

Basic Stamp

“Elektroniczny Znaczek”, część 3

Opis sprzętu i języka

Kończymy prezentację listy instrukcji mikrokomputera BASIC Stamp. W kolejnych odcinkach przedstawimy kilka aplikacji, które przybliżą Czytelnikom możliwości tego interesującego mikrokomputera.

LOW

Składnia:

LOW pin

Instrukcja wystawiania logicznego zera na wybrany pin portu we/wy. Jeśli ów pin został wcześniej zaprogramowany jako wejście, następuje zmiana deklaracji i staje się on wyjściem. Wartość pin musi być liczbą lub zmienną reprezentującą liczbę z zakresu 0..7, która określa numer pinu.

Jeśli określimy argument tej instrukcji jako zmienną, oznacza to wskazanie, gdzie tej wartości należy szukać. Zapis, który dla programistów może być oczywisty

LOW pin4,

wcale nie oznacza zerowania pinu 4 portu we/wy. Powyższy zapis oznacza zerowanie pinu 0, gdy pin 4 jest wyzerowany albo zerowanie pinu 1, kiedy pin 4 jest ustawiony. O tym należy pamiętać.

NAP

Składnia:

NAP okres

Instrukcja wprowadzenia procesora w stan uśpienia na krótki okres czasu. Pobór prądu zostaje zredukowany do poziomu 20µA, nie licząc ewentualnych obciążeń podłączonych do portu. Parametr okres jest zmienną albo stałą, definiującą czas trwania stanu uśpienia zgodnie z zależnością: $(2^{\text{okres}}) * 18\text{ms}$. Okres przyjmuje wartość z zakresu 0..7. W tabeli poniżej podano czas uśpienia dla poszczególnych wartości parametru okres.

Okres	2^{okres}	Czas trwania stanu uśpienia
0	1	18ms
1	2	36ms
2	4	72ms
3	8	144ms
4	16	288ms
5	32	576ms
6	64	1152ms
7	128	2304ms

Instrukcja NAP działa podobnie jak dalej opisana instrukcja SLEEP. Różnice pomiędzy tymi instrukcjami są związane z dokładnością odmierzenia czasu uśpienia. Obie instrukcje bazują na układzie watchdoga znajdującego się wewnątrz procesora PIC. W czasie wykonywania instrukcji SLEEP BASIC STAMP okresowo sprawdza czas odmierzony przez układ watchdoga i dokonuje ewentualnej korekcji. W ten sposób dokładność odmierzenia czasu wynosi $\pm 1\%$.

Instrukcja NAP opiera się na działaniu układu watchdoga bez wspomnianej wyżej kompensacji. Watchdog w procesorach PIC jest zasilany generatorem RC. Na jego niestabilność ma wpływ temperatura, napięcie zasilania oraz otrzymane w procesie produkcyjnym wartości pojemności i rezystancji. Ten wpływ manifestuje się rozrzutem

wartości okresu zegara: $-50..+100\%$. Z tego wynika, że np. NAP 1 może odmierzać czas z przedziału 18..72 ms.

OUTPUT

Składnia:

OUTPUT pin

Instrukcja definiowania określonego pinu portu we/wy jako wyjścia. Argumentem tej instrukcji jest stała lub zmienna reprezentująca liczbę z zakresu 0..7.

Instrukcje operujące na pinach wyjściowych (HIGH, LOW, PULSOUT, SEROUT i TOGGLE) dokonują automatycznej definicji pinu na pin wyjściowy. Zmiana ta zostaje zachowana po zakończeniu wykonywania wymienionych w nawiasie instrukcji.

PAUSE

Składnia:

PAUSE czas

Instrukcja zatrzymania wykonania programu na pewien czas, określony przez parametr czas. Parametr ten jest zmienną albo stałą reprezentującą liczbę z zakresu 0..65535 oznaczającą czas wyrażony w milisekundach.

