POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA

Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki

Katedra Elektrotechniki Przemysłowej i Automatyki Zakład Urządzeń i Systemów Automatyki

Sterowniki PLC

Zapoznanie z programowaniem sterowników PLC Siemens S7-1200 w środowisku TIA Portal

Instrukcja laboratoryjna

Paweł Strączyński

1 Sterownik PLC

Programowalny sterownik logiczny PLC (*ang. programmable logic controller*) to urządzenie pozwalające na sterowanie pracą maszyn i procesów technologicznych według określonego algorytmu. Sterownik programowalny składa się z jednostki centralnej (CPU), modułów wejść oraz wyjść. Sterownik PLC cechuje praca cykliczna. Na początku cyklu pracy sprawdzany jest stan wejść sterownika następnie przetwarzane są kolejne instrukcje programu. Na końcu obiegu petli w wyniku przetwarzania programu aktualizowany zostaje stan wyjść. Ze wzgledu na złożoność budowy sterowników programowalnych wyróżnić można różne grupy tych urządzeń m.in najprostsze przekaźniki programowalne, sterowniki kompaktowe oraz modułowe. Każdy z producentów oferujących sterowniki programowalne posiada w swej ofercie kilka różnych rodzin sterowników do różnych zastosowań.



Rysunek 1.1: Sterownik PLC róznych producentów

1.1 Parametry sterownika S7-1200

S7-1200 to nowa seria sterowników firmy Siemens przeznaczonych do sterowania małymi i średnimi maszynami. Zastępuje one w ofercie Siemensa starszą serię S7-200. Moduł podstawowy sterownika CPU może zostać rozszerzony poprzez zastosowanie modułów rozszerzeń: wejść i wyjść cyfrowych oraz analogowych, moduły komunikacji itp. Poniżej przedstawiono specyfikację sterowników S7-1200 z jednostkami centralnymi CPU-1212C oraz CPU-1214C znajdujące się w laboratorium. Serie sterowników S7-1200 można zaliczyć do sterowników

Cecha	CPU-1212C	CPU-1214C
Wej./wyj. binarne	8 wejść/6 wyjść	14 wejść/10 wyjść
Binarne wej./wyj. max ilość	1024/1024	1024/1024
Analogowe wej./wyj.	2	8
Pamieć robocza	25 kB	50kB
Pamięć ładowania	1MB	2MB
Pamieć nieulotna	2 kB	2kB
Szybkie liczniki	4 (3x 100 kHz)	$6 (3 \ge 100 \text{kHz})$
Wymiary	$90\mathrm{x}100\mathrm{x}75~\mathrm{mm}$	$110\mathrm{x}100\mathrm{x}75~\mathrm{mm}$
PROFINET	1 port Eth	1 port Eth

Tabela 1.1: Parametry jednostek centralnych CPU1212C oraz CPU1214C



Rysunek 1.2: Sterownik PLC S7-1200

kompaktowo-modułowych ze wzgledu na wbudowane moduły wej./wyj. w jednostce CPU

oraz możliwość rozszerzenia funkcjonalności sterownika przez moduły rozszerzeń. Wykorzystywane w laboratorium sterownik S7-1200 posiada jednostki CPU-1214C DC/DC/DC oraz CPU-1212C AC/DC/RLY. Skrót DC/DC/DC oznacza, że sterownik zasilany jest napieciem 24VDC, posiada wejścia 24 DC oraz wyjścia tranzystorowe 24 DC. Sterownik oznaczony jako AC/DC/RLY zasilany jest napięciem sieciowym 230 VAC oraz posiadać wyjścia przekaźnikowe. Na panelu frontowym sterownika znajdują się diody statusu pracy sterownika oraz aktualnych stanów wejść i wyjść. Pod klapkami maskujacymi znaleźć można m.in złacza śrubowe z wyporwadzeniami sterownika, złącze karty pamięci czy złącze komunikacji PROFINET. Sterownik może znajdować się w jednym z trzech trybów pracy:

- RUN sterownik cyklicznie wykonuje zdefiniowany program,
- STOP program nie jest wykonywany,
- STARTUP sterownik jednokrotnie wykonuje procedurę startową zdefiniowaną w określonym bloku OB.

