

# Działanie sterowników S7-200 - podstawy, część 2

W programach tworzonych za pomocą Step7MicroWinV3.2 wykorzystuje się następujące typy zmiennych:

- zmienne typu BOOL informujące o stanie logicznym pojedynczego bitu,
- zmienne typu BYTE odnoszące się do bajtu danych (8 bitów),
- zmienne typu WORD odnoszące się do słowa danych (16 bitów),
- zmienne typu DWORD odnoszące się do podwójnego słowa (32 bity),
- zmienne typu REAL odnoszące się do wartości zmiennoprzecinkowych, określonych jako wartość i mantysa (32 bity).

Użytkownik ma możliwość wybrania wersji językowej menu edytora. Dostępne są menu edytora w językach: angielskim, niemieckim, francuskim i włoskim. Przełączenie wersji językowej następuje po wybraniu opcji *Tool->Options->Language*. W opcji *Tool->Options->Mnemonic Set* istnieje możliwość wyboru postaci mnemonicznej zmiennych. Wybierając *International* decydujemy, że wejścia binarne oznaczone zostaną jako „I” (wejścia), zaś wyjścia binarne jako „Q” (wyjścia). Ustawienie w *Mnemonic Set* na SIMATIC powoduje odpowiednio oznaczenie wejść jako „E” (*Eingang*) a wyjść „A” (*Ausgang*).

W przypadku pomyłki edytor samodzielnie zamieni mnemonic na zgodny z ustawionym standardem. Ważną cechą oprogramowania Step7MicroWin 32 jest możliwość wyboru konwencji programowania. Użytkownik na początku pisania programu decyduje czy będzie korzystał z funkcji zgodnych ze standardem SIMATIC, czy też wszystkie instrukcje, które będą używane w programie, będą zgodne z normą IEC 1131-3. Ustawienia standardu programowania dokonuje się w *Tools->Options->Programming Mode*.

## Obszary alokacji zmiennych

W obszarze pamięci wyróżniamy następujące obszary dla alokacji zmiennych:

- obszar adresowany bitowo oznaczony jako „M” (*Marker*). Dostęp do tego obszaru jest możliwy jako bitowy M0.0, bajtowy MB0, słowo MW0 lub podwójne słowo DW0.
- obszar oznaczony jako „V” (*Variable*). Jest to cały obszar bloku oznaczonego jako *Data Block*. Obszar ten może być ad-

*W tej części artykułu przedstawiamy informacje istotne dla początkujących projektantów systemów sterowania, którzy budują je na bazie urządzeń z rodziny S7-200. Zaczynamy od alokacji i funkcji najpopularniejszych zmiennych systemowych. Dogłębne poznanie ich możliwości pozwoli tworzyć funkcjonalne i niezawodne programy.*

resowany bitowo V0.0, jako bajt VB0, słowo VW0, lub podwójne słowo VD0.

- Obszar oznaczony jako „I” lub „E”. Jest to obszar wejść procesy. Sterownik na początku cyklu czyta stany sygnałów na wszystkich wejściach i wartości tych stanów odkłada w obszarze wejść procesy. Możliwy jest odczyt sygnałów wejściowych jako pojedynczy bit I0.0, bajt IB0, słowo IW0, podwójne słowo ID0.
- Obszar oznaczony jako „Q” lub „A”. Jest to obszar wyjść procesy. Sterownik na końcu cyklu przepisuje stany sygnałów z obszaru wyjść procesy na fizyczne wyjścia sterownika. Możliwy jest zapis stanów z obrazu wyjść procesy na pojedyncze wyjścia Q0.0(bit), grupę bajt QB0, słowo QW0, lub podwójne słowo QD0.
- Obszar oznaczony jako „L”. Jest to tzw. lokalny stos danych czyli pamięć programu podzielona tylko dla bloku programowego np. SBRx, w którym są wywoływane zadeklarowane zmienne L. W obszarze „L” możliwy jest dostęp do zmiennych typu bit L0.0, bajt L0, słowo LW0 lub podwójne słowo LD0.
- Obszar oznaczony jako „SM”. Jest to pamięć znaczników systemowych zapisanych w BIOS-ie sterownika S7-200. Zadaniem tych znaczników jest analiza pracy systemu. Wszelkie odchyłki od prawidłowej pracy systemu sygnalizowane będą w znacznikach systemowych SM. Użytkownik ma również możliwość modyfikacji tych znaczników, np. w celu zmiany prędkości przesyłu danych przez zintegrowane złącze komunikacyjne sterownika S7-200.