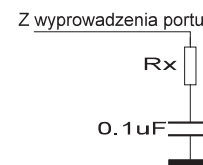
POT

Składnia:

POT pin, skala, zmienna

Instrukcja odczytu względnej wartości rezystancji dołączonej do pinu STAMPA. Rezystancja ta powinna być włączona w sposób nieco odmienny od przyłączania rezystancji przy pomiarze za pomocą zwykłego czasomierza. Jedna końcówka mierzonej rezystancji jest dołączona do pinu portu, a druga końcówka do masy poprzez pojemność rzędu 0,1µF. Pomiar rezystancji polega na pomiarze czasu rozładowania owej pojemności przez mierzoną rezystancję (rys. 1). Czas rozładowania jest liczbą 16-bitową, która na potrzeby PBASIC-a jest odpowiednio przenoszona jako wynik 8-bitowy. Parametry instrukcji POT mają następujące znaczenie:

- pin - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..7 oznaczającą numer pinu portu we/wy;
- skala - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..255; jest to współczynnik podziału 16-bitowego wyniku tak dobrany, aby wynik przeskalowania zmieścił się na ośmiu bitach: 16-bitowy wynik pomiaru jest mnożony przez skalę i dzielony przez 256;



Rys. 1.

- zmienna - przeskalowany wynik pomiaru jest tutaj umieszczany.

Dobór parametru skala jest eksperymentalny. Zakres mierzonych wartości rezystancji wynosi 5..50kΩ. Może to być rezystancja potencjometru, rezystora, termistora czy fotorezystora.

PULSIN

Składnia:

PULSIN pin, stan, zmienna

Instrukcja pomiaru czasu trwania impulsu z dokładnością 10μs. Parametry instrukcji PULSIN mają następujące znaczenie:

- pin - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..7 oznaczającą numer pinu portu we/wy;
- stan - zmienna albo stała, która reprezentuje liczbę 0 albo 1 oznaczającą początkowe zbocze mierzonego impulsu (0 - zbocze opadające, 1 - zbocze narastające);
- zmienna - zmienna, w której jest zapamiętany wynik pomiaru: może to być 8-bitowe albo 16-bitowe słowo, a ponieważ pomiar jest wykonywany z kwantem 10μs, to najdłuższy czas pomiaru wynosi 0,65535 sekundy.

Niezależnie od długości parametru zmienna, pomiar jest pamiętany w liczniku o długości 16 bitów, a w przypadku zmiennej jako bajtu, wynik jest młodszym bajtem tego licznika. Np. zmierzony czas równy 2,56ms da wynik 256, jeśli zmienna jest słowem albo 0, kiedy zmienna jest bajtem.

Należy zauważyć, że instrukcja PULSIN jest instrukcją trwale zmieniającą definicję pinu na pin wejściowy.

PULSOUT

Składnia:

PULSOUT pin, czas

Instrukcja generowania impulsu na jednym z wyjść o określonym czasie trwania. Generacja tego impulsu polega na zmianie logicznego stanu pinu na przeciwny (z 0 na 1 albo odwrotnie). Parametry instrukcji PULSOUT mają następujące znaczenie:

- pin - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..7 oznaczającą numer pinu portu we/wy;
- czas - zmienna albo stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..65535, która określa liczbę kwantów 10μs czasu trwania impulsu.

Instrukcja PULSOUT 1,10 oznacza zmianę stanu na pinie 1 portu we/wy na czas 100μs.

Trzeba pamiętać, że instrukcja PULSOUT trwale zmienia definicję pinu na pin wyjściowy.

PWM

Składnia:

PWM pin, wypełnienie, cykle

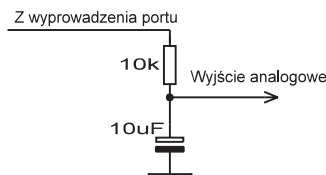
Instrukcja generacji serii impulsów o zadanym wypełnieniu. Parametry tej instrukcji mają następujące znaczenie:

- pin - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..7 oznaczającą numer pinu portu we/wy;
- wypełnienie - zmienna albo stała, reprezentująca liczbę z zakresu 0..255 określającą współczynnik wypełnienia impulsu; współczynnik ten wynosi wypełnienie/255;

- cykle - zmienna albo stała, reprezentująca liczbę z zakresu 0..255 określającą liczbę okresów tworzonego w ten sposób przebiegu prostokątnego.

Jeśli wypełnienie jest równe 0, na pinie trwa ciągle stan niski, kiedy wypełnienie wynosi 255, na pinie mamy stały stan wysoki.

Instrukcja PWM jest pomocna w wytwarzaniu napięcia analogowego o zadanej wartości. Wystarczy do danego pinu podłączyć prosty układ całkujący RC, znany z wyżej opisanej instrukcji POT (rys. 2).



Rys. 2.

