# Instrukcja 2. Sterowanie prędkością obrotową silnika indukcyjnego za pomocą zewnętrznego źródła zasilania, sterownika PLC, modułów A/C, komunikacji szeregowej RS422/485 i zewnętrznego potencjometru

Współczesne metody sterowania maszyn i urządzeń wykorzystują różnego typu moduły A/C i C/A, komunikacyjne oparte o komunikację szeregową RS 422/485, ControlerLink, DeviceNet, ProfiBus oraz Ethernet i inne. Przykładem takiego sterowania jest połączenie komputera, sterownika PLC z wbudowanymi przetwornikami A/C i C/A lub dodatkowymi modułami A/C i C/A dołączonymi do falownika napięcia. Innym przemysłowym rozwiązaniem jest połączenie komputera, sterownika PLC z wbudowanymi przetwornikami A/C i C/A lub z dodatkowymi modułami A/C i C/A dołączonymi do wejścia napięciowego lub prądowego falownika napięcia.

Najczęściej sterowanie odbywa się poprzez porty sterowniki PLC z dołączonymi modułami rozszerzeń wyposażonymi w porty RS 422/485. Poprzez przewody czterożyłowe (wymagane dla RS 422) lub dwużyłowe najlepiej z ekranem (wymagane dla RS 485) porty te dołączone są do wejść R+, R-, S+ S-portu 422/485 falownika. Współczesne falowniki jak również komputery przemysłowe i sterowniki PLC posiadają porty RS 422/485 wbudowane na stałe.

W przemyśle sterowanie prędkością obrotową lub procesami maszyn i urządzeń za pomocą sieci szeregowej RS 422/485 stanowi podstawę tworzenia systemów automatyki. W przypadku zastosowania skrętki w ekranie, sieci te stosuje się przy rozproszeniu urządzeń dochodzących do 400m.

Dlatego celem niniejszego ćwiczenia jest zbudowanie stanowiska umożliwiającego wykorzystanie w procesie dydaktycznym sterownika PLC i jednego falownika napięcia do sterowania prędkością obrotową trójfazowego silnika indukcyjnego za pomocą komunikacji Modbus oraz w drugim ćwiczeniu sterownika PLC i trzech falowników oraz trzech silników pracujących w jednej sieci.

#### 1. Opis nastaw falownika do współpracy z siecią RS 422/485

W niniejszym ćwiczeniu do sterowania prędkością obrotową silnika indukcyjnego klatkowego za pomocą sieci RS422/485 wykorzystuje się falownik CIMR-V7 oraz sterownik kompaktowy CP1L-L14D.

Komunikacja szeregowa MEMOBUS/Modbus dla falownika CIMR-V7 może być skonfigurowana przy użyciu jednego urządzenia Master i maksymalnie 31 urządzeń Slave (adres 0 - 20H). Aby komunikacja była przeprowadzona prawidłowo, każdemu urządzeniowi Slave należy nadać pojedynczy (różny) adres (0 - 31 czyli (adres 0 - 20H). W danej chwili Master ma możliwość komunikacji tylko z jednym urządzeniem Slave. Urządzenie Slave po otrzymaniu od urządzenia Master polecenia wykonuje je, wysyłając informuje zwrotną do urządzenia Master. W tabeli 1.1 opisano oznaczenie oraz nazwę funkcji jaką przydzielono zaciskom obwodu sterującego w komunikacji MEMOBUS/Modbus dla sieci szeregowej RS 422/485 [1].

Tabela 1.1	. oznaczenie	oraz nazwę	funkcji jaką	przydzielono	zaciskom	obwodu	sterującego w	v komunikacji
MEMOB	US/Modbus	dla sieci sze	eregowej RS	422/485				

Typ Nr		Nazwa sygnału	Funkcja (Poziom sygnału) Nastawa domyślna			
	R+	Wejście komunikacji (+)	Komunikacja	Protokół komunikacyjny		
	R–	Wejście komunikacji (-)	MEMOBUS/Modbus:	RS-485/422 MEMOBUS/Modbus		
Komunikacja MEMOBUS/Modbus	S+	Wyjście komunikacji (+)	należy użyć przewodu			
	S-	Wyjście komunikacji (-)	RS-485 lub RS-422.	115.2 kbit/s (maks.)		
	IG	Uziemienie ekranu	0 V			

W przypadku komunikacji urządzenia Master z urządzeniami Slave po sieci szeregowej RS 422 wykorzystuje się przewody posiadające dwie pary skrętek. W przypadku braku obecności silnych pól elektromagnetycznych, przewody te mogą być bez ekranu, gdyż przesyłany sygnał jest w formie różnicowo - napięciowej. Najczęściej w tego typu sieci korzysta się z przewodów UTP stosowanych do budowy Ethernetu, z których wykorzystuje się tylko dwie pary. Pozostałe dwie są niewykorzystane.

W przypadku komunikacji urządzenia Master z urządzeniami Slave po sieci szeregowej RS 485 zwykle wykorzystuje się przewody posiadające jedną parę żył w formie skrętki. Ponieważ przesyłany sygnał nie jest w formie różnicowo – napięciowej w tego typu sieci stosuje się przewody ekranowane.

