



Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

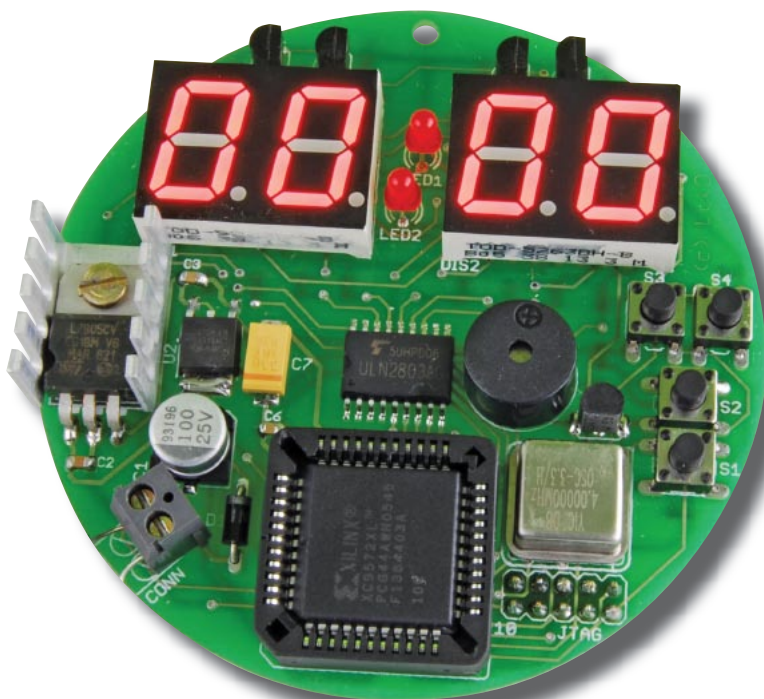
Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Zegar elektroniczny z układem CPLD

W dzisiejszych czasach wydawać by się mogło, że już nic nowego nie można wymyślić w kwestii budowy zegara elektronicznego.

Począwszy od konstrukcji opartych o elementy dyskretne, układy do budowy zegarów i mikrokontrolery, konstrukcja zegarów elektronicznych bardzo zmieniła się na przestrzeni czasu. Obecnie już tylko nieliczne tego typu urządzenia nie zawierają mikrokontrolera.

Biorąc pod uwagę możliwości i niską cenę mikrokontrolerów, a także dostępność darmowych narzędzi projektowych, nie dziwi fakt, że królują one we wszelkiego rodzaju aplikacjach. Może więc warto dla odmiany sięgnąć po inne układy.

