

Zegar/budzik wielofunkcyjny - Raport z budowy projektu

Michał Marzyński

2011-02-05

Spis treści

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Założenia projektowe. | 2 |
| 2 | Projektowanie układu i dobór części elektronicznych. | 2 |
| 2.1 | Układ zasilania. | 2 |
| 2.2 | Procesor i elementy optoelektroniczne. | 3 |
| 2.3 | Pozostałe elementy i wykonanie płytki drukowanej. | 3 |
| 2.4 | Schemat urządzenia. | 4 |
| 2.5 | Widok płytki i rozmieszczenie elementów. | 5 |
| 3 | Oprogramowanie. | 6 |
| 4 | Wykaz elementów. | 6 |
| 5 | Wygląd rzeczywistego urządzenia. | 7 |
| 6 | Szacowany koszt wykonania. | 7 |

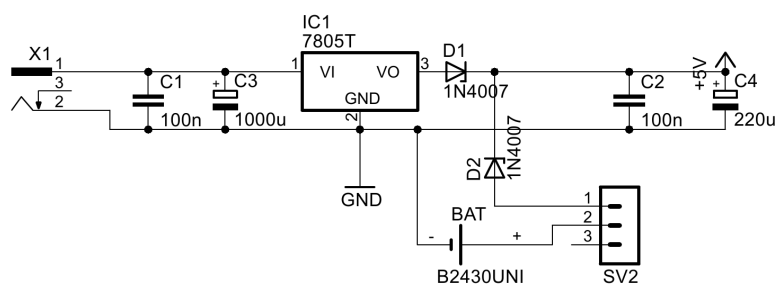
1 Założenia projektowe.

Gdy zrodził się pomysł aby stworzyć ponizszy projekt, należało powziąć z góry pewne założenia, aby dokonać odpowiedniego doboru części elektronicznych oraz funkcji, jakie urządzenie powinno pełnić. Były one następujące :

- urządzenie będzie zasilane z sieci 230V,
- z racji stosunkowo niewielkiego poboru mocy, zamiast dużego objętościowo układu prostowniczego zdecydowano się zastosować niewielki zasilacz impulsowy z odpowiednią stabilizacją,
- urządzenie powinno mieć zasilanie awaryjne w razie przerwy w dostawie prądu z sieci, aby nie utracić informacji o ustawionym czasie i alarmie,
- zegar powinien wyświetlać czas na 4 wyświetlaczach LED 7-segmentowych w formacie [hh:mm], oraz w kodzie BCD na tablicy diodowej w formacie [hh:mm:ss],
- urządzenie powinno być również wyposażone w wyświetlacz LCD służący do wyświetlania powitania, daty, obsługi menu (ustawianie czasu, alarmu, daty itp.),
- powinna istnieć możliwość wygenerowania dość głośnego sygnału dźwiękowego (budzik),
- przyjęto, że potrzebne będą minimalnie 3 przyciski typu microswitch do obsługi i zmiany ustawień, aby zapewnić komfortowe użytkowanie.

2 Projektowanie układu i dobór części elektronicznych.

2.1 Układ zasilania.



Na wejście X1 układu podawane jest napięcie z zewnętrznego zasilacza impulsowego. Może to być zasilacz o dowolnym napięciu wyjściowym z zakresu dozwolonego napięcia pracy stabilizatora LM7805 (max. 35 V, minimalnie - przyjmuje się, że napięcie powinno być kilka V wyższe niż to, do którego stabilizujemy - stabilizator nie jest LDO). W danym przypadku zastosowano zasilacz o wyjściowym napięciu 9V i prądzie max 1.5A. Zasilacze tego typu są tanie i niezwykłe popularne na aukcjach internetowych, gdzie można je kupić za kilka zł. Oczywiście wyjściowe przebiegi takiego zasilacza są dalekie od pożądanej stałości, stąd też należy je odpowiednio wygładzić. Stabilizator 7805 zastosowano również ze względu na popularność i dobre parametry, do nabycia są wersje z prądem wyjściowym np. 500 mA, 1A, 1.5A, 2A (7805CV). Wersja z prądem wyjściowym do 1A po oszacowaniu mocy, jaką będzie pobierał cały układ jest w zupełności wystarczająca. Powyższy układ zasilania zawiera również funkcję podtrzymania napięcia, działający przy zwartych pinach 1 i 2 elementu SV2 (mogą to być goldpiny, wygodniej zastosować przełącznik suwakowy). Należy podkreślić, że stosowana bateria musi mieć napięcie mniejsze niż 4-5V. Diody prostownicze mają ogólnie duży spadek napięcia, więc 1N4007 nie jest najlepszym wyborem i zdecydowanie należałoby poszukać czegoś o mniejszym spadku. Podtrzymanie działa w następujący sposób : w momencie kiedy

