



WYKORZYSTANIE TECHNIKI BIT-BANGING DO ODBIORU KODU RC5

Streszczenie: Odbiornik i dekodery kodu RC5 o zredukowanym poborze mocy oparty ma mikrokontrolerze MSP430F423 wykorzystujący scalony odbiornik podczerwieni TSOP1736 oraz wyświetlacz ciekłokrystaliczny CN6101R firmy Dolam do wyświetlania odebranych kodów.

1. WSTĘP

Celem projektu było zaprezentowanie algorytmu odbioru kodu RC5 i zaimplementowanie go w mikrokontrolerze MSP430 na makiecie dydaktycznej. Został przygotowany układ odbiornika podczerwieni z niezbędnymi elementami biernymi na płycie uniwersalnej, dołączanej do portu mikrokontrolera wyprowadzonego za pomocą goldpinów na makiecie dydaktycznej.

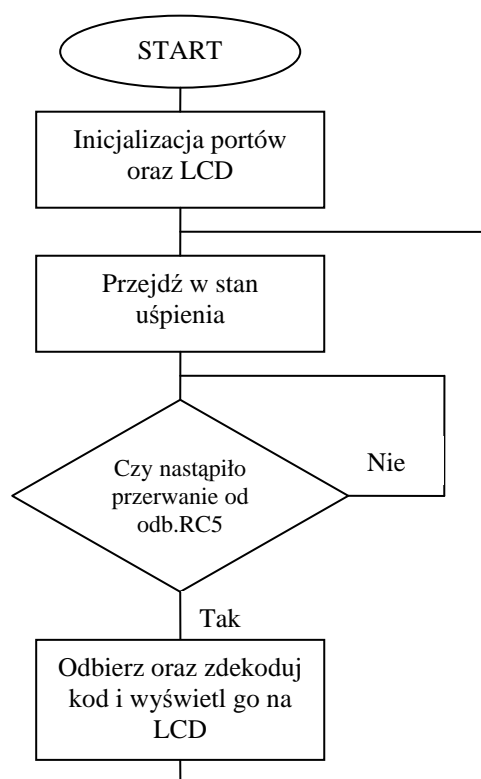
Oprogramowanie zostało napisane w środowisku IAR Embedded Workbench dla MSP w sposób jak najbardziej oszczędzający energię pobieraną przez mikrokontroler, na co składa się niska częstotliwość taktowania rdzenia mikrokontrolera oraz fakt, iż przeważającą większość czasu znajduje się w trybie uśpienia. Całość składa się z czterech plików:

- *main.c* – wstępna konfiguracja, pętla główna programu (*list.1.*),
- *RC5_lib.c* – zbiór funkcji i procedury obsługi przerwania związanych z obsługą odbiornika podczerwieni TSOP1732 (*list.2.*),
- *timer.c* – zbiór funkcji i procedury obsługi przerwania związanych z generacją opóźnień czasowych, wykorzystujących TIMERA mikrokontrolera (*list.3.*),
- *LCD_lib.c* – zbiór funkcji obsługujących wyświetlacz ciekłokrystaliczny 14-segmentowy CN6101R (*list.4.*).

2. PĘTLA GŁÓWNA PROGRAMU

Program zaczyna się od ustawienia kierunkowości portów oraz inicjalizacji i wyzerowania wyświetlacza LCD. Po tych operacjach przechodzi do nieskończonej pętli głównej, zostaje odblokowana globalna maska przerwań, mikrokontroler zostaje uśpiony i czeka na przerwanie od odbiornika podczerwieni (*rys.1.*). Odebrany numer rozkazu RC5 wyświetlany jest na wyświetlaczu, po czym mikrokontroler niezwłocznie

wraca do stanu uśpienia. Jeśli kolejny znalazł nie zostanie odebrany w ciągu 2 sekund, LCD zostaje wyłączony.

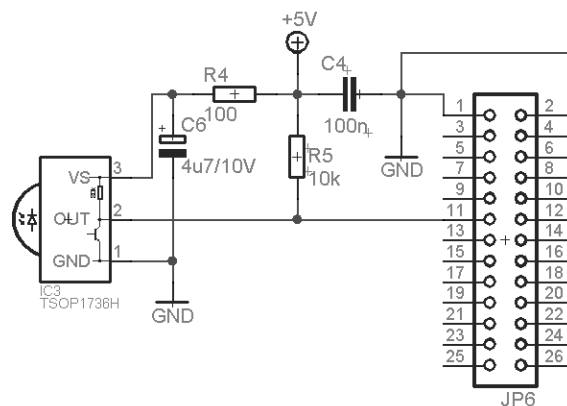


Rys.1. Algorytm przedstawiający działanie programu głównego.