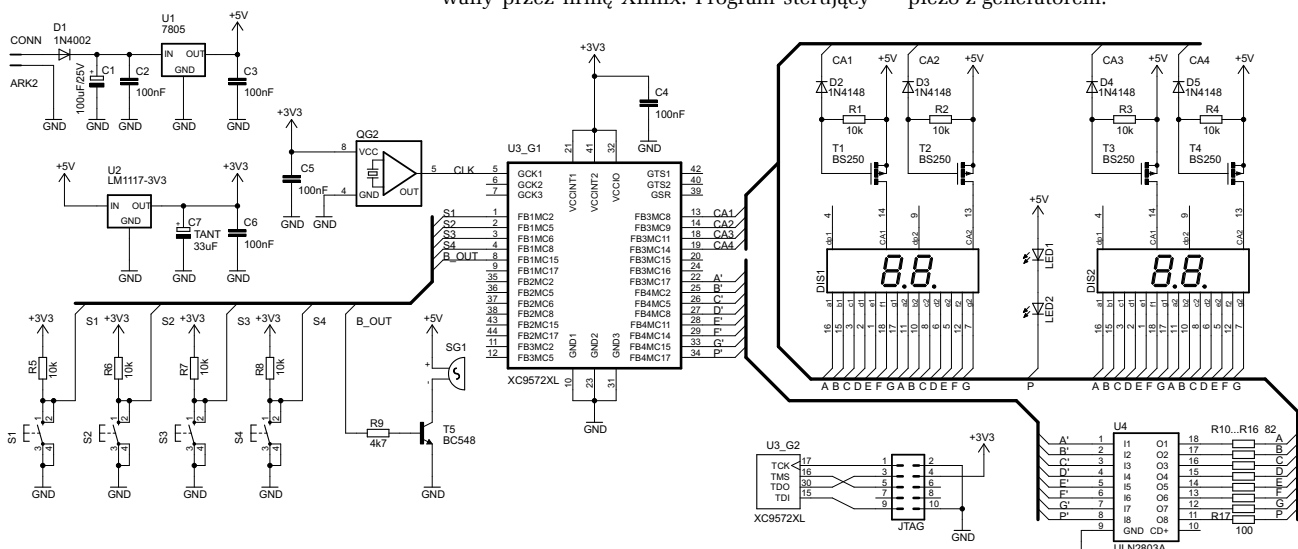


Projekt 176

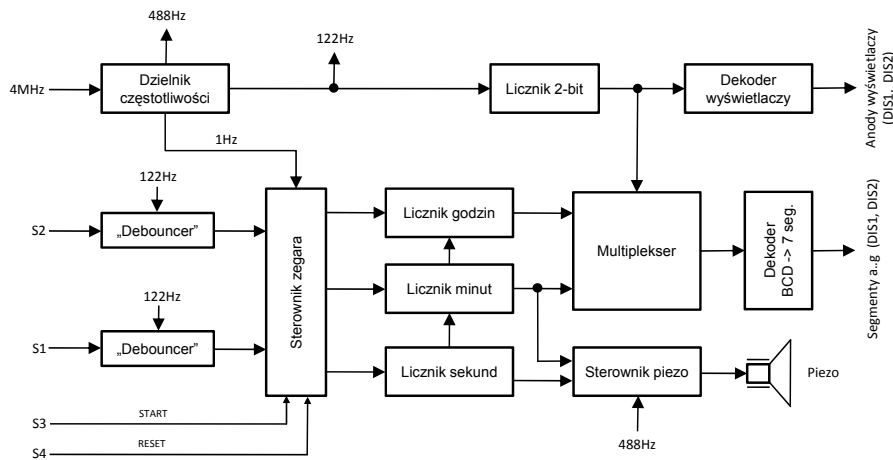
Prezentowane urządzenie to nic innego jak zegar elektroniczny z wyświetlaczem siedmiosegmentowym LED. Nie znajdziemy w nim żadnego mikrokontrolera ani specjalizowanego RTC, ale układ CPLD (*Complex Programmable Logic Device*). W projekcie zastosowano tani, dostępny i zarazem uniwersalny układ XC9572XL, która jest produkowany przez firmę Xilinx. Program sterujący

napisano z użyciem bezpłatnego środowiska Xilinx ISE Web Pack w wersji 10.1.

Poszczególne moduły programu napisano w języku Verilog, a następnie zostały one zestawione razem, tworząc schemat logiczny. Zegar odmierza czas w trybie 24-godzinnym. Dodatkowo, każda upływająca godzina jest sygnalizowana za pomocą wbudowanego piezo z generatorem.