Na rysunkach 1.1 i 1.2 przedstawiony jest sposób łączenia wielu układów napędowych z jednym sterownikiem PLC wykorzystując interfejs RS 422 oraz RS 485. a) b)



Rys. 1.1. Schemat połączeń żył przewodu z interfejsem a) RS 422 i b) RS 485 [1]

#### 1.1. Opis nastaw falownika CIMR-V7 do współpracy w sieci RS 422/485

Falownik wektorowy CIMR-V7 jest urządzeniem do zastosowań przemysłowych do kontroli prędkości obrotowej trójfazowych silników indukcyjnych. Falownik ma możliwość komunikowania się z innymi urządzeniami za pomocą złącza RS 422 oraz RS 485. Posiada dużą ilość funkcji kontrolnych, min. 16 - stopniową kontrolę prędkości, funkcję kontrolną hamowania i przyśpieszania, kompensację poślizgu, ochronę przed zwarciem. Ma możliwość szybkiego i łatwego zamontowania na szynach DIN [2]. Na rysunku 1.2 przedstawiony jest panel operatorski falownika CIMR-V7 [2].



Rys. 1.2. Widok panelu operatorskiego [2]

W tabeli 1.2 zostały opisane własności przycisków i wskaźników na panelu operatorskim falownika CIMR-V7.

Fabela 1.2. Własnośc	przycisków	i wskaźników na	panelu o	peratorskim	CIMR-	V7 [2]
----------------------	------------	-----------------	----------	-------------	-------	--------

Element	Opis	Objaśnienie
8.8.8.8.	Wyświetlacz danych	Wyświetla częstotliwość wyjściową i inne parametry
M-N MAX FREQEN	Potencjometr	Za jego pomocą może być ustalana częstotliwość wyjściowa falownika
FREF	Częstotliwość zadana	Świeci podczas wyświetlania zadanej częstotliwości wyjścio- wej
FOUT	Częstotliwość wyjściowa	Świeci podczas wyświetlania częstotliwości wyjściowej falow- nika
IOUT	Prąd wyjściowy	Świeci podczas wyświetlania wyjściowego prądu falownika
MNTR	Monitorowanie parametrów	Świeci podczas wyświetlania parametrów U01 do U18
F/R	Wskaźnik kierun- ku obrotów	Świeci podczas wyświetlania informacji o kierunku obrotów silnika
LO/RE	Wskaźnik spo- sobu sterowa- nia	Świeci podczas wyświetlania sposobu sterowania lokalnie/ zdalnie
PRGM	Wskaźnik pro- gramowania	Świeci podczas programowania/ustawiania parametrów falownika
	Klawisz wyboru	Klawisz służący do wyboru informacji wyświetlanej na falowni- ku oraz wyjścia z bieżącego poziomu menu
$\diamond$	Klawisz zwiększania	Służy do zwiększania wpisywanych wartości parametrów pracy falownika
$\boldsymbol{>}$	Klawisz zmniejszania	Służy do zmniejszania wpisywanych wartości parametrów pracy falownika
ب	Potwierdzenie ENTER	Służy do potwierdzania wpisanej wartości parametru
RUN	Klawisz RUN	Klawisz rozpoczęcia pracy falownika (podawanie zasilania na silnik)
STOP RESET	Klawisz STOP/RESET	Klawisz zatrzymania silnika oraz kasowania sygnalizacji błędu falownika

Na rys. 1.3 widoczny jest panel z zaciskami silnoprądowymi oraz panel z zaciskami do sterowania. Z zacisków wyjść falownika T1, T2 i T3 zasilany jest 3-fazowy silnik indukcyjny. Do zacisków S+, S-, R+ i R- falownika dołączony jest sterownik PLC pracujący w sieci RS 485. Natomiast do zacisków R+ i R-falownika dołączony jest sterownik PLC pracujący w sieci RS 485. Znaczenie zaciski: S+, S-, R+ i R-opisuje tabela 1.1 [1]. Na rysunku 1.3 przedstawiono widok na panel z zaciskami silnoprądowymi falownika CIMR-V7 [2].



Rys. 1.3. Widok na panel z zaciskami a) silnoprądowymi i b) sterowania [2]

Na rysunku 1.4 przedstawiony jest schemat podłączenia falownika CIMR-V7 do sieci, zasilania 3-fazowego silnika indukcyjnego, filtru przeciw zakłóceniowego oraz zacisków sterowania.



Rys. 1.4. Schemat podłączeniowy falownika CIMR-V7 [2]

Na rysunku 1.5 przedstawiony jest sposób podłączenia wyjść sterownika PLC typu NPN i PNP do wejść sterujących falownika CIMR-V7. Nastawy NPN i PNP w falowniku za pomocą przełącznika dokonuje się w stanie beznapięciowym.



Rys. 1.5. Sposób podłączenia wyjść sterownika PLC typu NPN i PNP do wejść sterujących falownika CIMR-V7 [2]

Wybór typu komunikacji RS 422 lub RS 485 odbywa się za pomocą przełącznika SW2 falownika CIMR-V7, co zostało przedstawione na rysunku 1.6. Nastawy za pomocą przełącznika dokonuje się w stanie beznapięciowym.



Rys. 1.6. Wybór komunikacji RS 422/485 przy użyciu przełącznika SW2 [2]

Aby połączyć falownik CIMR-V7 do sieci MEMOBUS/Modbus i aby umożliwić przesył informacji należy postępować według punktów od 1 do 6 zamieszczonych poniżej [3].