mamy zasilanie z sieci, na wyjściu stabilizatora jest napięcie 5V a przy biegunie dodatnim baterii 3V. Dioda D2 nie przewodzi, przewodzi natomiast D1 dostarczając zasilanie ze stabilizatora do układu. W momencie braku napięcia na wyjściu stabilizatora, potencjał przy dodatnim biegunie baterii staje się potencjałem wyższym i dioda D2 przewodzi, a D1 nie - nie zasilamy niepotrzebnie stabilizatora. Niestety, mankamentem tego rozwiązania jest fakt, że procesor nie ma pojęcia o tym czy działa na zasilaniu z sieci czy awaryjnym, i przez to wykonuje cały czas ten sam prądożerny program, zamiast wygasić wszystkie elementy optoelektroniczne i przejść np. w stan uśpienia, podtrzymując tylko zegar. Spowodowane jest to faktem, że wszystkie użyteczne nóżki procesora zostały już zajęte do obsługi innych peryferiów i nie wystarczyło tej jednej na detekcję zasilania. Można by wykorzystać teoretycznie jeszcze pin reset mikrokontrolera, ale wtedy trzeba byłoby zrezygnować z programowania ISP i zaopatrzyć się w programator równoległy.

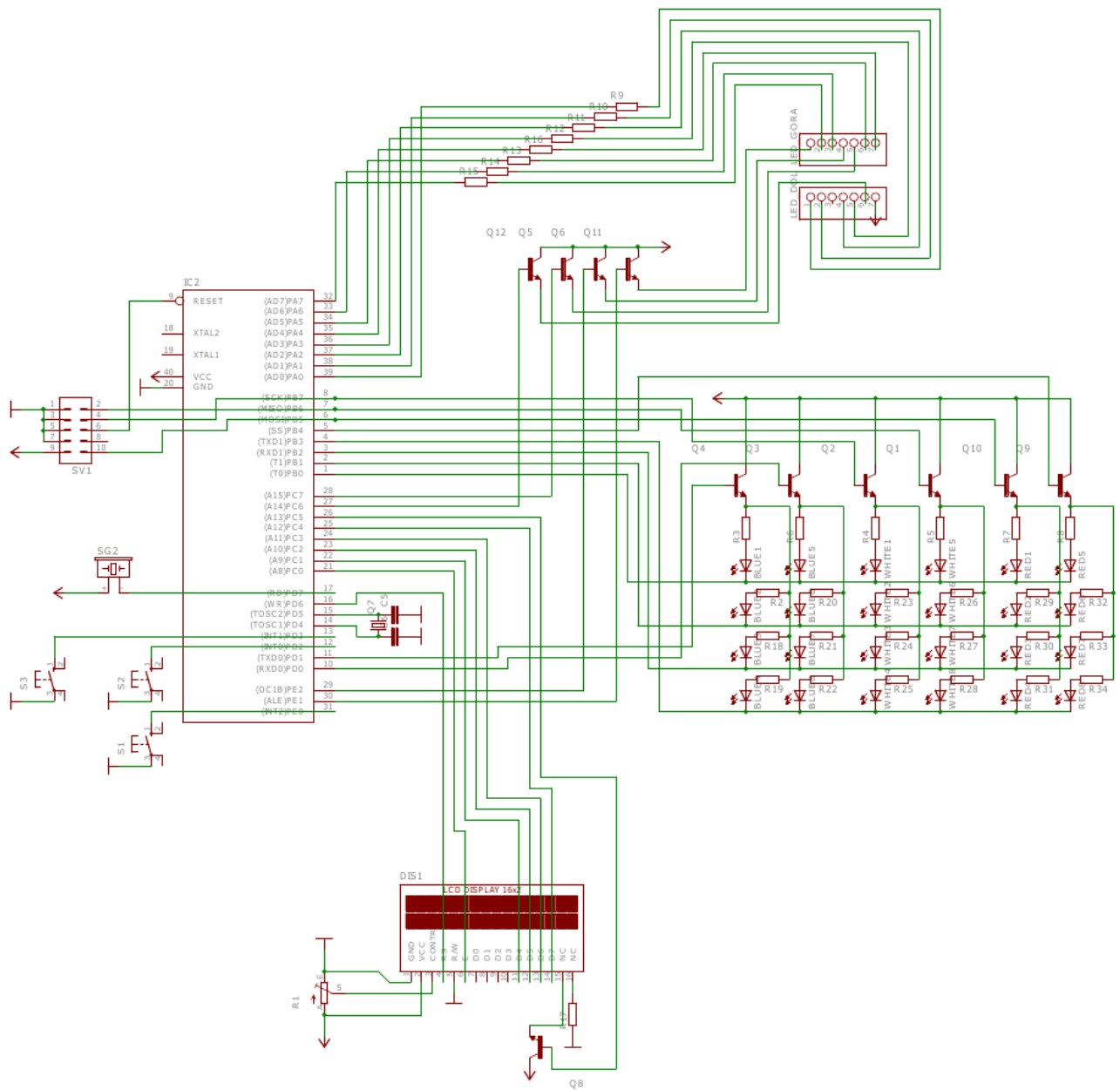
2.2 Procesor i elementy optoelektroniczne.