Rys. 1. Schemat ideowy



Rys. 2. Schemat blokowy układu logicznego

Budowa i zasada działania

Schemat elektryczny zegara przedstawiono na rys. 1. „Sercem” urządzenia jest układ programowalny (U3), który zawiera w swojej strukturze 72 makrokomórki logiczne. W projekcie wykorzystano wersję o zasilaniu 3,3 V. Ponieważ wydajność prądowa wyjść układu jest mała, to do sterowania siedmiosegmentowymi wyświetlaczami DISP1 oraz DISP2 (wspólna anoda) zastosowano tranzystory T1...T4 (P-MOSFET) i układ U4 – ULN2803A, mający osiem driverów mocy. Wyświetlanie czasu odbywa się w trybie multiplexowym z częstotliwością 122 Hz. Ponieważ używane jest tylko siedem segmentów (kropki nie są podłączone), to jedno wolne wyjście U4 zostało podłączone do diod pełniących rolę sekundnika. Rezystory R10...R16 służą do ograniczenia prądu płynącego przez segmenty wyświetlacza. W prezentowanym modelu wartość prądu została ustalona na poziomie 8 mA na jeden segment. W przypadku kiedy jasność wyświetlacza okaże się niewystarczająca, należy zmniejszyć wartość tych rezystorów do np. 68 Ω. Do prawidłowego działania, układ potrzebuje zewnętrzny sygnał taktujący. Realizuje to generator kwarcowy QG2, który dostarcza wzorcowy sygnał o częstotliwości 4 MHz do globalnego wejścia zegarowego GCK1 (nóżka 1 układu U4). Zasilacz zegara jest oparty na dwóch popularnych stabilizatorach: 7805 (U1) i LM1117 – 3,3 V (U2). Układ U1 wytwarza napięcie 5 V potrzebne do zasilania wyświetlaczy oraz sygnalizatora SG1, natomiast U2 (3,3 V) służy do zasilania układu programowalnego (U3) oraz generatora QG2. Ze względu na to, że U2 jest stabilizatorem LDO, konieczne jest zastosowanie kondensatora tantalowego C7 o niskim współczynniku ESR.

Do obsługi zegara służą przyciski S1...S4. Za pomocą przycisku S1 można ustawić licznik minut. Przycisk S2 służy do ustawiania licznika godzin. Start zegara następuje po naciśnięciu przycisku S3, natomiast S4 służy do zerowania zegara i przejścia w tryb ustawiania czasu.

Projekt układu logicznego zaimplementowanego w U3 można podzielić na kilka zasadniczych bloków, przedstawionych na rys. 2.

Sygnał zegarowy o częstotliwości 4 MHz jest podawany na dzielnik częstotliwości który wytwarza następujące sygnały: sygnał wzorcowy do taktowania licznika sekund – 1 Hz, sygnał o częstotliwości 488 Hz dla sterownika piezo oraz sygnał dla sterownika multiplexowego – 122 Hz. Ponieważ w układzie wykorzystujemy przyciski typu mikroswitch, to konieczne jest zastosowanie sprzętowego układu eliminującego drgania styków – tzw. „debouncer-a”. Moduł ten można prosto zrealizować używając rejestru przesuwanego, taktowanego sygnałem o częstotliwości kilkudziesięciu Hz. W projekcie wykorzystano do tego celu sygnał pochodzący z dzielnika częstotliwości – 122 Hz. Na blok sterowania multiplexowego wyświetlaczy składają się:

- licznik 2-bit, który adresuje multiplexer i dekodery wyświetlaczy,
- dekodery BCD -> 7seg, odpowiedzialny za dekodowanie kodu BCD na kod wskaźnika siedmiosegmentowego,
- multiplexer, który przyłącza odpowiedni licznik do dekodera BCD -> 7 seg.,
- dekodery wyświetlaczy, który odpowiada za wysterowanie odpowiedniego wyświetlacza (jednego z czterech) powiązane z danym licznikiem.

Liczniki godzin, minut i sekund są dwójkowymi licznikami binarnymi, które pracują w połączeniu szeregowym. Każde przepelnienie licznika sekund powoduje inkrementację licznika minut. Przepelnienie licznika minut powoduje zmianę wartości licznika godzin i generację impulsu wyzwolającego brzęczyk. Sterownik zegara kontroluje dwa tryby pracy zegara: tryb ustawiania oraz tryb odliczania czasu.