**1.** Przy wyłączonym zasilaniu, za pomocą kabli komunikacyjnych połączyć urządzenie Master (sterownik PLC) z falownikiem według schematu na rys. 1.1.

2. Włączyć zasilanie.

**3.** Ustawić parametry potrzebne do komunikacji szeregowej podane w tabeli 1.3 za pomocą panelu sterowania falownika CIMR-V7.

4. Wyłączyć zasilanie i zaczekać, aż panel sterowania wygaśnie całkowicie (ok. 20-30 sek.).

5. Ponownie włączyć zasilanie.

**6.** Po załączeniu falownik jest gotowy do nawiązania komunikacji z urządzeniem Master (sterownik PLC).

W tabeli 1.3 opisano konfigurację parametrów falownika CIMR-V7 [3].

Tabela.	1.3.	Konfig	guracja	parametrów	dla	falownika	CIMR-V7 [3]	
---------	------	--------	---------	------------	-----	-----------	-------------	--

Nr	Nazwa	Wartość	Komentarze
n003	Polecenie działania	2	Włączona komunikacja RS-422/485
n004	Polecenie ustawienia częstotliwości	6	Włączone polecenia ustawienia częstotliwości z komunikacji RS-422/485
n019	Czas przyspieszenia 1	1.0	Czas przyspieszenia (s)
n020	Czas spowolnienia 1	1.0	Czas spowolnienia (s)
n151	Komunikacja RS-422/485 Wykrycie przekroczenia limitu czasu	1	Włączone wykrywanie, wykryj błędy, zatrzymaj spowalnianie po upływie czasu spowalniania 1 (domyślne)
n152	Polecenia częstotliwości i monitorowanie komunikacji RS-422/485	1	Wybierz jednostkę do komunikowania poleceń częstotliwości i danych monitorowania komunikacji częstotliwości. Jednostka 0,01 Hz (domyślnie).
n153	Komunikacja RS-422/485 Adres modułu slave	1	Adres modułu slave (numer węzła modułu slave), moduł 1
n154	Komunikacja RS-422/485 Szybkość transmisji	2	Szybkość transmisji komunikacji (szybkość komunikacji): 9600 b/s (domyślnie)
n155	Komunikacja RS-422/485 Kontrola parzystości	0	Parzystość
n156	Komunikacja RS-422/485 Czas oczekiwania transmisji	10	Ustawia czas oczekiwania na odpowiedź dla żądań odpowiedzi odebranych od modułu nadrzędnego – 10 ms (domyślnie).
n157	Komunikacja RS-422/485 Sterowanie RTS	0	Włączone sterowanie RTS (domyślnie)

### 1.2. Opis nastaw falownika CIMR-V1000 do współpracy w sieci RS 422/485

Falownik CIMR-V1000 jest bardziej rozbudowany i ulepszony w stosunku do falownika CIMR-V7. Ma możliwość wektorowej regulacji prądu, sterowania silnikami synchronicznymi i indukcyjnymi oraz posiada magistrale komunikacyjne Modbus, Profibus, CanOpen, DeviceNet, Lonworks, CompoNet i Ethernet. Komunikacja ta jest możliwa po zamontowaniu dodatkowej karty. Do falownika CIMR-V1000 istnieje możliwość podłączenia kilku opcjonalnych kart operatorskich, min. karta DeviceNet (SI-N3V), ProfibusS-DP (SI-P3V), CanOpen (SI-S3V), konsole operatorskie m.in. konsola operatorska z cyfrowym wyświetlaczem LCD (JVOP-180) oraz akcesorii m.in. moduł konwertera USB z funkcją kopiowania i backup (JVOP-181) [1]. Na rysunku 1.9 przedstawiony jest widok panelu operatorskiego falownika CIMR-V1000, za pomocą którego dokonuje się nastawy [1].



Rys. 1.9. Widok panelu operatorskiego falownika CIMR-V1000 [1]

W tabeli 1.4 zostały opisane własności przycisków i wskaźników na panelu operatorskim falownika CIMR-V1000.

Tabela 1.4 Własności przycisków i wskaźników na panelu operatorskim CIMR-V1000 [1]