- W projekcie zastosowano mikrokontroler ATmega162 firmy Atmel. Jest to procesor o parametrach bardzo podobnych do popularnego ATmega16, ale wybrano ten ze względu na zwiększoną ilość użytecznych nóżek (3-bitowy PORTE). Mikrokontroler jest taktowany z wewnętrznego oscylatora z częstotliwością 8MHz, a zegar odliczający czas taktuje kwarc zegarkowy 32.768 kHz podłączony do wejść Timera2.
- Głównym elementem służącym do wyświetlania czasu jest poczwórny wyświetlacz 7-segmentowy (TOF-5462) w kolorze czerwonym (ekonomiczna cena). Zintegrowane kilkucyfrowe wyświetlacze są bardzo wygodne, gdyż mają np. aktywne dwukropki i wyprowadzenia wręcz stworzone do wyświetlania multipleksowego. Matryca diodowa wyświetlająca godziny, minuty i sekundy w kodzie BCD została wykonana własnoręcznie z pojedynczych diod LED 5mm, gdyż te gotowe znajdujące się na rynku są w zależności od kolorystyki dość drogie (zwłaszcza z diodami RGB) i nie spełniały wizualnych oczekiwań autora. Wyświetlacz LCD wykorzystany w projekcie to dowolny wyświetlacz 2x16 znaków na kontrolerze HD44780, z wyprowadzeniami w standardzie 1x16 pin.