Montaż i uruchomienie

Na rys. 3 i rys. 4 pokazano rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej. Jak widać zostały one ulokowane po obu stronach

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1...R8: 10 kΩ (SMD 0805)
R9: 4,7 kΩ (SMD 0805)
R10...R16: 82 Ω (SMD 0805)
R17: 100 Ω (SMD 0805)

Kondensatory

C1: 100 µF/25 V (elektrolityczny SMD)
C2...C6: 100 nF (SMD 0805)
C7: 33 µF/16 V (tantalowy o małym ESR, SMD)

Półprzewodniki

D1: 1N4002
D2...D5: 1N4148 (SMD)
DIS1, DIS2: TOD-5263BH-B wyświetlacz 7-segmentowy LED, podwójny (czerwony, wspólna anoda)
LED1, LED2: czerwona dioda LED 3 mm
QG2: generator kwarcowy 4 MHz

T1...T4: BS250

T5: BC547

U1: LM7805, obudowa TO-220

U2: LM1117DT-3.3 obudowa DPAK

U3: XC9572XL (Xilinx) obudowa PLCC44

U4: ULN2803A obudowa SOL-18

Inne

CONN: ARK2

SG1: brzęczyk piezo z generatorem

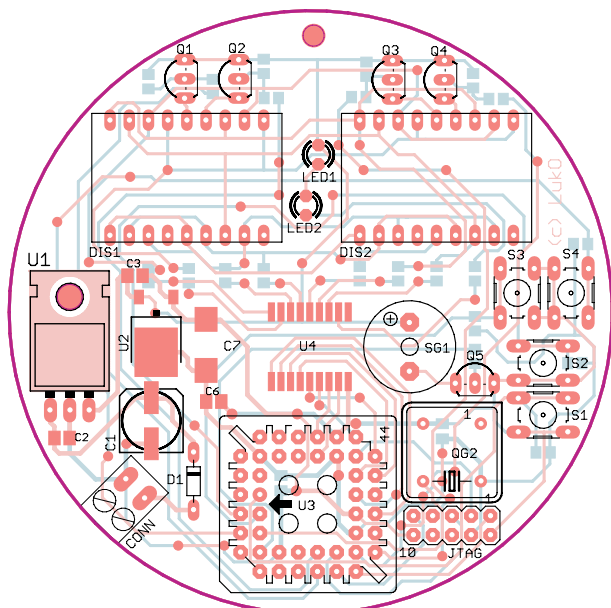
S1...S4: mikroswitch

JTAG: goldpin 2×5

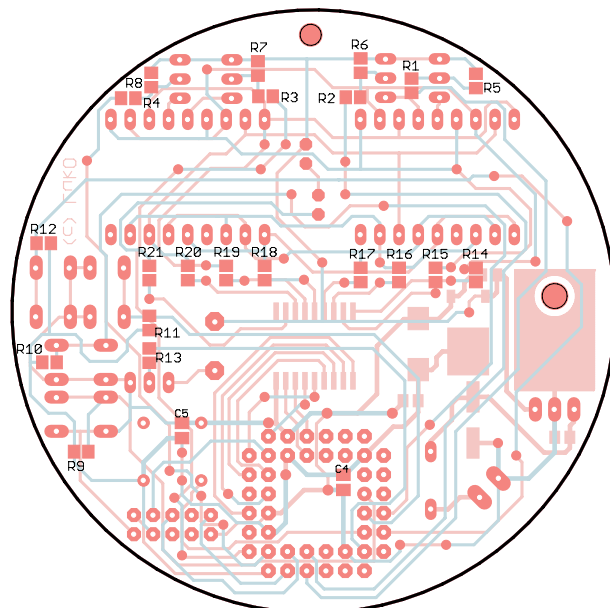
płytki. Montaż należy rozpocząć od elementów SMD na warstwie wierzchniej płytki – stabilizatora U2, drivera U4 oraz kondensatorów. Następnie montujemy elementy SMD na spodniej warstwie płytki. Kolejnym krokiem jest montaż elementów przewlekanych. Złącze JTAG do programowania układu U3 należy zamontować od strony lutowania. Ułatwi to późniejsze podłączenie programatora. Na samym końcu należy zamontować wyświetlacze DISP1 i DISP2. W przypadku, kiedy sygnalizacja upływającej godziny nie jest potrzebna, należy nie montować elementów: R9, T5 oraz SG1.