1.2 Organizacja pamieci sterownika S7-1200

Argumentami instrukcji programu sterownika PLC sa głównie obszary pamięci urządzenia. Adres obszaru pamięci sterownika firmy Siemens z rodziny S7-1200 składa się z identyfikatora typu pamięci, znacznika formatu zależnego od formy adresowania oraz numeru konkretnego obszaru pamięci. Poszczególne identyfikatory obszaru pamięci sterownika przedstawiono w poniższej tabeli.

T T 1 1 1	1 0	T 1 /	C1 /	1 /	• •
Tabela 1	1.2:	Identy	/fikatory	obszarow	pamieci

Ι	Wejścia cyfrowe
Q	Wyjścia cyfrowe
Μ	Znaczniki (markery)
L	Obszar pamięci lokalnej
Т	Liczniki
HC	Szybkie liczniki
AI	Wejścia analogowe
AQ	Wyjścia analogowe
DB	Obszar bloku danych

1.3 Adresowanie obszarów pamieci sterowników PLC z rodziny S7

Adresowanie bitowe - umożliwia modyfikacje pojedynczego bitu w obrebie bajtu, słowa lub podwójnego słowa.

```
[obaszar pamięci][numer bajtu].[numer bitu]
```

W tabeli poniżej przedstawiono przykłady adresowania bitowego.

	Tabela 1.3: Adresowanie bitowe - przykłady
M100.2	drugi bit setnego bajtu obszaru pamięci znaczników
<i>I0.0</i>	zerowy bit zerowego bajtu pamięci wejść cyfrowych
Q1.7	siódmy bit pierwszego bajtu pamięci wyjść cyfrowych

Adresowanie przez słowa, bajty i podwójne słowa - umożliwia modyfikacje całych bajtów (B) czyli 8 bitów na raz, całych słów (W) czyli 16 bitów i podwójnych słów (DW) czyli 32 bitów na raz.

[obaszar pamięci][rozmiar].[numer]

Tabela poniżej zawiera przykłady adresowania umożliwiającego modyfikację wielu bitów jednoczesnie. Dokonujac adresowania poprzez bajty, słowa oraz podwójne słowa należy szczególna

	Tabela 1.4: Adresowanie bitowe - przykłady
MB100	setny bajtu obszaru pamięci znaczników
IWO	zerowe słowo pamięci wejść cyfrowych
QD1	pierwsze podwójne słowo pamięci wyjść cyfrowych

uwagę zwrócić na zależności występujące pomiędzy bajtem, słowem oraz podwójnym słowem. Poszczególne zależności przedstawiono na rysunku poniżej. Należy zwrócić uwagę na fakt, żę modyfikując obszar pamięci (wielkości słowa MW100 zmianie ulegają dwa bajty MB100 oraz MB101. Analogicznie dokonując modyfikacji podwójnego słowa MD100 zmianie ulegną bajty o adresach od MB100 do MB103.



Rysunek 1.3: Organizacja bitów w bajcie, słowie i podwójnym słowie

2 Podstawowe instrukcje bitowe jezyka drabinkowego LAD

Język drabinkowy LAD (*lader*) to jeden z graficznych języków programowania sterowników programowalnych PLC zedefiniowany w normie IEC-61131. Program w języku drabinkowym wykonuje się szczebel po szczeblu. Symbole umieszczane w gałęziach odpowiadają elementom z układów przekaźnikowych np. wejście sterownika odpowiada stykowi przekaźnika natomiast wyjście sterownika cewce. Podstawowe elementy schematu w języku drabinkowym przedstawiono poniżej. Styk realizuje operację mnożenia logiczngo AND stanu z lewej strony styku

styk normalnie otwarty	negacja — Inort—	
styk normalnie zamknięty	cewka	

Rysunek 2.1: Podstawowe elementy schematu LAD

oraz stanu zmiennej (w zależności od rodzaju styku z negacją lub bez) przypisanej do styku. Wynik tej operacji jest przekazywany do prawej strony styku. Cewka powoduje przypisanie stanu z jej lewej strony do zmiennej jej przypisanej np. bity wyjściowego lub markera. Na rysunku ponizej przedstawiono realizację prostych operacji logicznych z wykorzystaniem podstawowych elementów języka LAD.



