

Spis treści

1. Informacje wstępne	2
2. Parametry transmisji i funkcje MODBUS.....	2
3. Spis rejestrów	3
3.1 Odczyt i zapis wejść, wyjść i rejestrów bitowych.....	3
3.2 Odczyt i zapis rejestrów liczbowych	3
4. Opis sterowania przez Modbus.....	6
4.1 Rejestry typu DINT/REAL.....	6
4.2 Sterowanie programem w pamięci sterownika	6
4.3 Załączenie, wyłączenie i zatrzymanie napędu	6
4.4 Ustawienie parametrów ruchu (rampy)	6
4.5 Bazowanie napędu.....	7
4.6 Zadanie prędkości i pozycji	7
4.7 Zerowanie pozycji, odczyt pozycji i prędkości	7
4.8 Status napędu	7
4.9 Tryb sterowania JOG	8
4.10 Rejestry użytkownika	8

1. Informacje wstępne

Sterownik SIC174/SIC184/MLA-SIC został wyposażony w interfejs szeregowy RS485, który pozwala na komunikację z urządzeniami zewnętrznymi w protokole MODBUS-RTU.

Do połączenia RS485 między sterownikami, a urządzeniem MASTER, szczególnie przy większych dystansach i prędkościach transmisji (>38400bps, >10m) zaleca się użycie skrętki dwuprzewodowej, najlepiej dodatkowo ekranowanej. Należy także pamiętać o dodaniu terminatora (rezystor o oporności 120Ω...470Ω włączony między linie A i B) na początku i końcu magistrali RS485.

Sterownik pozwala na komunikację z urządzeniami Master z prędkością odczytu/zapisu do 100 ramek/sekundę.



Wersja firmware.
Dokumentacja dotyczy sterownika z oprogramowaniem w wersji 3.21 lub wyższym.



Adresy rejestrów mogą ulec zmianie przy nowszych wersjach oprogramowania sterownika. Należy sprawdzić, czy wersja oprogramowania sterownika odpowiada opisanej w dokumentacji.

2. Parametry transmisji i funkcje MODBUS

Parametry transmisji

- Domyślny adres: 1
- Domyślna prędkość transmisji: **38400 b/s**
- Bity stopu: **1**, Parzystość: **brak**
- Timeout: **750μs** (maksymalny czas odstępu między kolejnymi bajtami w ramce)

Zaimplementowane funkcje MODBUS

Nr funkcji (hex)	Opis
0x01	Odczyt stanu wyjścia
0x02	Odczyt stanu wejścia
0x03	Odczyt N rejestrów (dla liczb WORD, INT, DIN, REAL)
0x05	Zapis wejścia
0x06	Zapis 1 rejestru (dla liczb WORD, INT)
0x10	Zapis N rejestrów (dla liczb DIN, REAL)

Opis typów zmiennych wykorzystywanych przez MODBUS-RTU w SIC184

Nazwa zmiennej	Opis	Rozmiar bajty / rejestry	Zakres
BYTE	Liczba 1 bajtowa	1 / 1	0-255
WORD	Liczba 2 bajtowa	2 / 1	0...32768
INT	Liczba 2 bajtowa	2 / 1	-32768...32767
DINT	Liczba 4 bajtowa ze znakiem	4 / 2	$-2^{31} \dots (2^{31}-1)$
REAL	Liczba zmiennoprzecinkowa	4 / 2	$1.18 \cdot 10^{-38} \dots 3.40 \cdot 10^{38}, 0, -3.40 \cdot 10^{38} \dots -1.18 \cdot 10^{-38}$



Wartości wprowadzone do rejestrów nie są zapamiętywane i przyjmują wartości domyślne po ponownym włączeniu zasilania sterownika.