Wskaźnik	Nazwa	Funkcja
F50.00	Obszar wyświetlania danych	Służy do wyświetlania częstotliwości, numeru parametru itd.
ESC	Przycisk ESC	Powoduje powrót do poprzedniego menu.
RESET	Przycisk RESET	Powoduje przesunięcie kursora w prawo. Powoduje skasowanie usterki.
RUN	Przycisk RUN	<ul> <li>Powoduje uruchomienie falownika w trybie LOCAL. Dioda LED Run</li> <li>jest włączona, kiedy falownik zasila silnik.</li> <li>pulsuje w czasie hamowania aż do zatrzymania lub kiedy częstotliwość wynosi 0.</li> <li>pulsuje szybko, gdy napęd jest wyłączony przez DI, napęd został zatrzymany z użyciem funkcji szybkiego wyłączania DI lub polecenie uruchom (run) było aktywne w czasie włączania zasilania.</li> </ul>
	Przycisk "strzałka w górę"	Służy do przewijania w górę w celu wyboru numerów parametrów, ustawiania wartości itd.
$\sim$	Przycisk "strzałka w dół"	Służy do przewijania w dół w celu wyboru numerów parametrów, ustawiania wartości itd.
STOP	Przycisk STOP	Powoduje zatrzymanie falownika.
ENTER	Przycisk ENTER	Służy do wybierania trybów, parametrów i do zapisywania ustawień.
	Przycisk wyboru LO/RE	Służy do przełączania sposobu sterowania napędu między trybem operatorskim (LOCAL) a zdalnym z użyciem zacisków obwodu sterującego (REMOTE). Dioda LED jest włączona, kiedy napęd jest w trybie LOCAL (sterowanie z panelu operatorskiego).
ALM	Dioda LED ALM	Pulsuje: Napęd jest w stanie alarmu. Świeci: Napęd jest w stanie usterki i wyjście jest wyłączone.
REV	Dioda LED REV	Swieci: Kierunek obrotów silnika jest odwrócony. Nie świeci: Kierunek obrotów silnika jest normalny.
DRV	Dioda LED DRV	Świeci: Falownik jest gotowy do pracy i zasilania silnika. Nie świeci: Napęd jest w trybie: Weryfikacja, Konfiguracja, Ustawianie parametrów lub Autotuning.
FOUT	Dioda LED FOUT	Świeci: Na ekranie danych jest wyświetlana częstotliwość wyjściowa. Nie świeci: Na ekranie danych jest wyświetlana inna wartość niż częstotliwość wyjściowa.

Na rysunku 1.10 przedstawiony jest schemat podłączenia falownika CIMR-V1000 do sieci, zasilania 3fazowego silnika indukcyjnego, filtru przeciw zakłóceniowego oraz zacisków sterowania.



Rys. 1.10. Schemat podłączeniowy falownika CIMR-V1000 [1]

Na rysunku 1.11 przedstawiony jest widok na panel z zaciskami sterowania falownika CIMR-V1000.



Rys. 1.11. Panel z zaciskami sterowania falownika CIMR-V1000 [1]

Aby połączyć falownik CIMR-V1000 do sieci MEMOBUS/Modbus i aby umożliwić przesył informacji do i ze sterownika PLC należy postępować według punktów od 1 do 6 zamieszczonych poniżej. **1.** Przy wyłączonym zasilaniu, za pomocą kabli komunikacyjnych czterożyłowych lub dwużyłowych połączyć urządzenie Master (sterownik PLC) z falownikiem.

2. Włączyć zasilanie.

**3.** Ustawić parametry falownika potrzebne do komunikacji szeregowej (H5-01 do H5-07) za pomocą panelu sterowania opisanych w tabeli 1.5.

- 4. Wyłączyć zasilanie i zaczekać, aż panel sterowania wygaśnie całkowicie (ok. 30 sek.).
- **5.** Ponownie włączyć zasilanie.
- 6. Falownik jest gotowy do nawiązania komunikacji z urządzeniem Master (sterownik PLC) [1].

W tabeli 1.5 opisano konfigurację parametrów falownika CIMR-V1000 [1].

Parametr nr	Nazwa parametru Wyświetlacz pulpitu operatora	Opis	Zakres nastaw	Nastawa domyślna
b1-01	Wybór częstotli- wości referencyj- nej	<ul> <li>Wybór źródła częstotliwości referencyjnej.</li> <li>0: Operator – cyfr. ustaw. prędk. U1-01 lub d1-01 do d1-17.</li> <li>1: Zaciski – wejście analogowe A1 (lub wejście A2 w oparciu o parametr H3-09).</li> <li>2: Komunikacja szeregowa - MEMOBUS/Modbus RS-422/485 zaciski R+, R-, S+ i S</li> <li>3: Opcjonalna karta PCB</li> <li>4: Wejście impulsowe (zacisk RP)</li> </ul>	0 do 4	1
b1-02	Wybór komendy run	<ul> <li>Wybór źródła komendy RUN.</li> <li>0: Operator – Przyciski RUN i STOP na panelu operatora.</li> <li>1: Zaciski – Zmiana stanu wejść S1 lub S2.</li> <li>2: Komunikacja szeregowa - MEMOBUS/Modbus RS- 422/485 zaciski R+, R-, S+ i S</li> <li>3: Opcjonalna karta PCB</li> </ul>	0 do 3	1
H5-01	Adres urządzenia	Wybór numeru węzła (adres) komunikacji MEMOBUS/ Modbus, zaciski R+, R-, S+, S Po zmianie ustawień wyłącz i załącz zasilanie.	0 do 20 Hex	1F

Tabela 1.5. Konfiguracja parametrów dla falownika CIMR-V1000 [1]