Rysunek 2.2: Proste operacje logiczne w języku drabinkowym

3 Tworzenie projektu w środowisku TIA Portal

Po uruchomieniu środowiska TIA Portal uruchamiany widok konfiguracji projektu *Portal View.* Ekran ten umożliwia m.in otwarcie istniejącego projektu, tworzenie nowego, konfigurację sprzętu. Aby utworzyć nowy projekt należy wybrać odpowiednio *Create new project* -> *Create.* Po utworzeniu programu można przejść do konfiguracji sprzętowej projektu. W tym



Rysunek 3.1: Tworzenie nowego projektu

celu należy wybrać *Devices & networks* a następnie *Add new device*. Z listy należy wybrać model sterownika podłączony do komputera. Szczególną uwagę należy zwrócić na zgodność numeru w polu *Article number*. Urządzenie zostaje dodane do projektu po kliknięciu przycisku *Add*. W analogiczny sposób do projektu dodaje się pozostałe urządzenia m.in panele



Rysunek 3.2: Dodawanie nowego urzadzenia

HMI. Po dodaniu panelu HMI uruchamiany jest kreator konfiguracji. W kolejnych krokach kreatora można zdefiniować m.in połaczenie z sterownikiem PLC, wygląd ekranu, oraz strukturę poruszania się po kolejnych ekranach. Po skonfigurowaniu urządzenia użytkownik zostaje przeniesiony do widoku projektu *Project view*. Powrót do widoku *Portal view* jest możliwy poprzez klikniecie odpowiedniego przycisku w lewym dolnym rogu. Po dodaniu wszystkich urządzeń należy dokonać konfiguracji ich interfejsów sieciowych. W tym celu w widoku *Project view* należy wybrać *Devices & networks*. Następnie dla danego urządzenia po kliknięciu na jego miniaturę należy wybrać odpowiednio w zakładce *General* odpowienio *PROFINET interface – > Ethernet addresses* i dokonać konfiguracji adresu IP.

M Siemens - C:\Users\Pawel\Documents\Au	tomation\Project2\Project2			_ #>
				Totally Integrated Automation PORTAL
Start	HMI Device Wizard: KTP500 Basic color PN PLC connecti	ions Configure the PLC connection(s).	i)	×
Motion & Control of the second	Screen layout	Communication driver:		Basic color PN 17-QAD11-3AX0
Visualization Online & Diagnostics	System screens	HML1 KTP600 Basic color PN	Select PLC Browse V Name None PLC_1	40 pixel, 256 colors; Key function keys; 1 x
	Save settings	≪gack Nex≫		× ×
Project view	Opened project: C:\Users\Paweł\Docume	nts\Automation\Project2\Project2		

Rysunek 3.3: Kreator konfiguracji panelu HMI

Project2 > Devices & net	works				_∎≡×
		5	Topology view	h Network view	Device view
Network Connections	HMI connection	TIBHE	🔜 🔍 ±		Network overvie 4
PLC_1 CPU 1214C	HMI_1 KTP600 Basic (PN/IE_1	.o			 Device \$7-1200 statio PLC_1 HML1 HML1 HML71 HML1.1.E_C
<		> 100%	•	····	< III >
PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/	/DC]		Properties	🗓 Info 追 🗓 Dia	gnostics 🛛 🗆 🧹
General IO tags	System constant	s Texts			
 ▶ General ▼ PROFINET interface General 		Subne	et: PN/IE_1 Add news	ubnet	•
Ethernet addresses Advanced options Time synchronization Hardware identifier DI 14/DQ 10 AI 2 High speed counters (HSC) Pulse generators (PTO/PWM) Startup	IP protoc	ol	Set IP address IP addr Subnet m Use router Router addr	in the project ess: 192 . 168 . 4 ask: 255 . 255 . 25 ess: 0 . 0 . 0	.21 5.0
Cycle Communication load System and clock memory	✓ PROFINE	т) IP address is s	et directly at the device	