2.3 Pozostałe elementy i wykonanie płytki drukowanej.

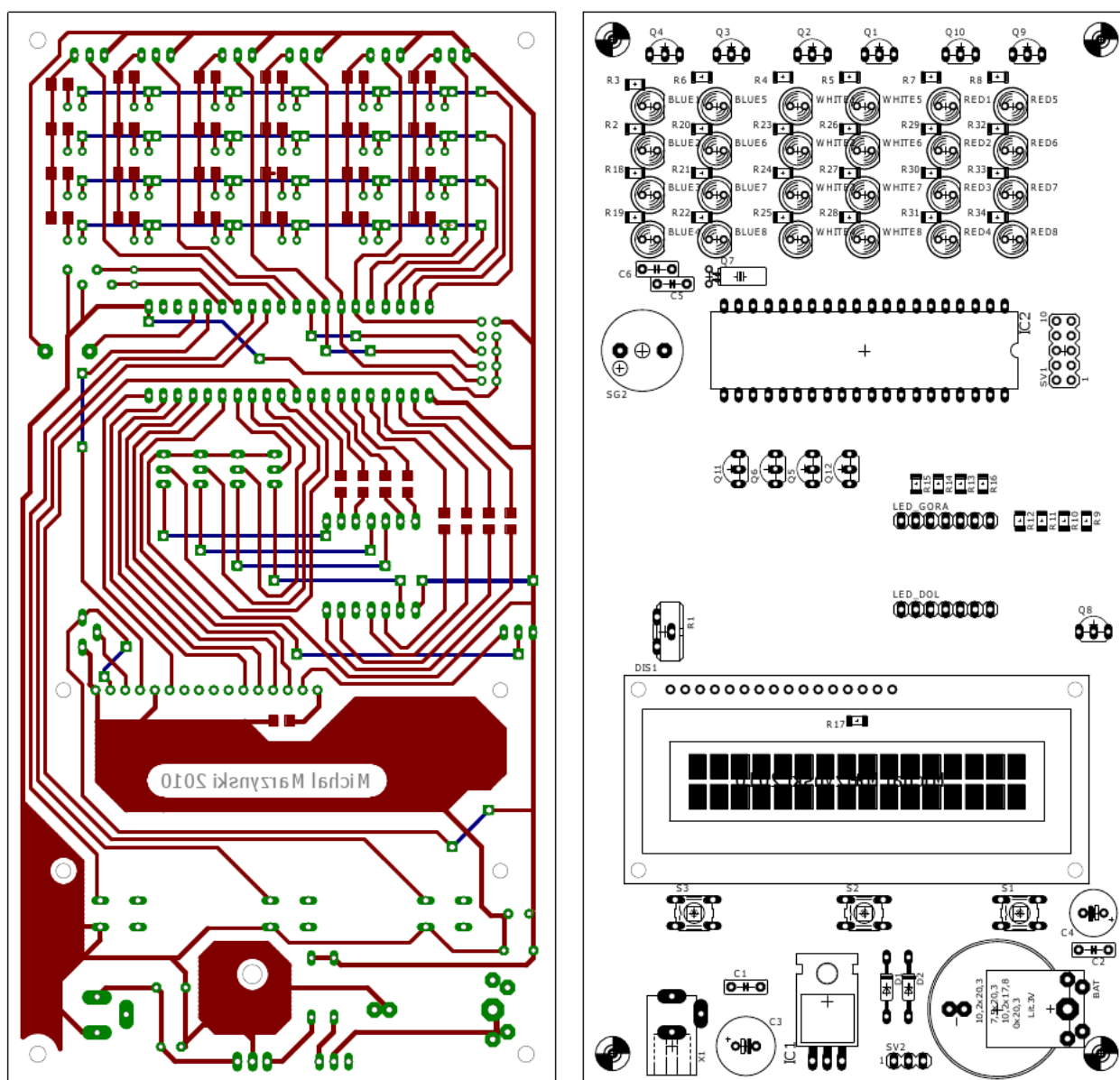
- Zastosowano buzzer na napięcie 5V z wbudowanym generatorem, gdyż z racji swojej funkcji nie potrzebuje wydawania dźwięku o różnych tonach, do budzenia wystarczy pojedyncza barwa, a bardziej przydaje się możliwość regulacji głośności dźwięku poprzez modulację szerokości impulsów.
- Wszystkie tranzystory wykorzystane w układzie jako klucze to tranzystory NPN BC337. Powodem wyboru akurat tych tranzystorów jest ich popularność, duże wzmocnienie prądowe ($\beta \approx 200$) oraz duża ilość w szufladzie autora:)
- Zaprojektowana płytka ma umożliwiać wykonanie jej prostymi metodami termotransferowymi przy użyciu minimalnej ilości zaawansowanych narzędzi. Stąd też przewlekane układy scalone, bardzo grube ścieżki i rezystory w rozmiarze 1206. Płytką jest jednowarstwowa, ale wymaga wykonania dość dużej ilości przelotek i zwor (w szczególności przy matrycy diodowej). Pokuszono się również o zrobienie epoksydowej soldermaski, która oprócz (w teorii) zapobiegania utlenianiu się miedzi dodaje w praktyce ładnego, profesjonalnego wyglądu całemu urządzeniu.

2.4 Schemat urządzenia.



Schemat i płytkę wykonano przy pomocy programu Eagle. Z racji braku biblioteki, która zawierałaby poczwórny wyświetlacz 7-segmentowy TOF-5462, element ten reprezentowany jest przez 2 rzędy padów goldpinowych, z odpowiednio połączonymi według noty katalogowej wyprowadzeniami.