3. Spis rejestrów

3.1 Odczyt i zapis wejść, wyjść i rejestrów bitowych

Adres	Nazwa	Typ zmiennej	Tryb (numer funkcji MODBUS)	Opis
6000 6000...6001	OUT	BYTE	R (0x01), W (0x05)	Odczyt wyjść OUT1...OUT2 Ustawienie wyjścia OUT1...OUT2
5000...5008	IN	BYTE	R (0x02)	Odczyt wejść IN1...IN9
2000	ENABLE	BYTE	W (0x05)	Włączenie/wyłączenie napędu (wyjście EN =1/0)
2001	STOP	BYTE	W (0x05)	Zatrzymanie napędu
2002	POS_RESET	BYTE	W (0x05)	Reset pozycji napędu
2003	JOG_PLUS	BYTE	W (0x05)	Tryb JOG+ (prędkość ustawiana rejestrem JOG_SPEED)
2004	JOG_MINUS	BYTE	W (0x05)	Tryb JOG-
4000	USER_REG_SAVE	BYTE	W (0x05)	Zapis rejestrów użytkownika do pamięci nieulotnej
4001	USER_REG_READ	BYTE	W (0x05)	Odczyt rejestrów użytkownika z pamięci nieulotnej
4002	USER_REG_ZERO	BYTE	W (0x05)	Zerowanie rejestrów użytkownika

Info: W urządzeniach typu HMI funkcje odczytu/zapisu wejść bitowych oznaczane są najczęściej jako **x1**. Funkcje odczytu/zapisu wyjść bitowych oznaczane są najczęściej jako **x0**.

Przykładowa ramka danych dla odczytu stanu wejścia IN1 (adres = 5000)

Zapytanie (MASTER -> SIC184)		Odpowiedź (SIC184-> MASTER)	
Adres urządzenia	0x01	Adres urządzenia	0x01
Funkcja	0x02	Funkcja	0x02
Początkowy adres HI	0x13	Ilość bajtów	0x01
Początkowy adres LO	0x88	Status wejść	BYTE
Ilość wejść HI	0x00	CRC HI	BYTE
Ilość wejść LO	0x08	CRC LO	BYTE
CRC HI	FD		
CRC LO	62		

Przykładowa ramka danych dla ustawienia wyjścia OUT2 (adres = 6001)

Zapytanie (MASTER -> SIC184)		Odpowiedź (SIC184-> MASTER)	
Adres urządzenia	0x01	Adres urządzenia	0x01
Funkcja	0x05	Funkcja	0x05
Początkowy adres HI	0x17	Początkowy adres HI	0x17
Początkowy adres LO	0x71	Początkowy adres LO	0x71
Ilość wejść HI	0x00	Ilość wejść HI	0x00
Ilość wejść LO	0x00	Ilość wejść LO	0x00
CRC HI	98	CRC HI	98
CRC LO	65	CRC LO	65

3.2 Odczyt i zapis rejestrów liczbowych

Rejestry użytkownika do dowolnego wykorzystania.

Adres	Nazwa	Typ zmiennej	Tryb (numer funkcji MODBUS)	Opis
0...498	USER_REGISTER	WORD DIN REAL	R (0x03), W (0x06) R (0x03), W (0x10) R (0x03), W (0x10)	Rejestry użytkownika.

Rejestry sterujące typu WORD

Adres	Nazwa	Typ zmiennej	Tryb (numer funkcji MODBUS)	Opis
1000	PROG_BANK_SEL	WORD	R (0x03), W (0x06)	Wybór numeru banku programu do uruchomienia
1001	PROG_CTRL	WORD	R (0x03), W (0x06)	Sterowanie programem: 0 – STOP, 1 – START, 2 - PAUZA

1002	STATUS	WORD	R (0x03)	Status napędu: 0 - napęd wyłączony (sygnał EN nieaktywny) 1 - napęd włączony, brak ruchu (sygnał EN aktywny) 2 - napęd w trybie zadanej prędkości 3 - napęd w trybie ruchu do zadanej pozycji 4 - napęd dojechał do zadanej pozycji 5 - błąd dojazdu do zadanej pozycji (enkoderem) 6 - napęd w trybie bazowania 8 - napęd w trybie korekcji pozycji (enkoderem) 9 - limit pozycji L (krańcówka lub programowy) 10 - limit pozycji R (krańcówka lub programowy)
1003	POWER	WORD	R (0x03), W (0x06)	Prąd napędu (2...100% wartości maks.)
1004	POWER_RED	WORD	R (0x03), W (0x06)	Redukcja prądu napędu (2...100% wartości maks.)
1005	JOG_SPEED	WORD	R (0x03), W (0x06)	Procentowa prędkość dla trybu JOG (1..100% VMAX)

Info: W urządzeniach typu HMI funkcje odczytu/zapisu wartości liczbowych oznaczane są najczęściej jako **x4**.