Rysunek 3.4: Konfiguracja adresu IP urządzenia

Po skonfigurowaniu połączenia można przejść do tworzenia programu. W tym celu z drzewa projektu należy wybrać kolejno *Program blocks* oraz *Main OB1*. Instrukcje języka drabinkowego znajdują się po prawej stronie edytora programu. Aby wgrać program do sterownika należy wybrać opcję *Online* – > *Download to device*.

M Siemens - C:\Users\Pawel\Documents\Automati	on\Project2\Project2	_ # ×
Project Edit View Insert Online Options T	pols Window Help	Totally Integrated Automation
📑 📑 🔚 Save project 📑 🐰 🗉 💼 🗙 🍤 🛨	🏈 🗄 🔃 🕼 🖳 💋 😡 Go online 🖉 Go offline 🔚 🕼 🖪 👫 🛃 🛄	PORTAL
Project tree 🔲 🖣	Project2 → PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] → Program blocks → Main [OB1]	Instructions 🔳 🗉 🕨
Devices		Options .
🖻 🔲 🖸 🖸 🖄	💦 🐼 ഈ 한 ங 🚍 🚍 💬 웹 ± 월 ± 🗒 😥 🕫 😘 웹 역 🥸 님 책 🗞 🎌 🔢 🔤	Mt , 🗆 🔤 📴
2	Block interface	> Favorites
Project2		✓ Basic instructions
a Add new device		Name D
중 📩 Devices & networks	▼ Block title: "Main Program Sweep (Cycle)"	General
PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]	Comment	Bit logic operations
Device configuration		▶ Timer operations
Online & diagnostics	Network 1:	Counter operations
 Program blocks 	Comment	Comparator operations
Add new block		Math functions
Hain [OB1]	%0.0 %Q0.0	< III > 🗳
Technology objects	"wejście 0" "wyjście 0"	✓ Extended instructions
External source files		Name D G
▼ La PLC tags		Date and time-of-day
Show all tags		🕨 🔄 String + Char
Add new tag table	Vetwork 2:	Distributed I/O
✓ Details view		Interrupts
	Comment	Diagnostics
Nama		🕨 📴 Pulse 🛛 🗸 🗸
Name Address		< III >
		✓ Technology
		Name Desc
		Counting
		PID Control
		Motion Control
	wyjscie 0 [PLC tag] 🖄 Properties 🚺 Info 🚺 💆 Diagnostics 🔲 🖃 🗸	
	General	< III >
	Teg	Communication
	Tagv	> Optional packages
♦ Portal view	PLC_1 📲 Main 🎬 Default tag t 🗸 Projec	t Project2 opened.

Rysunek 3.5: Przykładowy program w języku LAD stworzony w środowisku TIA Portal

4 Zadania do wykonania

Zadanie 1 Napisać program w języku drabinkowym realizujący następujące operacje:

$$Q0.0 = I0.0 \cdot \overline{I0.1}$$

 $Q0.1 = \overline{Q0.0}$
 $Q0.2 = I0.1 + I0.5$
 $Q0.3 = (I0.2 + \overline{I0.6}) \cdot I0.4$

Zadanie 2 Przy pomocy podstawych elementów języka drabinkowego zrealizować układ sterowania rozruchem bezpośrednim silnika klatkowego. Schemat układu sterowania przedstawiono poniżej. Opisać działanie programu.



Zadanie 3 Zrealizuj dekoder naturalnego kodu binarnego na kod 1 z 4 z wykorzystaniem podstawowych elementów języka drabinkowego.