	1	-		1
H5-02	Wybór prędkości komunikacji	Wybór prędkości komunikacji MEMOBUS/Modbus, zaciski R+, R-, S+ i S Po zmianie ustawień wył. i zał. zasilanie. 0: 1200 bps 1: 2400 bps 2: 4800 bps 3: 9600 bps 4: 19200 bps 5: 38400 bps 6: 57600 bps 7: 76800 bps 8: 115200 bps	0 do 8	3
H5-03	Wybór parzystości komunikacji	Wybór parzystości komunikacji MEMOBUS/Modbus zaciski R+, R-, S+ i S Po zmianie ustawień wyłącz i załącz zasilanie. 0: Brak parzystości 1: Parzystość Even 2: Parzystość Odd	0 do 2	0
H5-04	Metoda zatrzyma- nia po błędzie komunikacji	Wybór metody zatrzymania po wykryciu blędu komunikacji time-out (CE). 0: Hamowanie do zatrzymania 1: Wybieg do zatrzymania 2: Szybkie zatrzymanie 3: Tylko alarm	0 do 3	3
H5-05	Błąd komunikacji Wybór detekcji	<ul> <li>Aktywuje lub blokuje błąd time-out'u komunikacji (CE).</li> <li>0: Zablokowane – zerwanie komunikacji nie powoduje zgłoszenia błędu komunikacji.</li> <li>1: Odblokowane – jeżeli komunikacja zostanie zerwana na dłużej niż 2 sekundy, pojawia się błąd CE.</li> </ul>	0 lub 1	1
H5-06	Czas oczekiwania napędu na transmisję	Ustawia czas opóźnienia pomiędzy odbiorem, a nadawaniem danych.	5 do 65	5ms
H5-07	Wybór sterowania RTS	Aktywuje lub blokuje sterowanie "request to send" (RTS): 0: Zablokowane - RTS jest zawsze aktywne. 1: Odblokowane - RTS jest załączane tylko przy nadawaniu.	0 do 1	1

# 1.3. Opis sterownika programowalnego CP1L-14D

Sterownik programowalny CP1L-L14D jest kompaktowym sterownikiem PLC firmy Omron. Dostępne są wersje z 14, 20, 30 i 40 punktami we/wy. W niniejszym projekcie korzysta się z urządzenia o 14 punktach we/wy. Ten model posiada 8 wejść i 6 wyjść cyfrowych. Korzystając z modułów rozszerzenia we/wy serii CP1W można zwiększyć liczbę we/wy, można dołączyć moduły komunikacyjne, temperatury, A/C i C/A [3]. Na rysunku 1.7 przedstawiony jest sterownik CP1L-L14D oraz opcjonalne karty rozszerzeń. Wszystkie elementy zostały ponumerowane i opisane poniżej [3].



Rys. 1.7. Widok na przedni panel sterownika CP1L-L14D [3]

- (1) Gniazdo kasety pamięci,
- (2) Peryferyjny port USB,
- (3) Regulator analogowy,
- (4) Złącze wejściowe zewnętrznych ustawień analogowych,
- (5) Przełączniki DIP-switch,
- (6) Bateria,
- (7) Wskaźniki działania,
- (8) Zasilanie, uziemienie i blok zacisków wejść,
- (9) Wskaźniki wejść,
- (10) Gniazdo karty opcjonalnej,
- (11) Złącze modułu rozszerzenia We/Wy,
- (12) Wskaźniki wyjść,
- (13) Zasilanie zewnętrzne i blok zacisków wyjść,
- (14) Trzpień mocujący do szyny DIN,
- (15) Kaseta pamięci (opcjonalna),
- (16) Opcjonalna karta RS 232C,
- (17) Opcjonalna karta RS 422/485.

Na rysunku 1.8 wyszczególnione zostały diody sygnalizujące stan pracy sterownika CP1L-L14D.



Rys. 1.8. Widok na diody sygnalizujące stan pracy sterownika CP1L-L14D [3]

W tabeli 1.6 opisano stany sterownika CP1L-L14D, na podstawie wskaźników diodowych sterownika [3].

	Tabela 1.6. C	pis stanów s	sterownika na	podstawie	wskaźników	diodowy	ch sterownika	CP1L-L14D	[3]
--	---------------	--------------	---------------	-----------	------------	---------	---------------	-----------	-----

POWER	Świeci	Zasilanie jest włączone.
(zielony)	Nie świeci	Zasilanie jest wyłączone.
RUN	Świeci	Moduł CP1L wykonuje program w trybie RUN albo w trybie MONITOR.
(zielony)	Nie świeci	Działanie zostało zatrzymane w trybie PROGRAM lub wskutek błędu krytycznego.
ERR/ALM (czerwony)	Świeci	Wystąpił błąd krytyczny (wraz z wykonaniem procedury FALS) lub błąd sprzętowy (błąd WDT). Działanie modułu CP1L zostanie zatrzymane i wyłączone zostaną wszystkie wyjścia.
	Miga	Wystąpił błąd niekrytyczny (wraz z wykonaniem procedury FAL). Moduł CP1L będzie działał nadal.
	Nie świeci	Normalne funkcjonowanie.
INH (żółty)	Świeci	Włączony został bit wyjścia OFF (A500.15). Wszystkie wyjścia zostaną wyłączone.
	Nie świeci	Normalne funkcjonowanie.
PRPHL	Miga	Komunikacja jest aktywna na peryferyjnym porcie USB (wysyłanie albo odbiór).
(żółty)	Nie świeci	Każdy inny stan.
BKUP (żółty)	Świeci	<ul> <li>Programy użytkownika, parametry lub dane są zapisywane albo odczytywane z wbudowanej pamięci flash (pamięć backup).</li> <li>Programy użytkownika, parametry, dane, domyślne wartości pamięci DM lub komentarze są zapisywane albo odczytywane z kasety pamięci.</li> <li>Programy użytkownika, parametry i dane zostaną przywrócone po włączeniu sterownika PLC.</li> <li>Uwaga: Nie wyłączaj zasilania PLC, jeśli ten wskaźnik świeci.</li> </ul>
	Nie świeci	Każdy inny stan.