2.5 Widok płytki i rozmieszczenie elementów.



Podczas projektowania płytki okazało się, że pola lutownicze tranzystorów BC337 znajdujących się w bibliotekach programu są bardzo niewielkie i cienkie, toteż element ten zastąpiono (tylko w projekcie płytki powyżej) tranzystorami BC327 (PNP), które miały znacznie przyjaźniejsze do wiercenia i lutowania pady. W wyniku tych manipulacji należy koniecznie zwrócić uwagę, aby właściwe tranzystory NPN BC337 przylutować w konfiguracji odwrotnej niż na powyższym rysunku zawierającym rozmieszczenie elementów.

3 Oprogramowanie.

Na potrzeby urządzenia stworzono oprogramowanie w dwóch językach - Basic i C. Procesor ma bardzo wiele rzeczy do wykonania w każdym cyklu programu + przerwania, stąd też nie można sobie pozwolić na zbyt długie wykonywanie niektórych operacji. Dlatego nacisk położono na rozwój oprogramowania w C, gdyż gotowe rozwiązania obsługi niektórych peryferiów w Basic'u, nie wymagają od programisty specjalnego zagłębiania się w większość problemów, ale odbywa się to kosztem wydajności czasowej (np. wyświetlanie na LCD).

W głównej pętli programu wykonywane jest multipleksowanie na wyświetlaczu 7-segmentowym i matrycy diodowej, wyświetlanie "pływającego" tekstu w pierwszej linii LCD oraz kontrola kalendarza.

Za dokładne odmierzenie czasu odpowiada Timer2, taktowany przez zewnętrzny kwarc 32.768 kHz. Pozytywne porównanie wywołuje co sekundę przerwanie, w którym inkrementuje odpowiednie zmienne. 3 przyciski użytkownika są podłączone do zewnętrznych przerwań wywoływanych zboczami opadającymi. W razie wywołania, na podstawie interpretacji odpowiednich flag w programie, wywołana zostaje odpowiednia funkcja.

W normalnym trybie pracy na wyświetlaczu LCD wyświetla się powitanie, data i informacja o alarmie. Po przejściu do menu na LCD wyświetlają się poszczególne opcje. Przydatną funkcją jest zaimplementowana funkcja trybu nocnego - włączająca się i wyłączająca automatycznie o ustawionych przez użytkownika godzinach, bądź ręcznie po naciśnięciu odpowiedniego przycisku. Polega ona na wygaszeniu matrycy diodowej i wyświetlacza LCD, pozostawiając aktywny sam wyświetlacz 7-segmentowy, aby w nocy nie rozświetlać pomieszczenia i nie przeszkadzać w zasypianiu.