3. ODBIÓR KODU RC5

3.1. Schemat podłączenia odbiornika do makiety

Zastosowany scalony odbiornik podczerwieni TSOP1732 został zamontowany na płycie uniwersalnej wraz z niezbędnymi do jego działania elementami. Poniższy schemat przedstawia jego podłączenie do złącza makiety dydaktycznej.

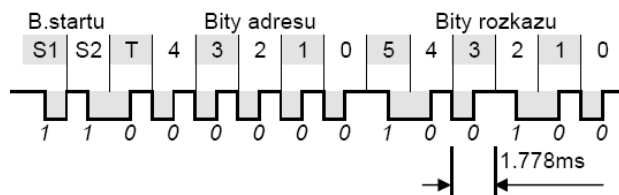


Rys.2. Schemat podłączenia odbiornika podczerwieni.

Linia sygnałowa, za pomocą której odbiornik komunikuje się z mikrokontrolerem została podłączona do portu P1.4. Jej numer w programie deklaruje linia `#define RC5_line 0x10` w list.2.

3.2. Algorytm działania programu

Struktura kodu RC5 została przedstawiona na rys.3. Jest to typowa ramka, wysyłana przez pilot podczas naciśnięcia przycisku. Ramka składa się z bitu startu, bitu identyfikacji, bitów adresowych i bitów rozkazu. RC5 wykorzystuje modulację Manchester, czas trwania bitu wynosi 1,77ms. Jeśli w pierwszej części bitu pojawi się fala nośna, odczytywana jest jedynka logiczna. Rozwiązanie takie umożliwia pewną transmisję danych w obrębie nawet dużego pokoju. Jednak jest mało odporne na zakłócenia z innego pilota.



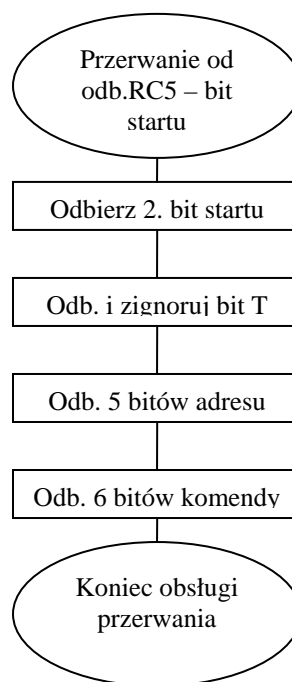
Rys.3. Przykładowa postać ramki kodu RC5.

Na rys.4. został przedstawiony uproszczony algorytm odbioru kodu RC5. Wejście do procedury obsługi przerwania (`void RC5_interrupt(void)`) następuje w momencie, gdy odbiornik podczerwieni odbierze 1. bit startu (opadające zbocze). Kolejne bity odbierane są z wykorzystaniem techniki „Bit-Banging”. Proces odbierania poszczególnych bitów z uwzględnieniem momentów włączania licznika przedstawia rys.5. Synchronizacja, która jest niezbędna po odebraniu każdego bitu (ponieważ generatory stosowane w pilotach są bardzo niestabilne), czyli włączenie licznika odbywa się zawsze w połowie bitu, w momencie zmiany stanu linii (1). Linia kreskowana została zaznaczony czas pracy licznika, który jest równy ok $\frac{3}{4}$ czasu trwania bitu. Po tym czasie licznik generuje przerwanie (2), zostaje odczytany stan linii (L – 0 logiczne, H – 1 logiczna), rozpoczyna się oczekiwanie na zmianę stanu linii w celu synchronizacji. Zostaje również ustawiona flaga `RC5_error` i włączony licznik (linia kropkowana), który wygeneruje przerwanie (3), jeśli zmiana linii nie nastąpi.

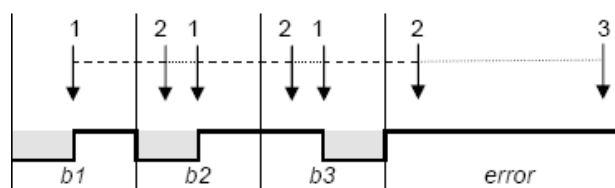
Będzie to oznaczało, że wystąpił błąd podczas transmisji lub procedura odbioru kodu RC5 została wywołana na skutek przerwania, pochodzącego od zakłócenia na linii odbiornika podczerwieni. W takim wypadku zostanie ustawiona flaga `RC5_error2`, powodująca opuszczenie procedury odbioru ramki RC5. Jeśli wszystkie bity ramki RC5 zostaną poprawnie odebrane, następuje zapis odebranych wartości w zadeklarowanych zmiennych globalnych:

`unsigned char RC5_address` – odebrany adres pilota

`unsigned char RC5_data` – odebrana komenda pilota.