# 2. Realizacja praktyczna ćwiczenia

b)

Celem niniejszego ćwiczenia jest zbudowanie stanowiska umożliwiającego wykorzystanie sterownika PLC i falownika napięcia do sterowania prędkością obrotową trójfazowego silnika indukcyjnego za pomocą komunikacji Modbus.

W tym celu należy wykonać następujące zadania:

- dokonać konfiguracji kompaktowego sterownika PLC typu CP1L-L14D do współpracy w sieci RS422/485,
- dokonać konfiguracji falownika CIMR-V7 do współpracy w sieci RS 422/485 zasilającego 3-fazowy silnik indukcyjny,
- opracować program w języku graficznym (drabinkowym) na wybrany sterownik PLC umożliwiający zadawanie różnych wartości prędkości obrotowej (za pomocą pulpitu sterowniczego) 3-fazowego silnika indukcyjnego zasilanego z falownika CIMR-V7,
  - uruchomić opracowany program w stanowisku dydaktycznym.

# 2.1. Konfiguracja sterownika PLC do współpracy w sieci RS422/485

Aby dokonać konfiguracji sterowników PLC do współpracy z siecią RS 422/485 należy zamontować do sterownika kompaktowego lub modułowego opcjonalną kartę RS 422/485 typu CP1W-CIF11 lub do sterownika modułowego należy dołączyć moduł rozszerzeń np. SCU41-V1. Konfiguracja sterownika PLC do współpracy w sieci zostanie przedstawiona na przykładzie sterownika kompaktowego CP1L-14D z dołączoną kartą CP1W-CIF11. Wykorzystując funkcję easy master modułu Modbus-RTU, można komunikować się z urządzeniami Slave zgodnymi ze standardem Modbus (np. falownikami) podłączonymi za pomocą karty komunikacji szeregowej CP1W-CIF11. Aby to zrobić należy jednostkę centralną CP1L-14D z dołączoną kartą CP1W-CIF11 podłączyć do falownika CIMR-V7 za pośrednictwem złącza RS 485, które zapewnia sterowanie częstotliwością oraz uruchamianie i zatrzymywanie falownika [3].

Na rys. 2.1 przedstawiono wyjścia karty CP1W-CIF11 i wejścia falownika CIMR-V7 (lub V1000) oraz sposób połączenia ich ze sobą za pomocą złącza RS 422/485 [3]. a)



Rys. 2.1. Wyjścia karty CP1W-CIF11 i wejścia falownika CIMR-V7 oraz sposób połączenia ich ze sobą za pomocą a) złącza RS 422 i b) złącza RS 485 [3]

Aby dokonać niezbędnych nastaw pod spodem panelu karty CP1W-CIF11 (który został przedstawiony na rysunku 2.2) należy ustawić przełączniki DIP do konfiguracji RS422/485 według tabeli 2.1.



Rys. 2.2. Widok na spód panelu karty CP1W-CIF11 z zaznaczonym przełącznikiem DIP

Tabela 2.1. Ustawienie	przełączników DII	P na karcie CP1W-	CIF11 [3]
------------------------	-------------------	-------------------	-----------

Nr	Ustawienie	ON/OFF	Znaczenie
1	Obecność rezystora końcowego	ON	Rezystor końcowy obecny
2	2/4 przewody (do wyboru)	ON	Typ 2-przewodowy
3	2/4 przewody (do wyboru)	ON	Typ 2-przewodowy
4	-	OFF	Zawsze OFF
5	Sterowanie RS dla RD	ON	Aktywne
6	Sterowanie SD dla RD	ON	Aktywne

Kolejnym etapem jest konfiguracja sterownika PLC, czyli konfiguracja portu szeregowego. Aby tego dokonać należy za pomocą kabla USB podłączyć sterownik do komputera i następnie uruchomić aplikację CX-Programmer. Aby konfigurować ustawienia modułu CP1L komputer i moduł muszą być połączone Online. Aby wejść w tryb On-line należy z menu głównego wybrać kolejno [PLC] – [Work Online]. Następnie należy wybrać okno dialogowe PLC Settings, kliknąć kartę [Serial Port 1] i określić ustawienia według tabeli 2.2 [3].

Tabela 2.2. Ustawienia do konfiguracji portów szeregowych sterownika PLC [3]

Element	Ustawienie
Communication Settings	Custom
Baud	9600bps
Format	8, 1, E
Mode	Serial Gateway Mode
Response Timeout	0Default

Ostatnim etapem jest konfiguracja obszaru pamięci DM. Polega ona na przypisaniu adresom pamięci DM od D32300 do D32305 odpowiednich wartości. Nie określa się obszarów D32306 i D32307, ponieważ są one modyfikowane przez instrukcję MOV i słowa te (D32306 i D32307) używane są do zadawania prędkości obrotowej silnika indukcyjnego. Konfigurację wykonuje się za pomocą aplikacji CX-Programmer i w oparciu o program drabinkowy. Przykład takiego programu jest przedstawiony w dalszej części pracy, w podrozdziale 2.2.