Pojawiający się na wyjściu przebieg prostokątny ładuje pojemność przez rezystor, a wartość średnia napięcia jest proporcjonalna do współczynnika wypełnienia. Np. jeśli parametr wypełnienie wynosi 170, to współczynnik wypełnienia wynosi 170/255=0,67, czyli wartość średnia napięcia powinna w przybliżeniu wynosić 0,67*5=3,35V. Parametr cykle w instrukcji PWM zależy od obciążenia wyjścia analogowego, bowiem musi wystąpić pewna liczba okresów przebiegu prostokątnego, aby pojemność naładowała się do żądanej wartości napięcia.

RANDOM

Składnia:

RANDOM słowo

Instrukcja generatora liczb pseudolosowych. Parametr słowo oznacza tu zmienną 16-bitową, w której będzie zapisana liczba pseudolosowa.

READ

Składnia:

READ położenie, zmienna

Instrukcja odczytu danych z pamięci EEPROM. Parametry instrukcji READ mają następujące znaczenie:

- położenie - zmienna albo stała reprezentująca liczbę z zakresu 0..255 określającą adres komórki do odczytania z pamięci EEPROM;
- zmienna - zmienna, do której jest zapisywana dana odczytana z pamięci EEPROM.

Pamięć EEPROM służy do przechowywania programu i danych. Program jest zapisywany od adresu 254 w stronę wartości malejących, a dane mogą być zapisane od adresu 0 w stronę wartości rosnących. W komórce o adresie 255 jest przechowywana wartość adresu ostatniej instrukcji programu. Np. liczba 170 zapisana w komórce o adresie 255 oznacza, że ostatnia komórka zajęta przez program ma adres 170 i komórki o adresach z zakresu 0-169 mogą przechowywać dane. W ten sposób istnieje możliwość przedłużenia pamięci danych na pamięć EEPROM.

RETURN

Składnia:

RETURN

Instrukcja powrotu z podprogramu wywołanego przez instrukcję GOSUB.

REVERSE

Składnia:

REVERSE pin

Instrukcja zamiany definicji pinu, z wejściowego na wyjściowy albo odwrotnie. Parametr pin jest zmienną albo stałą reprezentującą liczbę z zakresu 0..7, które określa numer pinu portu we/wy.

SERIN

Składnia:

SERIN pin, prędkość, (znacznik, znacznik, ...)

SERIN pin, prędkość, {#}, zmienna, {#} zmienna, ...

SERIN pin, prędkość, (znacznik, znacznik, ...), {#}, zmienna, {#} zmienna, ...

Instrukcja odbioru danych z portu szeregowego. Parametry pin i prędkość tej instrukcji mają następujące znaczenie:

- pin - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..7 oznaczającą numer pinu portu we/wy;
- prędkość - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..7 symbolicznie oznaczającą prędkość transmisji określoną w tabeli poniżej

Liczba	Symbol	Prędkość transmisji	Polaryzacja
0	T2400	2400	wprost
1	T1200	1200	wprost
2	T600	600	wprost
3	T300	300	wprost
4	N2400	2400	zanegowana
5	N1200	1200	zanegowana
6	N600	600	zanegowana
7	N300	300	zanegowana

Symbole zamieszczone w drugiej kolumnie powyższej tabeli są predefiniowanymi symbolami odpowiednich stałych z kolumny pierwszej, dzięki temu nie musimy pamiętać liczb, lecz łatwiej przyswajalne oznaczenia.

Pozostałe parametry transmisji szeregowej są niezmiennie i następujące: bez bitu parzystości, 8 bitów danych, jeden bit stopu. Często takie parametry transmisji są oznaczane jako 8N1.

Dalsze parametry instrukcji SERIN mają następujące znaczenie:

- znacznik - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..255, oznaczającą liczbę, która musi być odebrana, zanim procedura ewentualnie odbierze właściwe dane;
- zmienna - zmienna opcjonalna, do której jest zapisana odebrana dana; jeśli ta zmienna jest poprzedzona znakiem #, oznacza to, że zostaną odebrane znaki ASCII kodujące cyfry i automatycznie będzie przeprowadzona konwersja na liczbę binarną zapisaną do zmiennej.

Podajmy kilka przykładów zapisu tej instrukcji:

- SERIN 0,T300,b2 - program jest zatrzymywany do chwili odbioru jednego bajtu pin

0 portu we/wy z prędkością 300 bodów i polaryzacji wprost. Kod odebranej danej będzie zapisany do zmiennej b2. Np. odbiór znaku „A“ oznacza zapis liczby 65 do zmiennej b2.