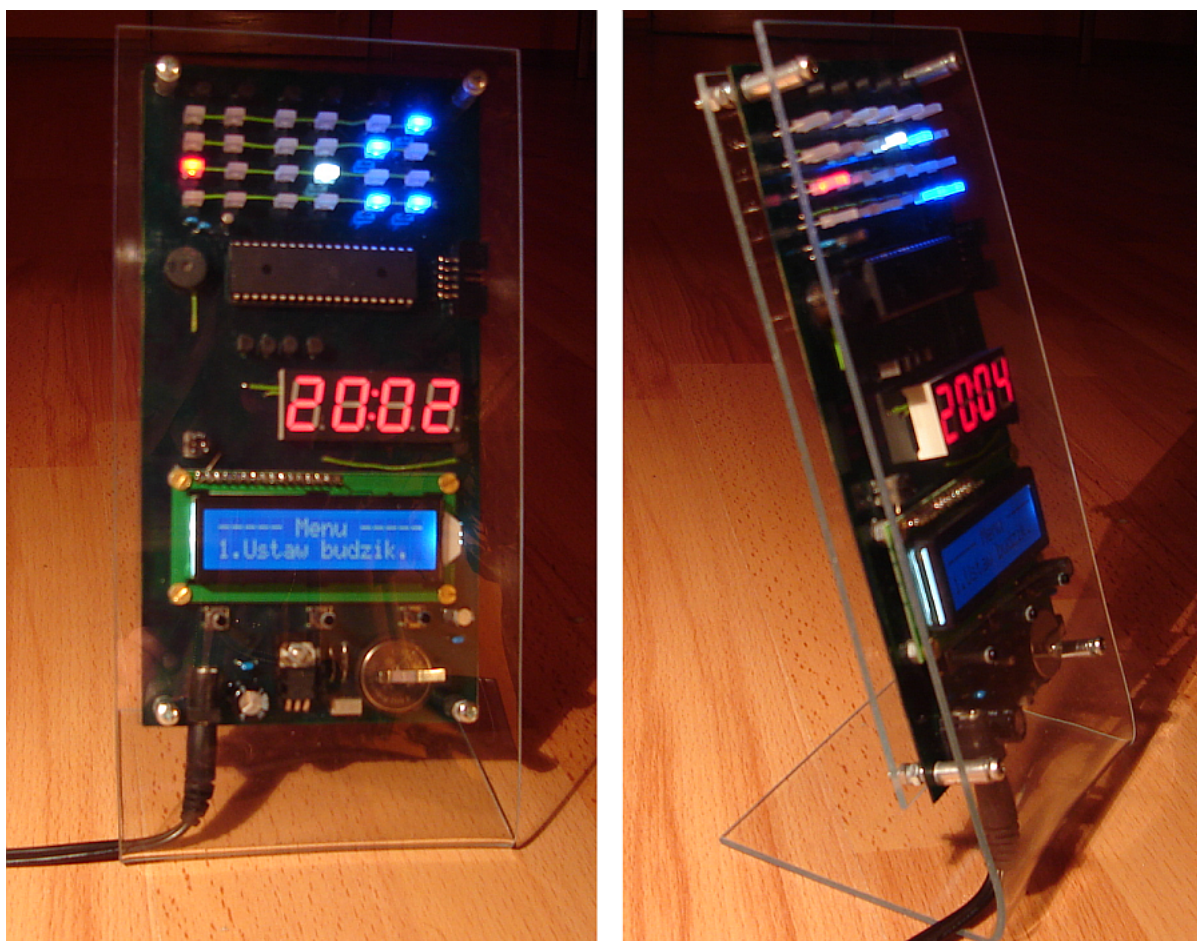
W stosunku do fabrycznych ustawień fusebit'ów należy dokonać dwóch zmian :

- **Wyłączenie interfejsu JTAG.**
W tym celu należy "odprogramować" - ustawić w Fuse High Byte bit JTAGEN na 1.
- **Ustawienie częstotliwości taktowania wewnętrznego oscylatora na 8MHz.**
W tym celu należy "odprogramować" - ustawić w Fuse Low Byte bit CKDIV8 na 1.

4 Wykaz elementów.

| nazwa | wartość |
|------------------|---------------|
| C1 | 100n |
| C2 | 100n |
| C3 | 1000u |
| C4 | 220u |
| C5 | 22p |
| C6 | 22p |
| D1 | 1N4007 |
| D2 | 1N4007 |
| IC1 | 7805 (1A OUT) |
| IC2 | ATMEGA162 |
| Q1-Q6,Q8-Q12 | BC337 |
| Q7 | 32.768 kHz |
| R1 | POT 10k |
| R2,R3,R6,R18-R22 | 82R |
| R4,R5,R23-R28 | 91R |
| R7,R8,R29-R34 | 150R |
| R9-R16 | 330R |
| R17 | 5R1 |

5 Wygląd rzeczywistego urządzenia.



6 Szacowany koszt wykonania.

| element | cena |
|--------------------------------|-----------------|
| LED 5mm 8xR,8xW,8xB | 9 zł |
| LED 7-seg. 4 cyfry | 3,50 zł |
| LCD 2x16 | 17 zł |
| ATmega162 | 17 zł |
| pozost. elementy elektroniczne | 15 zł |
| suma | 61,50 zł |

Podane tutaj ceny są jedynie szacunkowe, gdyż są to ceny elementów w przypadku zakupu w sieci. W fizycznym sklepie wyniosą na pewno trochę więcej. Nie przewidziano w powyższym zestawieniu również kosztu wykonania płytki, gdyż w przypadku jednorazowego wykonania trzeba będzie zakupić niezbędne materiały, dla osoby wykonującej co jakiś czas płytki koszt będzie praktycznie żaden, a cena zlecenia wykonania wyspecjalizowanej firmie - kosmiczna. Nie uwzględniono również kosztów wykonania obudowy, gdyż jest to sprawa indywidualna i można ją wykonać z materiałów ogólnodostępnych w gospodarstwie domowym.