Rejestry sterujące typu DINT, REAL

Adres	Nazwa	Typ zmiennej	Tryb (numer funkcji MODBUS)	Opis
REJESTRY Z WARTOŚCIAMI TYPU DINT				
Wartości dla napędu w impulsach.				
Wartości aktualne oraz parametry rampy i ruchu				
1020	POS_ACT_INT	DINT	R (0x03)	Pozycja aktualna w impulsach napędu
1022	POS_NEW_INT	DINT	R (0x03), W (0x10)	Zapis pozycji aktualnej do napędu. Wpisanie wartości 0 powoduje wyzerowanie aktualnej pozycji.
1024	VEL_ACT_INT	DINT	R (0x03)	Odczyt aktualnej prędkości.
1026	ACC_INT	DINT	R (0x03), W (0x10)	Odczyt / zapis przyspieszenia w trybie pozycji oraz przyspieszenia i hamowania w trybie prędkości.
1028	DEC_INT	DINT	R (0x03), W (0x10)	Odczyt / zapis hamowania w trybie prędkości.
1030	VMAX_INT	DINT	R (0x03), W (0x10)	Odczyt / zapis prędkości maksymalnej dla trybu pozycji.
1032	POSLIM_L_INT	DINT	R (0x03), W (0x10)	Odczyt / zapis pozycji skrajnej L (dla ruchu w "-")
1034	POSLIM_R_INT	DINT	R (0x03), W (0x10)	Odczyt / zapis pozycji skrajnej R (dla ruchu w "+")
Rejestry dla zadawania ruchu				
1036	HOME_INT	DINT	W (0x10)	Wykonanie bazowania. Wartość rejestru określa prędkość bazowania.
1038	VEL_ABS_INT	DINT	W (0x10)	Zadanie prędkości absolutnej (prędkość napędu będzie równa wprowadzonej wartości).
1040	VEL_REL_INT	DINT	W (0x10)	Zadanie prędkości względnej (prędkość napędu będzie równa prędkości aktualnej + wprowadzonej wartości).
1042	POS_ABS_INT	DINT	W (0x10)	Zadanie pozycji absolutnej (nastąpi ruch napędu do osiągnięcia zadanej pozycji).
1044	POS_REL_INT	DINT	W (0x10)	Zadanie pozycji względnej (nastąpi ruch napędu do pozycji równej aktualnej + wprowadzonej wartości).
Rejestry dla enkoderów				
1046	ENC_XPOS_INT	DINT	R (0x03), W (0x10)	Wartość licznika enkodera w impulsach przeliczonych na impulsy napędu.
1048	ENC_IMP_INT	DINT	R (0x03), W (0x10)	Wartość licznika enkodera w impulsach.
REJESTRY Z WARTOŚCIAMI TYPU REAL				
Wartości dla napędu w ustawionych jednostkach.				
Wartości aktualne oraz parametry rampy i ruchu				
1060	POS_ACT_REAL	REAL	R (0x03)	Pozycja aktualna.
1062	POS_NEW_REAL	REAL	R (0x03), W (0x10)	Zapis pozycji aktualnej do napędu. Wpisanie wartości 0 powoduje wyzerowanie aktualnej pozycji.
1064	VEL_ACT_REAL	REAL	R (0x03)	Odczyt aktualnej prędkości.
1066	ACC_REAL	REAL	R (0x03), W (0x10)	Odczyt / zapis przyspieszenia w trybie pozycji oraz przyspieszenia i hamowania w trybie prędkości.
1068	DEC_REAL	REAL	R (0x03), W (0x10)	Odczyt / zapis hamowania w trybie prędkości.
1070	VMAX_REAL	REAL	R (0x03), W (0x10)	Odczyt / zapis prędkości maksymalnej dla trybu pozycji.
1072	POSLIM_L_REAL	REAL	R (0x03), W (0x10)	Odczyt / zapis pozycji skrajnej L (dla ruchu w "-")