- SERIN 0,T1200,#w1 -program jest zatrzymywany do chwili odbioru łańcucha cyfr zapisanych w kodzie ASCII. Kody cyfr powinny być zakończone niecyfrowym znakiem ASCII, co dla interpretera PBASIC oznacza koniec transmisji całej liczby. Na przykład, gdy został nadany tekst następujący „XYZ:576%“, to łańcuch „XYZ:“ zostanie zignorowany, potem zostaną zapamiętane znaki „5“, „7“, „6“. Odebranie znaku „%“ spowoduje konwersję ciągu znaków „576“ na odpowiadającą im liczbę binarną, która zostanie zapamiętana w zmiennej w1. Pominięcie znaku # w zapisie instrukcji SERIN spowoduje odebranie tylko znaku „X“ i zapis jego kodu ASCII (liczba 88) do zmiennej w1. Sekwencja pozostałych znaków będzie zignorowana, ponieważ instrukcja SERIN będzie uznana za zakończoną.
- SERIN 0,N2400,(“A“) - wykonanie programu jest zatrzymane do chwili odebrania na pinie 0 bajtu zawierającego kod ASCII litery „A“. Można zatem wysłać dowolnie długie ciągi znaków i jeśli nie trafi się wśród nich litera A, to wykonanie programu będzie ciągle wstrzymane.
- SERIN 0,T2400,(“AKUKU“),b2,#b4 - powyższy zapis pokazuje pełnię możliwości instrukcji SERIN. Wykonanie programu jest wstrzymane do wykrycia sekwencji znaków ASCII „AKUKU“, potem następny odebrany bajt będzie zapisany do zmiennej b2, a dalsza sekwencja cyfr zakończona niecyfrowym znakiem ASCII po konwersji będzie zapisana do zmiennej b4. Np. łańcuch znaków „;;;KAKUKU!!@@@30@“ zostanie zinterpretowany przez tak zapisaną instrukcję SERIN w sposób następujący. Sekwencja „;;;K“ będzie zignorowana, potem zostanie odebrana sekwencja „AKUKU“, dopuszczająca do dalszego wykonania instrukcji SERIN. Kod ASCII znaku wykrzyknika będzie zapisany do zmiennej b2. Znaki „@@@“ będą pominięte, zostaną odebrane znaki „3“ oraz „0“. Odebranie znaku końcowego „@“ spowoduje konwersję sekwencji „30“ na binarny zapis liczby 30, który będzie zapamiętany w zmiennej b4.

SEROUT

Składnia:

SEROUT pin,prędkość,({#}dana,({#}dana,...)

Instrukcja szeregowego nadawania danych. Parametry tej instrukcji mają następujące znaczenie:

- pin - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..7 oznaczającą numer pinu portu we/wy;
- prędkość - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..15 oznaczającą jedną z prędkości transmisji o parametrach zawartych w tabeli poniżej

Liczba	Symbol	Prędkość	polaryzacja i parametry wyjścia
0	T2400	2400	sygnał niezanegowany
1	T1200	1200	sygnał niezanegowany

2	T600	600	sygnał niezanegowany
3	T300	300	sygnał niezanegowany
4	N2400	2400	sygnał zanegowany
5	N1200	1200	sygnał zanegowany
6	N600	600	sygnał zanegowany
7	N300	300	sygnał zanegowany
8	OT2400	2400	sygnał niezanegowany otwarty dren
9	OT1200	1200	sygnał niezanegowany otwarty dren
10	OT600	600	sygnał niezanegowany otwarty dren
11	OT300	300	sygnał niezanegowany otwarty dren
12	ON2400	2400	sygnał zanegowany otwarte źródło
13	ON1200	1200	sygnał zanegowany otwarte źródło
14	ON600	600	sygnał zanegowany otwarte źródło
15	ON300	300	sygnał zanegowany otwarte źródło

Pozostałe parametry transmisji są następujące: bez bitu parzystości, osiem bitów danych, jeden bit stopu.

Kolejny parametr instrukcji SEROUT ma następujące znaczenie:

- dana - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..255 oznaczającą daną do wysłania; jeśli dana jest poprzedzona znakiem #, to przed wysłaniem podlega konwersji na ciąg odpowiadających jej znaków ASCII. Bez tego znaku dana jest nadawana w postaci binarnej.