### 2. 2. Konfiguracja falownika do współpracy w sieci RS 422/485

Sterowanie prędkością obrotową 3-fazowego silnika indukcyjnego zrealizowane zostało za pomocą falownika CIMR-V7. Aby dokonać konfiguracji falownika CIMR-V7 do współpracy z siecią RS 422/485 należy za pomocą panelu operatorskiego falownika (przedstawionego na rysunku 1.2) ustawić odpowiednie parametry. Dla tego falownika są to parametry o numerach: n003, n004, n019, n020, n151, n152, n153, n154, n155, n156 oraz n157. Wartości nastaw tych parametrów oraz ich opis został zamieszczony w tabeli 2.3.

Nr	Nazwa	Wartość	Komentarze
n003	Polecenie działania	2	Włączona komunikacja RS 422/485
n004	004 Polecenie ustawienia częstotliwości		Włączone polecenia ustawienia częstotliwości z komunikacji RS 422/485
n019	Czas przyśpieszenia	2.0	Czas przyśpieszenia (s)
n020	Czas spowolnienia	2.0	Czas spowolnienia (s)
n151	Komunikacja RS 422/485 wykrycie przekroczenia limitu czasu	1	Włączone wykrywanie, wykryj błędy, zatrzymaj spowalnianie po upływie czasu spowolnienia (domyślne)
n152	Polecenia częstotliwości i monitorowanie komunikacji RS 422/485	1	Wybierz jednostkę do komunikowania poleceń częstotliwości i danych monitorowania komunikacji częstotliwości. Jednostka 0,01 Hz (domyślnie)
n153	Komunikacja RS 422/485 Adres modułu Slave	1	Adres modułu Slave, moduł 1
n154	Komunikacja RS 422/485 Szybkość transmisji	2	Szybkość transmisji komunikacji: 9600 b/s (domyślnie)
n155	Komunikacja RS 422/485 Kontrola parzystości	0	Parzystość
n156	Komunikacja RS 422/485 Czas oczekiwania transmisji	10	Ustawia czas oczekiwania na odpowiedź dla żądań odpowiedzi odebranych od modułu nadrzędnego: 10 ms (domyślnie)
n157	Komunikacja RS 422/485 Sterowanie RTS	0	Włączone sterowanie RTS (domyślnie)

Tabela 2.3. Wartości parametrów, potrzebne do konfiguracji falownika CIMR - V7

# 2.3. Opracowanie programu w języku graficznym (drabinkowym)

Do utworzenia programu dla sterownika CP1L-L14D wykorzystano środowisko CX-One oraz program CX-Programmer. Polecenia częstotliwości do kontroli prędkości obrotowej silnika indukcyjnego wykorzystują dwa obszary pamięci DM, tj. D32306 i D32307. Aby program i komunikacja w sieci RS 422/485 były poprawne należy przypisać adresy modułów Slave, funkcje oraz dane do poszczególnych słów pamięci DM sterownika PLC. Do tego celu wykorzystuje się obszary pamięci DM od D32300 do D32305, które muszą być określone przed wykonaniem części programu drabinkowego dotyczącego zadawania prędkości obrotowej (D32306 i D32307) według rys. 2.3 [3].



Rys. 2.3. Konfiguracja obszaru pamięci DM [3]

Aby możliwe było wykonanie poleceń określonych adresami D32300 do D32307 w programie musi być ustawiony bit A640.00, w wyniku działania którego mogą pojawić się dodatkowe dwa bity A640.01 oraz A640.02. Na rys. 2.4 przestawiono flagi A640.00, A640.01 i A640.02, które oznaczono A, B i C [3].



Rys. 2.4. Znaczenie flag A640.00, A640.01 i A640.02 [3]

Opis oznaczeń A, B i C z rys. 2.4.

**A** - Gdy bit A640 zostanie ustawiony pomyślnie na kolejnym bicie A640.01 (**B**) pojawia się logiczna "1", którą można wykorzystać do sterowania. W przypadku wystąpienia błędu (**C**) ustawia się flaga A640.02 i w rejestrze D32352 zostaje zapisany kod błędu. Szczegółowy opis znaczenia poszczególnych rejestrów i ich bitów w zależności od wyników ustawień flag A640.00 (opis - A), A640.01 (opis - B) i A640.02 (opis - C) przedstawia rys. 2.5 [3].

a)

Kanał	Bity	Ustawienie			
Port szeregowy 1					
D32300	Od 07 do 00		Adres slave (od 00 do F7 Hex)		
Od 15 do 08 D32301 Od 07 do 00		Polecenie	Zarezerwowane (musi być równe 00 Hex)		
		- T bleberne	Kod funkcji		
	Od 15 do 08	*	Zarezerwowane (musi być równe 00 Hex)		
D32302	Od 15 do 00	*	Liczba bajtów danych komunikacji (od 0000 do 005E Hex)		
od D32303 do D32349	Od 15 do 00		Dane komunikacji (maksymalnie 94 bajty)		

Kanał	Bity	Ustawienie				
Port szeregowy 1						
D32350	Od 07 do 00		Adres slave (od 01 do F7 Hex)			
	Od 15 do 08	*	Zarezerwowane (musi być równe 00 Hex)			
D32351	Od 07 do 00	Odpowiedź	Kod funkcji			
	Od 15 do 08	*	Zarezerwowane			
D32352	Od 07 do 00	*	Kod błędu			
	Od 15 do 08	*	Zarezerwowane (musi być równe 00 Hex)			
D32353	Od 15 do 00		Liczba bajtów odpowiedzi (od 0000 do 03EA Hex)			
Od D32354 do D32399	Od 15 do 00		Dane odpowiedzi (maksymalnie 92 bajty)			