1074	POSLIM_R_REAL	REAL	R (0x03), W (0x10)	Odczyt / zapis pozycji skrajnej R (dla ruchu w "+")
Rejestry dla zadawania ruchu				
1076	HOME_REAL	REAL	W (0x10)	Wykonanie bazowanie. Wartość rejestru określa prędkość bazowania.
1078	VEL_ABS_REAL	REAL	W (0x10)	Zadanie prędkości absolutnej (prędkość napędu będzie równa wprowadzonej wartości).
1080	VEL_REL_REAL	REAL	W (0x10)	Zadanie prędkości względnej (prędkość napędu będzie równa prędkości aktualnej + wprowadzonej wartości).
1082	POS_ABS_REAL	REAL	W (0x10)	Zadanie pozycji absolutnej (nastąpi ruch napędu do osiągnięcia zadanej pozycji).
1084	POS_REL_REAL	REAL	W (0x10)	Zadanie pozycji względnej (nastąpi ruch napędu do pozycji równej aktualnej + wprowadzonej wartości).
Rejestry dla enkoderów				
1086	ENC_XPOS_REAL	REAL	R (0x03), W (0x10)	Wartość licznika enkodera w obrotach przeliczonych na jednostki napędu.



SIC184 adresuje rejestry od 0. Dla urządzeń MASTER, w których adresowanie rozpoczyna się od 1 należy podawać wartości rejestrów z przesunięciem o 1 np.: POS_ACT_INT = 1020 + 1 = 1021

Przykładowa ramka zadania prędkości absolutnej dla napędu M1. Funkcja: 0x10, Adres rejestru: 1078 (VEL_ABS_REL)

Zapis (MASTER -> SIC84)		Odpowiedź (SIC184 -> MASTER)	
Adres urządzenia	0x01	Adres urządzenia	0x01
Funkcja	0x10	Funkcja	0x10
Adres rejestru Hi	0x04	Początkowy adres Hi	0x04
Adres rejestru Lo	0x36	Początkowy adres Lo	0x36
Ilość rejestrów Hi	0x00	Ilość rejestrów Hi	0x00
Ilość rejestrów Lo	0x02	Ilość rejestrów Lo	0x02
Ilość bajtów	0x04	CRC	16 bit
Rejestr 0x06 Hi	REAL/DINT* (Bajt 1)		
Rejestr 0x06 Lo	REAL/DINT* (Bajt 0)		
Rejestr 0x06 +1 Hi	REAL/DINT* (Bajt 3)		
Rejestr 0x06 +1 Lo	REAL/DINT* (Bajt 2)		
CRC	16 bit		

Przykładowa ramka odczytu pozycji aktualnej dla napędu M1. Funkcja: 0x03, Adres rejestru: 1060 (POS_ACT_REAL)

Zapytanie (MASTER -> SIC184)		Odpowiedź (SIC184-> MASTER)	
Adres urządzenia	0x01	Adres urządzenia	0x01
Funkcja	0x03	Funkcja	0x03
Adres rejestru Hi	0x04	Ilość bajtów	0x04
Adres rejestru Lo	0x24	Rejestr 0x03 Hi	REAL/DINT* (Bajt 1)
Ilość rejestrów Hi	0x00	Rejestr 0xFC Lo	REAL/DINT* (Bajt 0)
Ilość rejestrów Lo	0x02	Rejestr 0x03+1 Hi	REAL/DINT* (Bajt 3)
CRC HI	0x85	Rejestr 0xFC+1 Lo	REAL/DINT* (Bajt 2)
CRC LO	0x30	CRC	16 bit



Wszystkie liczby 4 bajtowe typu **DINT**, **DWORD**, **REAL** zawierają się zawsze w **dwóch rejestrach**. Ponadto dla liczb DINT pierwszy rejestr zawiera jej młodszą część, drugi starszą. Przykładowo by odczytać pozycję aktualną napędu M1 należy odczytać rejestry o numerach 1020 oraz 1021, a następnie wykonać odpowiednią konwersję (jeśli nie ma odpowiedniej funkcji modbus w sterowniku MASTER).

Konwersja 2 rejestrów (4 bajty) na liczbę 32 bitową (DINT, DWORD, FLOAT).