Oto kilka przykładów zapisu parametrów instrukcji SEROUT:

- SEROUT 0,N2400,(65) - na wyprowadzeniu 0 portu we/wy pojawi się zanegowany sygnał transmisji szeregowej o prędkości 2400 bodów i będzie nadana liczba 65, czyli kod ASCII znaku „A“.
- SEROUT 0,N2400,(#65) - w tym przykładzie zostaną nadane dwa bajty, które są kodami ASCII znaków „6“ i „5“.

SLEEP

Składnia:

SLEEP czas

Instrukcja wprowadzenia procesora w stan uśpienia. Parametrem tej instrukcji jest czas wyrażony w sekundach. Może to być zmienna albo stała reprezentująca liczbę z zakresu 1..65535, co odpowiada czasowi od 2,3s do około 18 godzin.

Nasuwa się pytanie, jak to możliwe, aby dla parametru czas równego 1 czas uśpienia wynosił 2,3. Okazuje się, że rozdzielczość instrukcji wynosi 2,304s. Parametr czas jest zaokrąglany do najbliższej wielokrotności 2,304, i tak SLEEP 1 czas ten wyniesie 2,3s, a dla SLEEP 10 - 11,52 (5x2,304).

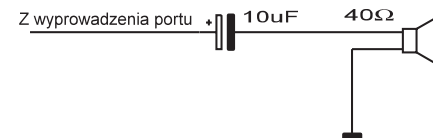
Instrukcja SLEEP bazuje na układzie watchdoga procesora PIC. Dokładność odmierzenia czasu w ten sposób nie jest zadowalająca (-50% do +100%). Jednak dokładność pomiaru czasu wynosi około 1%, ponieważ w czasie wykonywania instrukcji SLEEP, BASIC STAMP okresowo sprawdza czas odmierzony przez układ watchdoga i dokonuje ewentualnej korekcji.

SOUND

Składnia:

SOUND pin,(wysokość, trwanie, wysokość, trwanie,...)

Instrukcja generacji fali prostokątnej. Sygnał ten może poprzez pojemność zasilać głośnik niewielkiej mocy (rys. 3). Znaczenie parametrów instrukcji SOUND jest następujące:



Rys. 3.

- pin - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..7 oznaczającą numer pinu portu we/wy;
- wysokość - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..255 oznaczającą wysokość dźwięku. Wysokość równa 0 oznacza brak dźwięku, liczby 1..127 dają tony o wysokości rosnącej, wartości 128..255 dają szum biały o barwie od buczenia (128) do syczenia (255);
- trwanie - zmienna bądź stała, która reprezentuje liczbę z zakresu 0..255 oznaczającą czas trwania dźwięku o danej wysokości jako wielokrotność 12 milisekund.

Zależność pomiędzy parametrem wysokość a faktyczną częstotliwością dźwięku określa równanie:

```
STACK {#Wysokosc=127-{{1}} OVER
{czestotliwosc[Hz]}-95 CDOT10 SUP
{-6}} OVER {83 CDOT10 SUP {-6}}}
```

TOGGLE

Składnia:

TOGGLE pin

Instrukcja zmiany stanu pinu na przeciwny. Jeśli dany pin jest zdefiniowany jako wejście, nastąpi trwała zmiany definicji na pin wyjściowy.

WRITE

Składnia:

WRITE położenie, dana

Instrukcja zapisu danych z pamięci EEPROM. Parametry instrukcji WRITE mają następujące znaczenie:

- położenie - zmienna albo stała reprezentująca liczbę z zakresu 0..255 określającą adres komórki do odczytania z pamięci EEPROM;
- zmienna - zmienna, w której jest dana przeznaczona do zapisu w pamięci EEPROM.

Pamięć EEPROM służy do przechowywania programu i danych. Program jest zapisywany od adresu 254 w stronę wartości malejących, a dane mogą być zapisane od adresu 0 w stronę wartości rosnących. W komórce o adresie 255 jest przechowywana wartość adresu ostatniej instrukcji programu. Np. liczba 170 zapisana w komórce o adresie 255 oznacza, że ostatnia komórka zajęta przez program ma adres 170 i komórki o adresach z zakresu 0..169 mogą przechowywać dane. W ten sposób istnieje możliwość przedłużenia pamięci danych na pamięć EEPROM.

Mirosław Lach, AVT