## Zegary

W systemach automatyki występuje konieczność precyzyjnego odmierzenia czasu z zadaną dokładnością. W tym celu w sterowniku S7-200 przygotowano komórki pamięci oznaczone literą „T” (*Timer*). Timer jest 16-bitowym rejestrem, w którym znajduje się aktualna wartość odmierzonego czasu. Numery zegarów są powiązane z rozdzielczością czasu jaki odmierza. W zależności od numeru zegara przyporządkowana jest różna rozdziel-

czość - np. T0 ma rozdzielczość 1 ms, zaś T1 rozdzielczość 10 ms. Zegary różnią się również ze względu na funkcjonalność. W bibliotece Step7MicroWin znajdują się trzy typy zegarów: z opóźnieniem na załączenie, z opóźnieniem na wyłączenie oraz z opóźnieniem na załączenie i podtrzymaniem. Liczba dostępnych zegarów uzależniona jest od typu CPU.

## Liczniki

Oprócz zegarów wykorzystywane są również często liczniki oznaczone jako „C” (*Counter*). Ich zadaniem jest zliczanie impulsów podawanych na wejścia binarne sterownika lub zliczanie zmian stanów wewnętrznych znaczników „M”. Liczniki są 16-bitowymi rejestrami przechowującymi aktualnie zliczoną ilość impulsów. Dzielą się na: zliczające w górę CTU, w dół CTD, oraz uniwersalne zliczające góra/dół - CTUD. Liczniki aktywowane są narastającym zboczem sygnału. Liczba dostępnych liczników uzależniona jest od typu CPU.

## Szybkie liczniki

Szybkie liczniki mają rejestry 32-bitowe. Ich zadaniem jest zliczanie impulsów podawanych na określone wejścia CPU z maksymalną częstotliwością do 30 kHz. Odczyt impulsów odbywa się poza cyklem pętli, nie występuje więc problem z „gubieniem” poszczególnych impulsów w zależności od czasu przetwarzania programu. Odczyt szybkich liczników dokonywany jest na żądanie w programie obsługi przerwania czasowego. Szybkie liczniki oznaczane są jako HSC.

## Wejścia/wyjścia analogowe

Odczyt sygnałów analogowych dokonywany jest poprzez odwołanie w programie do konkretnego kanału analogowego. Odczytywana jest aktualna wartość analogowa i po konwersji A/C. W rejestrze modułu analogowego umieszczona zostaje wartość liczbowa z zakresu -32000...+32000 lub 0...+32000. Aby umieścić przetworzoną wartość w pamięci sterownika należy wykorzystać z biblioteki programu Step7MicroWin - do tego celu służy funkcja MOV AIW0, VW10, gdzie pierwszy kanał analogowy oznaczony jest jako AIW0, a VW10 jest zmienną umieszczoną w pamięci sterownika w obszarze „V” o adresie 10. Wartość analogowa reprezentowana jest przez liczbę 16-bitową.



**Tab. 1. Zestawienie wyposażenia jednostek centralnych S7-200**

Opis	CPU221	CPU222	CPU224	CPU226	CPU226XM
Pamięć programu	4 kB	4 kB	8 kB	8 kB	16 kB
Pamięć danych	2 kB	2 kB	5 kB	5 kB	10 kB
Obraz wejść procesu	I0.0 do I15.7	I0.0 do I15.7	I0.0 do I15.7	I0.0 do I15.7	I0.0 do I15.7
Obraz wyjść procesu	Q0.0 do Q15.7	Q0.0 do Q15.7	Q0.0 do Q15.7	Q0.0 do Q15.7	Q0.0 do Q15.7
Liczba kanałów wejść analogowych	-	AIW0 do AIW30	AIW0 do AIW62	AIW0 do AIW62	AIW0 do AIW62
Liczba kanałów wyjść analogowych	-	AQW0 do AQW30	AQW0 do AQW62	AQW0 do AQW62	AQW0 do AQW62
Obszar pamięci typu "V" podany w bajtach	VB0 do VB2047	VB0 do VB2047	VB0 do VB5119	VB0 do VB5119	VB0 do VB10239
Obszar pamięci typu "L" podany w bajtach	LB0 do LB63	LB0 do LB63	LB0 do LB63	LB0 do LB63	LB0 do LB63
Obszar pamięci typu "M" określony bitowo	M0.0 do M31.7	M0.0 do M31.7	M0.0 do M31.7	M0.0 do M31.7	M0.0 do M31.7
Obszar znaczników systemowych "SM"	SM0.0 do SM179.7	SM0.0 do SM 299.7	SM0.0 do SM 549.7	SM0.0 do SM 549.7	SM0.0 do SM 549.7
Zagary "Timers"	256 (T0 do T255)	256 (T0 do T255)	256 (T0 do T255)	256 (T0 do T255)	256 (T0 do T255)
Opóźnienie na załączenie z podtrzymaniem					
1ms	T0,T64	T0,T64	T0,T64	T0,T64	T0,T64
10ms	T1 do T4 i T65 do T68	T1 do T4 i T65 do T68	T1 do T4 i T65 do T68	T1 do T4 i T65 do T68	T1 do T4 i T65 do T68
100ms	T5 do T31 i T69 do T95	T5 do T31 i T69 do T95	T5 do T31 i T69 do T95	T5 do T31 i T69 do T95	T5 do T31 i T69 do T95
Opóźnienie na załączenie/wyłączenie					
1 ms	T32, T96	T32, T96	T32, T96	T32, T96	T32, T96
10ms	T33 do T36 i T97 do T100	T33 do T36 i T97 do T100	T33 do T36 i T97 do T100	T33 do T36 i T97 do T100	T33 do T36 i T97 do T100
100ms	T37 do T63 i T101 do T255	T37 do T63 i T101 do T255	T37 do T63 i T101 do T255	T37 do T63 i T101 do T255	T37 do T63 i T101 do T255
Liczniki	C0 do C255	C0 do C255	C0 do C255	C0 do C255	C0 do C255
Szybkie liczniki HSC	HC0,HC3,HC4,HC5	HC0,HC3,HC4,HC5	HC0 do HC5	HC0 do HC5	HC0 do HC5
Akumulatory	AC0 do AC3	AC0 do AC3	AC0 do AC3	AC0 do AC3	AC0 do AC3
Skoki do etykiety	0 do 255	0 do 255	0 do 255	0 do 255	0 do 255
Liczba podprogramów	0 do 63	0 do 63	0 do 63	0 do 63	0 do 127
Liczba funkcji wykrywania zbocza narastającego/opadającego	256	256	256	256	256
Ilość pętli regulacji PID	0 do 7	0 do 7	0 do 7	0 do 7	0 do 7
Porty komunikacyjne	Port0	Port0	Port0	Port0,Port1	Port0,Port1