RejestrX HI <-> Bajt1

RejestrX LO <-> Bajt0

RejestrX+1 HI <-> Bajt3

RejestrX+1 LO <-> Bajt2

Liczba_32_bit = Bajt3<<24 + Bajt2<<16 + Bajt1<<8 + Bajt0,

lub **Liczba_32_bit** = RejestrX + Rejestr(X + 1)<<16

4. Opis sterowania przez Modbus

4.1 Rejestry typu DINT/REAL

Część rejestrów do sterowania napędem jest zdublowana i występuje jako typ **DINT** (dla wprowadzania wartości bez przecinka, wówczas wartości zadawane są bez przeliczeń jednostek) oraz jako typ **REAL** (do wprowadzania wartości zmiennoprzecinkowych w zadanych jednostkach ruchu).

Jest to przydatne, gdy wymagane jest bezpośrednie zadawanie pozycji w impulsach lub sterownik nadrzędny nie wspiera konwersji rejestrów do liczb zmiennoprzecinkowych typu **REAL**.

Przykład ręcznego przeliczania jednostek na impulsy dla rejestrów DINT

Napęd: silnik krokowy 200 imp./obrót z podziałem kroku 1/64.

Przeliczenie jednostek: $200 * 64 = 12800$ impulsów / obrót silnika.

Zadanie prędkości 2,5 obr./sek

Do rejestru **VEL_ABS_INT** (1038) należy zapisać wartość $2,5 * 12800 = 32000$ [imp]

Odczyt aktualnej pozycji:

Odczytujemy rejestr **POS_ACT_INT** (1020), który przykładowo odsyła wartość 57600.

Aktualna pozycja napędu w przeliczeniu na obroty silnika wynosi: $57600/12800 = 4,5$ [obr]

4.2 Sterowanie programem w pamięci sterownika

Za pomocą rejestru **PROG_BANK_SEL** (1000) możliwy jest wybór programu z pamięci sterownika który ma być kontrolowany (uruchomiony, zatrzymany, wstrzymany). Do rejestru należy wpisać wartość odpowiadającą wybranemu programowi (wartość 0...5).

Rejestr **PROGRAM_CTRL** (1001) steruje pracą programu:

- Zapisanie wartości 1 powoduje uruchomienie programu
- Zapisanie wartości 2 powoduje wstrzymanie wykonywanego programu
- Zapisanie wartości 0 powoduje zatrzymanie programu



Jeśli uruchomiony zostanie program z pustego banku programu, sterownik zasygnalizuje błąd.

4.3 Załączenie, wyłączenie i zatrzymanie napędu

- **ENABLE** (2000) – włączenie / wyłączenie napędu
- **STOP** (2001) – zatrzymanie napędu
- **RESET** (2002) – reset pozycji napędu

4.4 Ustawienie parametrów ruchu (rampy)

Ustawienie parametrów ruchu kontrolujących rampę odbywa się za pomocą rejestrów:

- **ACT_INT** (1026) / **ACT_REAL** (1066) – przyspieszenie dla trybu pozycji i prędkości
- **DEC_INT** (1028) / **DEC_REAL** (1068) – zwalnianie dla trybu pozycji
- **VMAX_INT** (1030) / **VMAX_REAL** (1070) – prędkość maksymalna dla trybu pozycji



Parametry ruchu powinny być wprowadzane jako wartości dodatnie.

4.5 Bazowanie napędu

Bazowanie napędów odbywa się za pomocą rejestru **HOME_INT** (1036) / **HOME_REAL** (1076). Wpisana do rejestru wartość określa prędkość bazowania. Bazowanie następuje od razu po zapisaniu do rejestru. Po zakończeniu bazowania pozycja napędu jest automatycznie zerowana.



Bazowanie w stronę **krańcówki lewej (KL)** odbywa się przez zapisanie prędkości **ze znakiem ujemnym**.
Bazowanie w stronę **krańcówki prawej (KR)** odbywa się przez zapisanie prędkości **ze znakiem dodatnim**.

4.6 Zadanie prędkości i pozycji

Prędkość/pozycja absolutna i względna (relatywna)

Prędkość i pozycja może być zadana **absolutnie** (napęd osiągnie prędkość/pozycję równą wpisanej do rejestru), lub **względnie** (napęd zwiększy lub zmniejszy swoją prędkość/pozycję o wartość wpisaną do rejestru). Rejestry posiadające w nazwie **ABS** zadają wartości absolutnie, a **REL** – względnie (relatywnie).