Rys. 2.5. Szczegółowy opis znaczenia poszczególnych rejestrów w zależności od wyników ustawień bitów A640.00, A640.01 i A640.02 a) dla opisu A, b) dla opisu B [3]

Po wykonaniu tych czynności w słowach D32306 i D32307 można już wysyłać polecenia zmian częstotliwości wyjściowych falownika podanych. Poniżej podano opracowany program umożliwiający sterowanie prędkością obrotową 3-fazowego silnika indukcyjnego za pomocą sterownika PLC i falownika, tj. urządzeń pracujących w sieci RS485. Wybór rodzaju sieci RS485 lub RS422 odbywa się poprzez zmianę ustawień przełączników DIP w karcie CP1W-CIF11 z dwu-przewodowych (RS485) na cztero-przewodowe (RS 422) i zastąpienie trzech żył przewodu (RS485) na cztery żyły (RS422).

0 0	(Program Nam	e : NewProgram1]					
	[Section Name	e : Section1]					
	P_First_Cycle	* *	*	*	*	+	۱
	A200.11 First Cycle Fl					M0V(021)	Move
		*	*	*	*	* #0000	Source word
		*	*	*	*	+ D32306	• • • Destination
		• •	*	*	*	*	
			+		•	MOV(021)	Move
						#0000	Source word
		* *	*	•	*	* D32307	Destination
1 2		• •	•	•	•	*	
	1: 0.00					M0V(021)	Move
			·		·	#0113	Source word
			•	*	*	• —— D32306	• • Destination
		•	*	*	*	· · ·	-} → -\
						M0V(021)	Move
						#8800	Source word
		• •	*	*	•	* —— D32307	Destination
		• •	•	•	•	ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	-↓ -↓

3       0       1       0	, vord , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
3         4         40199         Source           3         -         -         -         -         -         -         D32308         Destina           3         -         -         -         -         -         -         -         -         D32307         Destina           3         -         -         -         -         -         -         -         -         D32307         Destina           3         -         -         -         -         -         -         -         D32307         Destina           3         -         -         -         -         -         -         D32307         Destina           3         -         -         -         -         -         -         D32307         Destina           3         -         -         -         -         -         -         D32307         Destina           4         - <td< td=""><td>word , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,</td></td<>	word , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
3         9         Image: stop stop stop stop stop stop stop stop	vord
3       9	vord ion
3       9	vord ion
3       9 <ul> <li>1</li> <li>0.02</li> <li>1</li> <li>0.02</li> <li>1</li> <li>1</li></ul>	vord ion
3     9     1     0000     0000     0000       3     1     1     1     1     0000     0000       1     1     1     1     1     1     0000     0000       1     1     1     1     1     1     1     1       1     1     1     1     1     1     1     1       1     1     1     1     1     1     1     1       1     1     1     1     1     1     1     1       1     1     1     1     1     1     1     1       1     1     1     1     1     1     1     1       1     1     1     1     1     1     1     1	ion vord
3 9 1 1: 0.02 stop 1: 0.02 1:	vord
stop	۰ word
#0000       Source         .       .	vord
D32306 Destina	
M0\(021) Move #0000 Source	ion
M0\{021) Move	4
#0000 Source	4
	word
D32307 Destina	ion
4 P_First_Cycle	
A200.11 First Cycle Fl	
#1 Source	word
D32300 Destina	ion
5 P_First_Cycle	
A200.11 First Cycle Fl M0\(021) Move	
#1D Source	word
D32301 Destina	ion 1
6 P_First_Cycle	
A200_11 First Cycle Fl M0\(021) Move	
#9 Source	vord
D32302	

7	18	P_First_Cycle	 					
		A200.11 First Cycle Fl					M0√(021)	Move
			 		•	• •		
							#1	Source word
			 			* *	D32303	Destination
8		P First Cycle	 			• •		
-	20	A200 11						
		First Cycle Fl					MOV(021)	Move
		· ·	 • •	. ,	•	• •	#2	e e e e e e e e e e e e e e e e e e e
							#2	Source word
			 	. ,				
							D32304	Destination
9		P_First_Cycle	 		,	• • •		
	22	A200 11					100000010	
		First Cycle Fl					1010 (021)	INDUE
			 • •		•	• •	#400	Source word
							1-100	ooaloe word
			 		•			
							D32305	Destination
10		· · · ·	 			• • •		
	24	1: 0.03					 W0.00	
		ļ,	 					
11	26	<u> </u>						
		W0.00					A640.00	
12			 			• • •		
	28						M0V021)	Massa
		we1	 				1010 0(021)	
						• •	#0111	Source word
			 		•	• •		
							D32306	Destination
			 		•	• •		•
		'					M0V(021)	Move
							#8800	Source word
		- ·	 		•	• •	—	•
							D32307	Destination

# Literatura

[1] V1000 kompaktowy falownik z wektorową regulacją prądu. Instrukcja obsługi. Omron. 2009.[2] Wielofunkcyjny miniaturowy falownik wektorowy. Seria 3G3MV/CIMR-V7. Instrukcja obsługi. Omron. 2006.

[3] Moduł jednostki centralnej CP1L. Podręcznik wprowadzający. Omron. 2007.