Rys.4. Algorytm przedstawiający procedurę obsługi przerwania od odbiornika podczerwieni – odbiór kodu RC5.



Rys.5. Zależności czasowe podczas odbioru ramki RC5.

4. ENERGOOSZCZĘDNOŚĆ

Program został napisany w sposób wspierający minimalne zużycie energii przez mikrokontroler. Duży wpływ ma na to niska częstotliwość sygnału `ACLK` taktującego mikrokontroler, która wynosi 32.768kHz.

Po wstępnej konfiguracji, mikrokontroler jest wprowadzany w stan uśpienia. Budzony jest jedynie na czas obsługi procedury przerwania zgłaszanego przez odbiornik podczerwieni oraz, jeśli odbiór zakończył się sukcesem, na czas potrzebny na wyświetlenie numeru rozkazu na LCD. W celu dodatkowej oszczędności

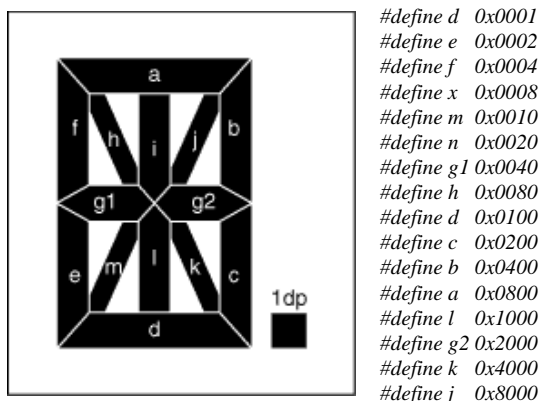
energii, wyświetlacz zostaje wyłączony po 2 sekundach od odebrania ostatniego kodu.

W stan uśpienia wprowadza mikrokontroler funkcja `__low_power_mode_3()`. W stanie aktywnym pozostaje jedynie kwarc z układem generowania sygnału *ACLK*. Sygnał ten nie może być wyłączony, ponieważ włączenie generacji drgań kwarcu wymaga każdorazowo pewnego czasu na ustabilizowanie się, co skutkowałoby niepoprawnym odbiorem sygnału RC5.

5. LCD 14 – SEGMENTOWY

Do wyświetlenia odebranych rozkazów wykorzystano dostępny na makiecie 14-segmentowy wyświetlacz ciekłokrystaliczny *CN6101R* firmy *Dolam*. Jego obsługa wykorzystująca wbudowany w *MSP430F423* sterownik LCD zawarta jest na *list.4*. W pamięci stałej zastała umieszczona tablica *static unsigned int LCD[]* określająca pozycje aktywnych segmentów dla kolejnych cyfr zgodnie ze standardem na *rys.6* oraz wyprowadzeniami mikrokontrolera.

Timer odpowiedzialny za pracę wyświetlacza włączony jest w stanie uśpienia mikrokontrolera, co umożliwia podtrzymanie wyświetlania liczby, jednocześnie obniżając pobór mocy.



Rys.6. Przyporządkowanie liter poszczególnym segmentom oraz ich deklaracja na podstawie schematu połączenia wyświetlacza do mikrokontrolera..

6. PODSUMOWANIE

Wykorzystanie techniki Bit-Banging do odbioru danych nastręcza wiele problemów związanych z zależnościami czasowymi. Możliwość podejrzenia, w jaki sposób kod został skompilowany na język assemblera w środowisku *IAR Embedded Workbench* w celu dokładnego przeanalizowania czasów potrzebnych na wykonanie instrukcji oraz jak najlepszej optymalizacji kodu okazała się wielkim ułatwieniem. Możliwość ta, połączona z umiejętnym wykorzystaniem *timera* zaowocowała efektami niegorszymi, od uzyskiwanych podczas zastosowania języka niskiego poziomu do obsługi techniki „Bit-Banging” oraz potwierdziła, że użycie języka wysokiego poziomu, jakim jest C również może być skuteczne. Ponadto

program ten może być szybko przeniesiony na inny mikrokontroler.