Rejestry ruchu

- **VEL_ABS_INT** (1038) / **VEL_ABS_REAL** (1078) – zadanie prędkości absolutnie
- **VEL_REL_INT** (1040) / **VEL_REL_REAL** (1080) – zadanie prędkości względnie
- **POS_ABS_INT** (1042) / **POS_ABS_REAL** (1082) – zadanie pozycji absolutnie
- **POS_REL_INT** (1044) / **POS_REL_REAL** (1084) – zadanie pozycji względnie

4.7 Zerowanie pozycji, odczyt pozycji i prędkości

Odczyt aktualnej prędkości i pozycji

Aktualna prędkość dostępna jest w rejestrach **VEL_ACT_INT** (1024) / **VEL_ACT_REAL** (1064)

Aktualna pozycja dostępna jest w rejestrach **POS_ACT_INT** (1020) / **POS_ACT_REAL** (1060)

Zerowanie aktualnej pozycji

Aktualna pozycja może być wyzerowana przez zapis do rejestru **POS_RESET** (2000). Aktualna pozycja może być także nadpisana inną przez zapis do rejestru **POS_NEW_INT** (1022) / **POS_NEW_REAL** (1062).

4.8 Status napędu

Za pomocą rejestru statusowego **STATUS** (1002) możliwa jest kontrola działania napędu. W zależności od wartości rejestru rejestr przyjmuje następujące wartości:

Wartość rejestru MX_STATUS	Opis
0	Napęd wyłączony (brak sygnału EN)
1	Napęd włączony, ale nie znajduje się w ruchu (sygnał EN aktywny)
2	Napęd znajduje się w trybie zadanej prędkości
3	Napęd znajduje się w trybie ruchu do zadanej pozycji
4	Napęd dojechał do zadanej pozycji
5	Błąd dojazdu do zadanej pozycji (dla pracy z enkoderem)
6	Napęd w trybie bazowania
7	-
8	Napęd w trybie korekcji pozycji (dla pracy z enkoderem)
9	Napęd osiągnął krańcową pozycję L podczas ruchu w stronę zmniejszającą pozycję (programową, lub przez aktywację sygnału krańcowego KL)
10	Napęd osiągnął krańcową pozycję R podczas ruchu w stronę zwiększającą pozycję (programową, lub przez aktywację sygnału krańcowego KL)

Status napędu może być wykorzystany m.in. do określenia czy napęd osiągnął zadaną pozycję przed zadaniem kolejnej.

4.9 Tryb sterowania JOG

Tryb JOG może być wykorzystany do ręcznej zmiany pozycji napędów poprzez np. panel HMI. Prędkość ruchu w trybie JOG określana jest w rejestrze **JOG_SPEED** (1005) jako procentowa wartość (2..100) prędkości maks. ustawionej za pomocą rejestru **VMAX_INT** (1030) / **VMAX_INT** (1070).

Ruch dla poszczególnych napędów wyzwalany jest poprzez rejestry bitowe:

- **JOG_PLUS** (2003) - bit ustawiony: ruch w stronę dodatnią, bit wyzerowany: zatrzymanie napędu
- **JOG_MINUS** (2004) - bit ustawiony: ruch w stronę ujemną, bit wyzerowany: zatrzymanie napędu

4.10 Rejestry użytkownika

Sterownik posiada 500 rejestrów dowolnego przeznaczenia (**adresy 0-499**). Użytkownik może przechowywać w tych rejestrach wartości, które mogą być odczytywane lub zapisywane przez program wykonywany w sterowniku. Do rejestrów mogą być zapisywane wartości typu INT, DINT oraz REAL. W przypadku zapisu wartości typu DINT i REAL, które zawierają się zawsze w dwóch sąsiednich rejestrach należy zapisywać je pod adresy parzyste.

Rejestr	0	1	2	3	...	498	499
	INT 0	INT 1	INT 2	INT 3		INT 498	INT 499
	DINT 0		DIN 2			DIN 498	
	REAL 0		REAL 2			REAL 498	

W celu odwołania się do rejestrów użytkownika w języku WBL należy użyć komend:

\$IX - odwołanie się do rejestru z wartością typu INT

\$DX - odwołanie się do rejestru z wartością typu DINT (X tylko parzyste)

\$RX - odwołanie się do rejestru z wartością typu REAL (X tylko parzyste)

,gdzie X oznacza adres rejestru 0..499