp = ((hour / 10) << 4) + (hour%10) + (1 << 6);
    //informacja dla funkcji wyświetlającej, że wybrano język angielski
    lang = 1;
} //dla wersji PL
else {
    //CB = 0, godzina w kodzie BCD
    day_temp = ((hour / 10) << 4) + (hour%10);
    //informacja dla funkcji wyświetlającej, że wybrano język polski
    lang = 0;
}

//zapisz godzinę z odpowiednim bitem CB do rejestru o adresie 2
RegWrite(2, day_temp);
```

Analogicznie, ustawiając napis po angielsku, otrzymany tylko napisy angielskie.

Widok wyświetlacza, w którym tło jest białe, a znaki czarne, można zobaczyć na fotografii 6. Wyboru koloru tła można w każdej chwili dokonać, zakładając lub zdejmując zworkę JP1.

Pobór prądu ze źródła zasilania nie zależy od koloru tła czy aktualnej zawartości wyświetlacza i wynosi ok. 60 mA.

Dla dociekliwych

Zegar zapamiętuje, jaki język został wybrany dla dni tygodnia. Jednak użyty mikrokontroler nie ma nieulotnej pamięci EEPROM, której można użyć w tym celu. Zadanie to realizuje jeden bit (D6) znajdujący się w rejestrze godzin (adres 2) układu M41T00 – na rysunku 7 zaznaczony na czerwono.

Jest to bit CB, oznaczający aktualny wiek. Ponieważ jego automatyczna zmiana jest

Address	Data								Function/range BCD format	
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	ST	10 seconds			Seconds			Seconds	00-59	
1	X	10 minutes			Minutes			Minutes	00-59	
2	CEB ⁽²⁾	CB	10 hours		Hours			Century/hours	0-1/00-23	
3	X	X	X	X	X	Day		Day	01-07	
4	X	X	10 date		Date			Date	01-31	
5	X	X	X	10 M.	Month			Month	01-12	
6	10 Years				Years			Year	00-99	
7	OUT	FT	S	Calibration			Control			

Rysunek 7. Użyty bit w rejestrze układu M41T00 (źródło: nota katalogowa układu)

wyłączona (bit CEB = 0), wartość może edytować jedynie mikrokontroler. Nie ulegnie zgubieniu po zaniku zasilania, gdyż wszystkie rejestry są podtrzymywane bateryjnie. Nieco komplikuje to procedurę zapisu nowego czasu, ponieważ aktualizując godziny

lub dni, trzeba również pamiętać o tym bicie. Fragment kodu programu, który obsługuje te rejestry, widoczny jest na listingu 1.

Michał Kurzela, EP

Klub Aplikantów Próbek

to inicjatywa redakcji „Elektroniki Praktycznej”. W kontaktach z firmami redakcja często otrzymuje do przetestowania próbki podzespołów, modułów, a nawet całych urządzeń elektronicznych. Są to zwykle najnowsze typy/modele produktów na rynku. Z chęci podzielenia się z Czytelnikami tymi próbkami zrodziła się inicjatywa pod nazwą Klub Aplikantów Próbek. Członkiem KAP staje się każdy, kto zgłosi chęć przetestowania próbki. Wykaz i krótki opis próbek, którymi dysponuje redakcja EP, można znaleźć na stronie <http://bit.ly/339j0Sb>. Wystarczy wybrać rodzaj próbek i zwrócić się majlmem na adres: Szef Pracowni Konstrukcyjnej: grzegorz.becker@ep.com.pl z prośbą o przesłanie bezpłatnych próbek, podając ich nazwę i adres wysyłki. Warto dopisać jaki jest plan zastosowania tych próbek. Nie jest to konieczne, ale może mieć znaczenie przy podziale próbek w przypadku większej liczby zgłoszeń. Mile widziane, choć nieobowiązkowe, jest też przysłanie do redakcji EP opisu wykonanej aplikacji próbek, oczywiście po jej wykonaniu z zastosowaniem otrzymanej próbki. Autorom przysłanych opisów przyznamy punkty, które będą im dawały pierwszeństwo przy ubieganiu się o kolejne próbki. Najciekawsze opisy aplikacji opublikujemy na forum ep.com.pl lub na łamach „Elektroniki Praktycznej”.

Dla pełnej jasności jeszcze raz podkreślamy, że próbki przekazujemy bezpłatnie i nie trzeba ich zwracać do redakcji. Z uwagi na ograniczoną liczbę dostępnych próbek i niemałe zainteresowanie nimi, prosimy o opisanie swojego pomysłu na projekt na naszym forum internetowym, w dziale poświęconym Klubowi Aplikantów Próbek <http://bit.ly/2qeN28e>. Ponadto, by zwiększyć swoje szanse na bycie wybranym do realizacji projektu w oparciu o nasze próbki, należy polubić fanpage Elektroniki Praktycznej na Facebooku (<http://bit.ly/2WygF09>) oraz udostępnić post, w którym opisujemy rozdawane próbki. W przypadku podobnie interesujących pomysłów na projekty, będziemy uwzględniać to jako dodatkowe kryterium wyboru.



www.ep.com.pl/kap