Analogicznie sytuacja przedstawia się z wyjściami analogowymi, przy czym należy wykonać operację odwrotną, czyli przetworzoną wartość z zakresu -32000...+32000, przechowywaną w pamięci sterownika należy przesłać na konkretny kanał analogowy za pomocą instrukcji MOV VW10, AQW0, gdzie VW10 jest zmienna w sterowniku, a AQW0 jest pierwszym kanałem wyjściowym analogowym.

**Akumulatory**

Akumulatory są 32-bitowymi rejestrami, służącymi do przechowywania wyników pośrednich obliczeń oraz wykorzystywane są przy adresowaniu za pomocą wskaźników. Jednym z zastosowań akumulatorów jest przekazywanie parametrów do podprogramów i z powrotem. W CPU znajdują się 4 akumulatory oznaczone AC0, AC1, AC2, AC3.

VB9	
VB10	23
VB11	44
VB12	67
VB13	88
VB14	



Rys. 1

**Stałe**

Wiele operacji arytmetycznych wymaga określenia wartości stałych. Mogą być one określone jako wartości typu: binarnego, dziesiętnego, hexadecymalnego, ASCII, zmiennoprzecinkowego. Przykładowe deklaracje wartości stałych:

- Stała dziesiętna 2022
- Stała hexadecymalna 16#4AE3
- Stała ASCII 'proba'
- Stała zmiennoprzecinkowa +1.175495E-38
- lub typu Real
- Stała binarna 2#1000\_1001\_1010\_0100

**Adresowanie pośrednie**

Adresowanie pośrednie jest wykorzystywane jako jeden z najefektywniejszych sposobów dostępu do danych znajdujących się w pamięci sterownika. Dzięki adresowaniu pośredniemu istnieje możliwość adresowania tabel danych i łatwego zarządzania nimi. Aby uzyskać dostęp do danej w sposób pośredni najpierw należy utworzyć wskaźnik adresowy, który wskazuje na tą daną. Wskaźnik jest

zmienną 32-bitową typu podwójne słowo. Jako wskaźnik może być użyta zmienna z obszaru „V” - np. VD200, akumulator - np. AC1, zmienna lokalna „L” - np. L6. Aby wygenerować wskaźnik należy skorzystać z funkcji MOVD znajdującej się w bibliotece funkcji programu Step7MicroWin. Aby poinformować, że chcemy zadeklarować wskaźnik do danej VW10 a nie przesłać wartość danej do np. akumulatora, koniecznym jest poprzedzenie adresu, na który ma wskazywać wskaźnik znakiem „&”, np.:

```
MOV &VW10, AC1
MOV &MB4, VD5
MOV &C4, L6
```

Tak wytworzony wskaźnik wskazuje obecnie na konkretną daną czyli jak w przykładach powyżej na VW10, MB4, C4. Jeżeli chcemy odczytać wartość zawartą w danej, wskazywanej przez wskaźnik należy wykonać czynności jak w przykładzie pokazanym na rys. 1.

**Michał Bereza, Siemens**

**Dodatkowe informacje**

Pełna dokumentacja w języku angielskim do sterownika S7-200 oraz oprogramowanie STEP7MicroWin znajduje się na płycie CD-EP12/2003B oraz w Internecie pod adresem: [www.siemens.pl/simatic](http://www.siemens.pl/simatic) w podkatalogu *Katalogi>Instrukcje*.