Po zmontowaniu układu należy podłączyć zasilanie do złącza CONN. Ze względu na straty mocy w stabilizatorze U1, zalecane napięcie powinno być w przedziale 8...9 V. Przy wyższym napięciu, moc tracona w U1 powoduje jego silne nagrzewanie, co wymaga użycia solidnego radiatora. Odwrotne podłączenie zasilania nie grozi uszkodzeniem układu. Kolejnym krokiem jest sprawdzenie czy napięcie na wyjściu stabilizatora





Rys. 3. Schemat montażowy – strona elementów



Rys. 4. Schemat montażowy – strona lutowania

U1 ma wartość 5 V, a na wyjściu stabilizatora U2 wartość 3,3 V. Jeżeli tak, to należy wyłączyć zasilanie, włożyć w podstawkę układ U3, ponownie włączyć zasilanie i zaprogramować układ.

Do zaprogramowania układu XC9572XL konieczny będzie pakiet *ISE Web Pack* oraz programator zgodny z DLC III firmy Xilinx. Oprogramowanie można pobrać bezpłatnie ze strony www.xilinx.com, natomiast programator można wykonać we własnym zakresie bazując na schemacie udostępnionym przez firmę Xilinx lub kupić, m.in. w firmie www.kamami.pl. Po zainstalowaniu pakietu *ISE Web Pack*, podłączamy programator do złącza JTAG zegara i uruchamiamy program *iM-PACT*. Do programowania wykorzystujemy plik `Zegar_CPLD.jed`.

Możliwość modyfikacji

W prezentowanym modelu zostały użyte wyświetlacze siedmiosegmentowe LED koloru czerwonego. Możliwe jest zastosowanie

wyświetlaczy innego koloru: zielonego, pomarańczowego a nawet niebieskiego. Należy wówczas ustalić odpowiednią wartość prądu płynącego przez segmenty za pomocą rezystorów R10...R16.

Obsługa zegara

Po pierwszym włączeniu zasilania zegar pozostaje w trybie ustawiania czasu. Na wyświetlaczu widnieje godzina 00:00, sekundnik jest wyłączony. Każde naciśnięcie przycisków S1 lub S2 powoduje zmianę wartości liczników w górę, co powoduje zmianę odpowiednio minut i godzin. Uruchomienie zegara następuje w momencie naciśnięcia przycisku S3. Wtedy też startuje wewnętrzny licznik sekund. Podczas pracy zegara, przyciski S1 i S2 są nieaktywne. Zegar pracuje w systemie 24 godzinnym, co oznacza, że maksymalnym wskazaniem dla licznika godzin jest 23, natomiast dla licznika minut 59. Upływ każdej godziny jest sygnalizowany przez piezo SG1, krótkim jednosekundowym sygnałem.

Podsumowanie

Zaprezentowane urządzenie być może stanie się inspiracją dla wielu konstruktorów do zapoznania się z zaletami układów programowalnych CPLD. W wielu przypadkach kilka, czy kilkanaście układów cyfrowych z serii 74xx, czy 40xx można zastąpić jednym CPLD. Wbrew pozorom układy te nie są trudne do opanowania. Rozbudowane środowisko *ISE Web Pack* umożliwia stworzenie projektów zarówno w popularnych językach VHDL czy Verilog, a także z wykorzystaniem typowego schematu z bramkami, przerzutnikami, multiplexerami, itd. Możliwość dowolnej rekonfiguracji układu przez programową zmianę zaimplementowanego układu logicznego stanowi niepodważalną zaletę kostek CPLD. Nie bez znaczenia jest tu dostępność oraz niska cena tych układów, a także łatwe w montażu obudowy (np. PLCC44).

Łukasz Ostafiński
lukostaf@orange.pl

R E K L A M A

Kurs programowania mikrokontrolerów AVR w języku C
Zestaw ewaluacyjny z procesorem ATMEGA162
Płyta CD z kompletem materiałów do kursu

Wraz z zestawem AVT3505 otrzymasz płytę CD zawierającą:

18 lekcji kursu AVR-GCC prowadzonego na łamach *Elektroniki dla Wszystkich* oraz niezliczone listingi, programy, narzędzia i materiały dodatkowe

AVT 3505

www.sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o. 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. 022 257 84 50, fax 022 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl