Sterowanie serwonapędem ASTRAADA SRV ze sterownika ASTRAADA One za pośrednictwem sieci EtherCAT

(bez użycia licencji SoftMotion)

Zrzuty ekranu występujące w tej dokumentacji pochodzą z oprogramowania CODESYS w wersji 3.5 SP8 Patch 4.

Spis treści

Bezpieczeństwo pracy z serwonapędem	2
Przygotowanie serwonapędu ASTRAADA SRV do komunikacji w protokole EtherCAT	3
Konfigurowanie w oprogramowaniu CodeSYS komunikacji EtherCAT sterownika ASTRAADA One z serwonapędem ASTRAADA SRV	4
Dodawanie parametrów do domyślnej listy danych wymienianych pomiędzy sterownikiem a serwonapędem	13
Adresowanie danych w protokole EtherCAT	16
Dystrybucja zegara Network Clock Synchronization	16
Status urządzenia (serwonapędu) zgodny ze standardem CiA DS402 oraz wysyłanie poleceń sterujących	16
Status serwonapędu dostępny za pośrednictwem sieci EtherCAT	17
Opis słowa kontrolnego (0x6040)	19
Praca w trybie sterowania pozycją	21
Praca w trybie sterowania prędkością	26
Kalibrowanie serwonapędu (Homing)	28
Wyświetlenie wizualizacji w oknie przeglądarki	33
Wybrane kody błędów EtherCAT	34
Co sprawdzić, gdy serwonapęd nie działa	35



BEZPIECZEŃSTWO PRACY Z SERWONAPĘDEM

Podczas pracy z serwonapędem należy pamiętać o następujących zagrożeniach:

- Zagrożenie porażenia prądem elektrycznym,
- Zagrożenie uszkodzeniami mechanicznymi ludzi i maszyn.

Nawet po wyłączeniu zasilania należy odczekać 10 minut przed dotknięciem lub rozłączaniem okablowania! Ten czas jest niezbędny na rozładowanie wewnętrznych kondensatorów w serwonapędzie.

Nie dotykać ruchomych części serwonapędów i połączonych z nim mechanizmów!

Przed uruchomieniem serwonapędów upewnić się, że maszyna nie będzie zagrażać obsłudze i nie spowoduje uszkodzenia części mechanicznych! W miarę możliwości, zaleca się przeprowadzanie testów przy wysprzęglonych serwonapędach.



PRZYGOTOWANIE SERWONAPĘDU ASTRAADA SRV DO KOMUNIKACJI W PROTOKOLE ETHERCAT

Przed przystąpieniem do konfigurowania serwonapędu zaleca się przywrócenie jego ustawień fabrycznych. Jest to realizowane poprzez wpisanie wartości 1 do rejestru **P4.92** i ponowne załączenie zasilania.

Serwonapęd ASTRAADA SRV domyślnie nie jest skonfigurowany do komunikacji za pośrednictwem sieci EtherCAT. Należy więc uaktywnić w nim opcję komunikacji w tym protokole. W tym celu:

> 1. Ustaw tryb pracy serwonapędu na sterowanie za pomocą sieci

i ży cji 1

EtherCAT. W tym celu do parametru **P0.03** wpisz wartość **8**. Po zmianie tego parametru wyłącz i załącz zasilanie wzmacniacza.

- 2. Ustaw typ synchronizacji za pomocą sieci EtherCAT w parametrze P4.08 na:
 - a. **0** (Free-Run, tj. praca bez synchronizacji)
 - b. lub **1** (DC Sync0, czyli praca z synchronizacją lokalnych zegarów poszczególnych urządzeń podrzędnych)
- 3. Skonfiguruj okres synchronizacji EtherCAT, tj. czas wymiany danych z użyciem tej sieci. W tym celu wpisz odpowiednią wartość do parametru **P4.07**:
 - a. Wartość **0** oznacza 250us
 - b. Wartość 1 oznacza 500us
 - c. Wartość 2 oznacza 1ms
 - d. Wartość 3 oznacza 2ms
- 4. W parametrze **P4.09** ustaw czas Fault Detection Time, tzn. czas timeout, dla komunikacji EtherCAT (np. wpisz **100** ms). Posłuży on do wykrywania faktu utraty komunikacji na tej sieci.

Proszę upewnić się, że w parametrze **P0.00** został skonfigurowany model silnika, jaki rzeczywiście jest dołączony do wzmacniacza. Przykładowo, w przypadku serwonapędu o mocy 200W z silnikiem wyposażonym w enkoder absolutny jest to model 2200, w przypadku mocy 400W jest to model 2300. Dla silników enkoderem inkrementalnym są to kody 220 oraz 230. Numer modelu silnika nadrukowany jest na silniku. Po zmianie modelu silnika wymagane jest wyłączenie i załączenie zasilania wzmacniacza.

Sterownik ASTRAADA ONE musi być połączony ze wzmacniaczem serwonapędu ASTRAADA SRV przy użyciu <u>pierwszego (tj. górnego)</u> portu EtherCAT w tym wzmacniaczu - gniazdo CN3.



KONFIGUROWANIE W OPROGRAMOWANIU CODESYS KOMUNIKACJI ETHERCAT STEROWNIKA ASTRAADA ONE Z SERWONAPĘDEM ASTRAADA SRV

W tym rozdziale zamieszczony jest opis zakładania projektu w środowisku CodeSYS na sterownik ASTRAADA One oraz konfigurowanie połączenia EtherCAT z serwonapędem ASTRAADA SRV.

1. W środowisku CodeSYS załóż nowy projekt. W niniejszym przykładzie jako sterownik wybrany został model kompaktowy.

Standard Pr	oject	8
	You are about objects within - One program - A program P - A cyclic task - A reference t	to create a new standard project. This wizard will create the following this project: mable device as specified below LC_PRG in the language specified below which calls PLC_PRG o the newest version of the Standard library currently installed.
	Device:	Berghof MX6 Control (Berghof Automation GmbH)
	PLC_PRG in:	Ladder Logic Diagram (LD)
		OK Cancel

 Jeżeli masz już zainstalowane biblioteki do obsługi serwonapędów ASTRAADA SRV, przejdź do punktu 6. Natomiast, jeżeli wcześniej nie konfigurowałeś jeszcze serwonapędów ASTRAADA SRV w swoim środowisku CodeSYS, musisz dodać biblioteki dla obsługi tych serwonapędów. Wybierz w tym celu polecenie Tools | Device Repository...





3. Wciśnij przycisk Install.

😹 Device Re	pository					—
Location:	System Repository (C:\ProgramData\	, CODESYS\D	evices)	 	•	Edit Locations
Installed d Name ⊕- ∰ M ⊕- ∰ F ⊕- ∰ P ⊕- Ø S	evice descriptions: liscellaneous ieldbusses LCs oftMotion drives	Vendor	Version			Install Uninstall Install DTM
						Details
						Close

- 4. Ze strony Pomocy Technicznej ASTOR pobierz bibliotekę do obsługi serwonapędów ASTRAADA SRV. Wskaż lokalizację pobranego pliku (np. Astraada_SRV_CoE_V106.xml).
- 5. Sprawdź komunikat oprogramowania i upewnij się, że biblioteka została prawidłowo zainstalowana.
- 🜋 Device Repository

.ocation	System Repositor	y			~	Edit Locations
	(C:\ProgramData	CODESYS\D	evices)			
installed D	evice Descriptions					
String for	a full text search		Vendor	<all vendors=""></all>	/	Install
Name		Vendor	Version	Description		Uninstall
н М	liscellaneous					Export
н (Ш) Fi (Э) (<mark>Э</mark> Н	ieldbuses MI devices					
🗷 🔐 Pl	LCs					
🗄 - 🔗 S	oftMotion drives					
	:\Users\MATEUSZST	Desktop Ast	raada_AS64_I	EtherCAT_101.xml		
I (Device "Astraada	_SRV_64_Eth	erCAT(CoE) D	rive" installed to device repository		
						Details
						Close
						ciuse

 \times



6. W celu uaktywnienia w sterowniku ASTRAADA One obsługi protokołu EtherCAT kliknij prawym klawiszem myszy na Device i wybierz polecenie Add Device...





Następnie w polu Vendor wybierz <All vendors> i wybierz z listy EtherCAT Master. Zatwierdź wybór przyciskiem Add Device.

Add Device			-
Name: EtherCAT_Master			
Action:			
Append device In:	sert device 💿 Plug device 🌀 Update	device	
Device:			
Vendor:			
Call Vendors 2			•
Name	Vendor	Version	
Miscellaneous			
Fieldbusses			
E CANDUS			
Ether	CAT Master 35 - Smart Software Solu	itions GmbH 3.5.5.0	
Ethernet Ada	pter		
EtherNet/IP			
🗄 🛲 Profibus			
🗉 🛲 Profinet IO			
🖻 S sercos			
Group by category			
Display all versions (fr	r experts only)		
Display outdated yers	ions		
	ions		
Information:			
Name: EtherCAT N	aster		
Groups: Master	I Software Solutions GmbH		
Version: 3.5.5.0 Model Number: 2	22	2	
Description: Ethe	rCAT Master		
	- 1 - 1 - 1 - 1 - 1		
Append selected device Device	as last child of		
A (You can callect and	her target node in the navigator while th	is window is open)	
(You can select anot	her target node in the navigator while th	is window is open.)	
(You can select anot	her target node in the navigator while th	Add Device	Close



 Bez zamykania poprzedniego okna kliknij na składniku EtherCAT_Master (EtherCAT Master) i przyciskiem Add Device dodaj z listy urządzenie podrzędne Astraada_SRV_64. Zamknij okno z listą urządzeń.

) Add	d Device					>
lame	Astraada_AS64					
Action	1					
Ap	opend device 🔿 Insert device 🔿 Plug d	levice Ol	Jpdate device			
String	for a full text search	Vendor	Astraada			~
Nam	ne			Vendor	Version	
.	Fieldbuses					
E	Brown Ethercat					
	Astradda					
	Astraada_SRV_63(8B	it Asyn DSP	ET1100)	Astraada	Revision=16	#00000000
	Astraada_SRV_64_Et	herCAT(CoE) Drive	Astraada	Revision=16	#0000064
<						>
⊿ Gro	pup by category Display all versions (f	or experts o	only) 🗌 Disi	olav outdated	versions	
	Vendor: Astraada_SRV_64_EtherCAT(COE)	Drive				
	Categories: Version: Revision = 16 #00000064				<	
	Order Number: Astraada_AS64	-1				
	EtherCAT 101.xml Device: Astraada SRV	om Slave XM / 64 EtherC	L: Astraada_A AT(CoE)	564	-	
	DriveAstraada_SRV_64_EtherCAT(CoE) Dr	ive				
Appe	nd selected device as last child of					
o 0	(You can select another target node in the	navigator v	hile this wind	ow is open.)		
				Add D	Device	Close



 W celu nawiązania komunikacji oprogramowania CodeSYS ze sterownikiem ASTRAADA One dwukrotnie kliknij na Device i wciśnij przycisk Scan network... Oczywiście wcześniej sterownik musi zostać połączony z komputerem, z którego odbywa się programowanie. Domyślny adres IP sterownika ASTRAADA One to: 169.254.255.xx, gdzie xx to ostatnie dwie cyfry numeru seryjnego sterownika.

Device X									
Communication Settings	Applications	Files	Log	PLC settings	PLC shell	Users and Groups	Access Rights	Task deployment	Status 🌒
Scan network Gate	way 👻 Devi	te 🔻							
	1		•						
	<u> </u>			***					
•			-				•		
			G	ateway					
	Gat	eway-1			Ŧ	WWWIN7		T	
Select Device									
Select Device									
Select the network p	(scanning)	troller:				D	evice Name:	Scan ne	twork
BGH-II	MX6 [0032]					BC	GH-IMX6	Ma	
						D 00	evice Address: 032	VII	1K
						Т	arget Version:		
						1.	7.1.0		
						Ta Be Gr	arget Vendor: erghof Automatio mbH	n	
						Т	arget ID:		
						10	059 0003		
						T: EC	arget Name: CC2250 0.8S 113	1	
i i						Ta 40	arget Type: 196		
r									
							_		
								ок	Cancel

9. Z listy sterowników wybierz właściwy i zatwierdź przyciskiem OK. Po udanym nawiązaniu komunikacji ze sterownikiem, jako potwierdzenie sukcesu tej operacji, zmieni się kolor kropki przy sterowniku z czarnego na zielony.

Device X								
Communication Settings Appli	cations	Files	Log	PLC settings	PLC shell	Users and Groups	Access Rights	Task deploymen
Scan network Gateway 🔻	Devic	e 🔻						
			•					
			- 2					
							•	
			G	ateway		_		
	Gate	wav-1			•	[0032] (active	:)	•
	TP-A	Idress:				Device Name		
	local	host				BGH-IMX6		
	Port:					Device Addre	ss:	
	1217					0032		
						Target ID:		
						1059 0003		
						Target Type:		
						4096		
						Target Vendo	r: making Carbo	
						Dergnor Auto	mation GMDH	
						Target Versio	n:	

10. Zdefiniuj, który port w sterowniku będzie pracował w roli urządzenia Master na sieci EtherCAT. W tym celu dwukrotnie kliknij na składniku EtherCAT Master. W sterowniku, który został użyty w tym ćwiczeniu, port eth1 może być użyty jako Master w sieci EtherCAT, dlatego w oknie wyboru portu (Select Network Adapter) wybierz port o nazwie eth1. Wciśnij przycisk Browse i wybierz odpowiedni port.

Dev	ice 📝 🗃 Ether	CAT_Master 🗙											
Master 📮	EtherCAT I/O Map	ping Status 🌗 Infor	mation										
🔽 Aut													
EtherCAT	NIC Setting												
Destina	tion Address (MAC)	FF-FF-FF-FF-FF	🔽 Broadcast	Enable Redundancy									
Source	Address (MAC)	00-00-00-00-00	Browse										
Networ	k Name												
Sele	ect network by MAC	Select netwo	ork by Name										
L													
Distribute	d.Clock	Ontions											
Cycletin	Select Network A	dapter											
Sync Off	16004CB8FE32												
📃 Sync	00E0BA9503BC												
Sync wir													
	name:	eth1											
	description:												
			ОК	Abort									



11. W efekcie, w polu Source Address (MAC) zostanie wyświetlony adres MAC wybranego portu komunikacyjnego sterownika ASTRAADA One. Zaznacz opcję Auto restart slaves – wtedy sterownik samoczynnie będzie ponawiał próby komunikacji z serwonapędem w przypadku chwilowego niepowodzenia (np. rozłączenia na moment kabla komunikacyjnego EtherCAT).

Device Ethe	CAT_Maste	er X						
Master 🗮 EtherCAT I/O Mag	ping Status	s 🕕 Informa	tion					
✓ AutoconfigMaster/Slaves EtherCAT								
EtherCAT NIC Setting								
Destination Address (MAC	FF-FF-FF-F	F-FF-FF	🔽 Broadcast	Enable Redundancy				
Source Address (MAC)	00-E0-BA-9	95-03-BD	Browse					
Network Name	eth1							
Select network by MAC	0	Select network	by Name					
Distributed Clock		Options						
Cycletime 4000	÷ µs	📃 Use LR	W instead of LWF	t/LRD				
Sync Offset 20	\$ %	Enable	messages pertas	k				
Sync Window Monitoring	,	🔽 Auto re	start slaves					
Sync window 1	÷ µs							

12. Przejdź do konfigurowania urządzenia podrzędnego, tj. kliknij dwukrotnie na składniku Astraada_SRV_64. Następnie zaznacz opcję Enable Expert Settings i odznacz Check Product ID. W przypadku korzystania z innego sterownika firmy Astraada np. EC2000 + Extender, w każdym dodanym urządzeniu podrzędnym do drzewka należy odznaczyć tę opcję).

Visualization	Device 🔐 EtherCAT_Master 🕸 PLC_PRG 🔐 Astraada_SRV_63 🗙
Slave Expert Process Data P	rocess Data 🛛 Startup parameters 🛛 🗮 EtherCAT I/O Mapping 🛛 Status 🚺 Information
Address	Additional
AutoInc Address: 0	EtherCAT
EtherCAT Address: 100	1 Optional
Distributed Clock	
Select DC: DC f	or synchronization 🔻
venable 4000	Sync Unit Cycle (µs)
Sync0:	
V Enable Sync 0	
Sync Unit Cycle x 1	
🔘 User Defined	0 Shift Time (µs)
Sync1:	
Enable Sync 1	
Sync Unit Cycle x 1	- 4000 (μs)
🔘 User Defined	0 🖾 Shift Time (µs)
Startup checking	Timeouts
Check Vendor ID	SDO Access 2000 💼 ms
Check Product ID	I -> P 3000 ms
Check Revision Number	P -> S / S -> 0 10000 ms



13. Po dołączeniu obu urządzeń do sieci EtherCAT, zaprogramowaniu sterownika oraz uruchomieniu programu i po skonfigurowaniu serwonapędu do komunikacji w sieci EtherCAT, sprawdź status komunikacji EtherCAT. Poprawna komunikacja z serwonapędem za pośrednictwem sieci EtherCAT będzie sygnalizowana następującymi ikonami:



Teraz możesz przystąpić do wykonania ruchów testowych oraz pisania programu sterującego pracą serwonapędu.

Nie zapomnij załączyć śledzenia zmiennych nieużywanych w programie, jeżeli zamierzasz przeprowadzić testy serwonapędu, zanim zostanie napisany program sterujący z ich użyciem.

Opcja tę można znaleźć w prawym dolnym rogu okna po otwarciu składnika Astraada_SRV_64, w zakładce EtherCAT I/O Mapping.



DODAWANIE PARAMETRÓW DO DOMYŚLNEJ LISTY DANYCH WYMIENIANYCH POMIĘDZY STEROWNIKIEM A SERWONAPĘDEM

Biblioteka serwonapędu została dostarczona w takiej formie, że pewne parametry znajdują się domyślnie na liście danych, jakie będą wymieniane pomiędzy sterownikiem a serwonapędem. Jednak okazać się może, że na liście tej nie ma wszystkich parametrów, jakie potrzebuje użyć programista.

General	Find		Filter Show all			- 🕂 Add FB f	or IO Cł	hannel → Go to Insta
Process Data	Variable	Mapping	Channel	Address	Туре	Default Value	Unit	Description
Process Data			Control Word	%QW0	UINT			Control Word
tartup Parameters	😟 - Ko		Target Position	%QD1	DINT			Target Position
			Target Velocity	%QD2	DINT			Target Velocity
og	😟 - * ø		Mode of Operation	%QB12	SINT			Mode of Operation
	*		Target torque	%QW7	INT			Target torque
therCAT I/O Mapping.	🗎 - ^K ø		Touch probe control	%QW8	UINT			Touch probe control
			Positive torque limit	%QW9	UINT			Positive torque limit
therCAT IEC Objects	🖷 - * ø		Negtive torque limit	%QW10	UINT			Negtive torque limit
Yatus	i		Max profile velocity	%QD6	UDINT			Max profile velocity
status	🖷 - 鞭		Status Word	%IW0	UINT			Status Word
nformation	🚊 🦄		Position Actual Value	%ID1	DINT			Position Actual Value
	🖷 - 🍬		Speed Actual Value	%ID2	DINT			Speed Actual Value
	🗄 🍫		Torque Actual Value	%IW6	INT			Torque Actual Value
	😟 - 🦄		Operation Mode Display	%IB14	SINT			Operation Mode Display
	🚊 🧤		Current Actual Value	%IW8	INT			Current Actual Value
	🗎 - 🍫		Touch Probe Status	%IW9	UINT			Touch Probe Status
	😟 🦄		Touch Probe Value	%ID5	DINT			Touch Probe Value
	🗎 - 🍫		Digital outputs	%ID6	UDINT			Digital outputs
	😟 🦄		Digital inputs	%ID7	UDINT			Digital inputs

Domyślna lista parametrów wygląda następująco:

Należy mieć na uwadze, że ilość parametrów wymienianych z serwonapędem jest ograniczona i pozwala na dodanie jednego parametru wyjściowego (do zapisu w serwonapędzie). Dlatego należy rozważyć, które parametry będą niezbędne do używania w danej aplikacji i ewentualnie usunąć z listy parametry zbędne. Z reguły do listy trzeba dodać ograniczenie momentu siły (Max Torque), a usunąć można zatrzaskiwanie pozycji (Touch Probe Function).

Aby dodać parametr do tej listy, należy:

1. Upewnić się, że oprogramowanie CodeSYS nie jest w trakcie komunikowania się ze sterownikiem ASTRAADA One lub rozłączyć komunikację ze sterownikiem za pomocą przycisku Logout:

<u>F</u> ile	<u>E</u> dit	<u>V</u> iew	Project	Visualization	<u>B</u> uild	<u>O</u> nline	<u>D</u> ebug	<u>T</u> ools	<u>W</u> indow	Help	
1	2 🖬	6	0 0	X 🖻 🖻	$\times 10$	🖌 🕼 I	₿ 箍	- D	🎬 🍳	C₿	▶ ■ [= 9] 4] 4] 4] 4] 4] 4]
			[명 명		1 D †	후 🏨				8 8↓	許 화 忌 ⑪ 昭 德 ⑮ 匝 됴 ┗ 隱 隧



 Dwukrotnie kliknąć w komponent "Astraada_AS64", a w oknie właściwości tego urządzenia przejść na zakładkę "Expert Process data". W polu PDO List (Process Data Objects) należy kliknąć lewym przyciskiem myszy w index 16#1600 (DO Outputs). Umożliwi to dodanie nowej zmiennej w polu PDO Content.

Następnie w polu PDO Content należy kliknąć lewym przyciskiem myszy na ikonę "Insert", co spowoduje otwarcie nowego okna, gdzie można dodać nową zmienną.

		🕂 Add 📝 Edit 🗙 Delete									
SM Size Ty	pe .	PDO List:									
0 0 Ma	ilbox Out	Index	Size	Nam	e		Flags	SM			
1 0 Ma	ilbox In	16#1600 21.0 DO Outputs 2									
2 21 Out	:puts	16#1A00	32.0	DI Inp	outs			3			
3 32 Inp	uts										
PDO Assignment (16	#1C12):	🕂 Insert 🚺	Edit 🗙 I	Delete	會 Mo	ve Up 🗣 Move Down					
✔ 16#1600	ų	ree content	(16#1600):							
		Index Inse	ert	Size	Offs	Name		Туре			
		16#6040:0	00	2.0	0.0	Control Word		UINT			
		16#607A:	00	4.0	2.0	Target Position		DINT			
		16#60FF:(00	4.0	6.0	Target Velocity		DINT			
		16#6060:0	00	1.0	10.0	Mode of Operation		SINT			
		16#60B8:	00	2.0	11.0	Touch Probe Function		UINT			
		16#6081:0	00	4.0	13.0	ProfileVelocity		UDINT			
		16#6083:0	00	4.0	17.0	Profile Acceleration		UDINT			
					21.0						

3. Pojawi się nowe okno, w którym należy wpisać nazwę nowej zmiennej, jej adres w formacie szesnastkowym i wybrać typ, np.:

elect item from object directory										
Index:Subindex	Name	Flags	Туре	Default						
Name	Max_Torqu	Je								
Index: 16#	6072		Bitle	ength: 16	;		×		ОК	
SubIndex: 16#	0		* *						Cancel	
		Byte Arra	ay Dat	atype: U	NT		-			

Wskazówka, gdzie można znaleźć adresy zmiennych

W tym samym oknie ("Astraada_AS64"), w zakładce "Startup parameters", klikając przycisk "Add", można podejżeć adresy i typy zmiennych, jakie mogą być przesyłane za pośrednictwem sieci EtherCAT do serwonapędu ASTRAADA SRV.

General	🕂 Add 🖉 Edit 🗙 🛙	Delete 🕆 Move	Up 🕀 Mov	ve Down					
Expert Process Data	Line Index:Subin	ndex Name	Value	Bitlengt	h A	bort if error	Jump to line	if error Ne	kt line Com
Process Data	Select item from ob	bject directory							
Startup parameters									
EtherCAT I/O Mapping	Index:Subindex	Name 00 SM output	parameter	1	Flags	Туре	Default		^
The CAT IFC Objects	16#2002:16#0	00 Parameter	save	F	RW	INT	16#0000		
EtherCAT IEC Objects	16#2003:16#0	00 Parameter	restore	F	RW	INT	16#0000		
Status	16#6040:16#0	00 Control we	Control word			UINT	16#0000		
	16#6042:16#0	00 vl target v	vl target velocity			INT	16#0000		
Information	■ 16#6046:16#0	00 vl velocity) vl velocity min max amount						
	± 16#6047:16#0	00 vl velocity	min max						
	16#605D:16#	00 Halt option	n code	F	RW	INT	16#0000		
	16#6060:16#0	00 Operation	Operation Mode Following error window		RW	SINT	16#00		
	16#6065:16#0	00 Following			RW	UDINT	16#0000000		
	16#6066:16#0	00 Following	error time o	ut F	RW	UINT	16#0000		
	16#6071:16#0	00 Target tor	que	F	RW	INT	16#0000		
	16#6072:16#0	00 Max torqu	e	F	RW	UINT	16#0000		
	16#607A:16#	00 Target Po	sition	F	RW	DINT	16#00000000		
	± 16#607B:16#0	00 Position ra	nge limit						
	16#607C:16#	00 Home offs	et	F	RW	DINT	16#00000000		×
	Name	Max torque							
	Index: 16#	6072 🛉 Bit			ength: 16		-		ок
	SubIndex: 16#	0		Value:	0		-	C	ancel
		Byt	e Array						

Dość często zachodzi potrzeba dodania następujących parametrów:

Nazwa	Adres	Тур	llość bitów
Max Torque	0x6072	UINT	16
Homing Method	0x6098	SINT	8
Profile Velocity	0x6081	UDINT	32
Profile Acceleration	0x6083	UDINT	32



ADRESOWANIE DANYCH W PROTOKOLE ETHERCAT

W zakresie danych wymienianych przez sterownik z serwonapędem, adresowanie danych PDO (Process Data Objects) jest zgodne z wytycznymi standardu CiA DS402 i jest następujące:

Dane czytane przez serwonapęd RxPDO (0x1600)	Słowo kontrolne Control Word (0x6040)	Zadana pozycja Target Position (0x607A)	Zadana prędkość Target Velocity (0x6FF)	Zadany moment siły Target Torque (0x6071)	Zadany maksymalny moment siły Max. Torque (0x6072)	Zadany tryb pracy Mode of Operation (0x6060)	Funkcja zatrzaskiwania pozycji Touch Probe (0x60B8)	
Dane wysyłane przez serwonapęd TxPDO (0x1A00)	Słowo statusowe Status Word (0x6041)	Bieżąca pozycja Actual Position (0x6064)	Bieżąca prędkość Actual Speed (0x606C)	Bieżący moment siły Actual Torque (0x6077)	Bieżący błąd pozycji Actual Following Error (0x60F4)	Bieżący tryb pracy Mode of Operation (0x6061)	Bieżący status zatrzaśnięcia pozycji Touch Probe Status (0x60B9)	Zatrzaśnięta pozycja Touch Probe Value (0x60BA)

DYSTRYBUCJA ZEGARA NETWORK CLOCK SYNCHRONIZATION

Dystrybucja zegara umożliwia używanie przez wszystkie urządzenia na sieci EtherCAT tego samego czasu dla sterowania urządzeń. Pierwsze urządzenie podrzędne pełni rolę urządzenia dystrybuującego czas, a więc rolę urządzenia wzorcowego dla czasu.

STATUS URZĄDZENIA (SERWONAPĘDU) ZGODNY ZE STANDARDEM CIA DS402 ORAZ WYSYŁANIE POLECEŃ STERUJĄCYCH

Status urządzenia dostępny jest w parametrze Status Word (0x6041). Na stan maszyny można wpływać przede wszystkim poleceniami wydawanymi za pomocą rejestru kontrolnego Control Word (0x6040).



STATUS SERWONAPĘDU DOSTĘPNY ZA POŚREDNICTWEM SIECI ETHERCAT

Status serwonapędu ASTRAADA SRV może być sprawdzany przy pomocy słowa statusowego (0x6040). Znaczenie większości bitów w słowie statusowym jest niezmienne, ale sens niektórych bitów zależy jest od skonfigurowanego trybu pracy.

Opis słowa statusowego (STATUS WORD, 0x6041)

Znaczenie poszczególnych bitów w słowie statusowym jest następujące:

Numer bitu	Opis	Sposób użycia
		bitu
0	Ready to switch on	М
1	Switched on	М
2	Operation enabled	М
3	Fault	М
4	Voltage enabled	М
5	Quick stop	М
6	Switch on disabled	М
7	Warning – ostrzeżenie np. o przegrzaniu	0
8	Zarezerwowany dla producenta (Manufacture specific)	0
9	Remote - sterowanie zdalne po sieci EthetCAT	М
10	Target reached -zadana pozycja lub prędkość została osiągnięta	М
11	Internal limit active - aktywne ograniczenie wewnętrzne	М
	serwonapędu jak np. najechanie na krańcówki lub osiągnięcie	
	zadanego momentu siły	
12, 13	Zależne od trybu pracy:	0
	Bit 12 przy sterowaniu pozycją oznacza potwierdzenie otrzymania	
	nowej wartości pozycji zadanej (Setpoint acknowledge), a przy	
	procedurze kalibracji (Homing) świadczy o zakończeniu kalibracji.	
	Bit 13 informuje o wystąpieniu błędu (lag/following error)	
14, 15	Manufacture specific - Zarezerwowane dla producenta	0

Użycie opisanych bitów może być następujące:

- O: użycie opcjonalne,
- M: bit musi być użyty.

Kombinacje bitów 0, 1, 2, 3, 5, 6 mają określone znaczenie:

Stan bitów	Znaczenie
MSB LSB	
xxxx xxxx x0xx 0000	Niegotowy do załączenia
xxxx xxxx x1xx 0000	Switch on zablokowany
xxxx xxxx x01x 0001	Gotowy na załączenie
xxxx xxxx x01x 0011	Załączony
xxxx xxxx x01x 0111	Zezwolenie na pracę
xxxx xxxx x00x 0111	Aktywne szybkie zatrzymywanie
xxxx xxxx x0xx 1111	Aktywne reagowanie na błąd
xxxx xxxx x0xx 1000	Błąd

Znaczenie bitów 4, 7, 8, 9, 10, 11:



Numer bitu	Opis							
4	Załączone napięcie. Stan 1 oznacza, że główny obwód mocy pracuje normalnie.							
7	Ostrzeżenie. Stan 1 oznacza, że serwonapęd zgłosił alarm.							
8	Status kalibracji DC. Stan 1 oznacza, że wewnętrzny zegar został zsynchronizowany z DCSynch0.							
9	Praca zdalna. Stan wysoki bitu wskazuje, że serwonapęd ASTRAADA SRV jest kontrolowany przez sterownik ASTRAADA ONE, pracujący jako Master w sieci EtherCAT i sterownik ten zdalnie steruje serwonapędem przesyłając dane PDO (Process Data Objects).							
10	 Zadany parametr został osiągnięty. Bit ten ma różne znaczenie w różnych trybach pracy: W trybie sterowania pozycją oznacza osiągnięcie zadanej pozycji, W trybie sterowania prędkością świadczy o osiągnięciu przez serwonapęd zadanej prędkości, W trybie kalibracji (Homing) oznacza zakończenie procedury kalibracji. 							
11	 Aktywne ograniczenie wewnętrzne: W trybie sterowania pozycją oznacza osiągnięcie maksymalnej dozwolonej pozycji. W trybie sterowania predkościa oznacza osiągniecie maksymalnego dozwolonego momentu siły. 							

Znaczenie bitów 12, 13 uzależnione jest od skonfigurowanego trybu pracy:

Numer bitu	Tryb pracy								
	Sterowanie pozycją	Sterowanie prędkością	Kalibracja serwonapędu (Homing)						
12	Potwierdzenie osiągnięcia pozycji	Potwierdzenie osiągnięcia prędkości	Zakończenie procedury kalibracji (Homing Attained)						
13	Błąd nadążania za zadaną pozycją – zbyt duża rozbieżność pomiędzy pozycją zadaną i bieżącą	Błąd poślizgu (Max Slippage Error) – zbyt duża rozbieżność pomiędzy prędkością zadaną bieżącą	Błąd podczas kalibracji						



OPIS SŁOWA KONTROLNEGO (CONTROL WORD, 0X6040)

Znaczenie bitów w słowie kontrolnym jest następujące:

15 (MS B)	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
Bi specy d produ	ty ficzne la icenta	Zarez wa	erwo ane	Halt	Fault Reset	C Mc	perat de Sp	ion ecific	Enable Operatio n	Quick Stop	Enable Voltage	Switch On
(2	(C	0	М		0		М	М	М	М

Użycie wymienionych bitów może być następujące:

- O: użycie opcjonalne,
- M: ten bit musi być użyty.

Znaczenie bitów 4, 5, 6, 8:

Bity te mają rożne znaczenie, zależnie od skonfigurowanego trybu pracy. Tryb pracy należy zdefiniować w rejestrze Mode of Operation (0x6060).

Nr bitu	Tryb pracy										
	Sterowanie pozycją	Sterowanie prędkością	Kalibrowanie serwonapędu Homing								
	Position Mode	Velocity Mode	Mode								
4	Wykonaj ruch	Nie używany	Rozpoczęcie procedury kalibracji								
	(New setpoint)		(Homing)								
5	Zmień nastawę natychmiastowo	Nie używany	Nie używany								
	(Change setpoint immediately)										
6	0=absolutny	Nie używany	Nie używany								
	1=względny, tj. inkrementalny										
	(Absolute/relative)										
8	Zatrzymaj	Zatrzymaj	Zatrzymaj								
	(Halt)	(Halt)	(Halt)								

Bity 9-15 są zarezerwowane.

Legenda:

Bit	Pełniona funkcja
Switch On	Załaczania cenwonanedu
Enable Voltage	Załączenie obwodu zasilania dla serwonapędu
Quick Stop	Szybkie zatrzymanie (hamowanie dynamiczne)
Enable Operation	Zezwolenie na pracę serwonapędu
Operation Mode Specific	Bity poleceń zależne od skonfigurowanego trybu pracy (zobacz opis w dalszej części). Tryb
	pracy definiuje się w rejestrze Mode of Operation (0x6060); wartości do wpisania do tego
	rejestru podane są w punktach opisujących poszczególne tryby pracy.
Fault Reset	Kasowanie błędu
Halt	Polecenie zatrzymania z hamowaniem dynamicznym



Znaczenie bitów 0, 1, 2, 3, 7 w kontekście realizowanych poleceń:

Komenda		Bit słowa ko	ontrolnego Contro	l Word		Numer
	Fault Reset	Enable Operation	Quick Stop	Enable Voltage	Switch On	przejścia w grafie przejść pomiędzy stanami
Wyłączanie	0	Х	1	1	0	2
Wyłączanie	0	0	1	1	1	10
Załączanie	0	1	1	1	1	3
Wyłączanie zasilania silnika	0	X	x	0	х	7, 9, 10, 12
Szybkie zatrzymanie	0	X	0	1	х	7, 10, 11
Wycofanie zezwolenia na pracę	0	0	1	1	1	5
Zezwolenie na pracę	0	1	1	1	1	4, 16
Kasowanie błędu		Х	X	x	х	15



PRACA W TRYBIE STEROWANIA POZYCJĄ

Praca w tym trybie polega na osiąganiu zadanej pozycji, z zadaną prędkością ruchu, przyspieszeniem oraz momentem siły. W trybie sterowania pozycją przydatne będą następujące rejestry:

W trybie sterowania pozycją przydatne są poniższe parametry:

Adres	Nazwa	Тур	Atrybut
			- 4
0x6040	Control Word	UNSIGNED 16	R/W
0x6041	Status Word	UNSIGNED 16	R
0x6060	Modes of operation	INTEGER 8	R/W
0x6061	Modes of operation display	INTEGER 8	R
0x6062	Position demand value	INTEGER 32	R
0x6063	Position actual value	INTEGER 32	R
0x6064	Position actual value	INTEGER 32	R
0x6065	Following error window	UNSIGNED 32	R/W
0x6067	Position window	UNSIGNED 32	R/W
0x607A	Target position	INTEGER 32	R/W
0x6081	Profile velocity	UNSIGNED 32	R/W
0x6083	Profile acceleration	UNSIGNED 32	R/W
0x6084	Profile Deceleration	UNSIGNED 32	R/W
0x6093	Position factor	UNSIGNED 32	R/W
0x60F4	Following error actual value	INTEGER 32	R
0x60FC	Position demand value	INTEGER 32	R

<u>Legenda</u>

INTEGER 8 – format liczby całkowitej ze znakiem, 8-bitowej

INTEGER 32 – format liczby całkowitej ze znakiem, 32-bitowej

UNSIGNED 16 - format liczby całkowitej bez znaku, 16-bitowej

UNSIGNED 32 - format liczby całkowitej bez znaku, 32-bitowej

R – parametr może być tylko czytany

R/W – parametr może być zarówno czytany, jaki i zapisywany

Szczegółowy opis poszczególnych obiektów wymienionych w tabeli znaleźć można w standardzie CiA DS402.



Aby uruchomić serwonapęd do pracy w tym trybie, wykonaj następujące kroki

- Połącz się ze sterownikiem, a następnie przejdź do składnika "Astraada_AS64", do zakładki "EtherCAT I/O Mapping".
 Każdą nowo wprowadzoną wartość należy wpisywać w kolumnie "Prepared Value", a chcąc ją wpisać do sterownika, należy nacisnąć na klawiaturze przyciski Ctrl + F7, chcąc wykonać force – należy nacisnąć przycisk F7.
- 2. Ustaw tryb pracy, tj. parametr Mode of Operation (0x6060) na wartość 1. Jest to wybranie trybu sterowania pozycją.
- Zadaj prędkość ruchu w parametrze Profile Velocity (0x6081). Jednostki prędkości zadanej to obroty/minutę, a zakres dla silnika 6000rpm to <0 ... 6000rpm>. Zadana prędkość za pośrednictwem sieci EtherCAT zostanie skopiowana do parametru wewnętrznego serwonapędu P5.21 (target speed). W trybie sterowania prędkością nie korzysta się z parametru Target Velocity (0x60FF).
- 4. Zadaj przyspieszenie dla ruchu w parametrze Profile Acceleration (0x6083). Wartość tą należy wpisać jako czas w ms, w którym zostanie zrealizowane przyspieszenie od spoczynku do prędkości znamionowej serwonapędu (rated speed). Zadana za pomocą sieci EtherCAT wartość przyspieszenia zostanie skopiowana do wewnętrznego parametru serwonapędu P5.37 (ACC/DEC time).
- Zadaj ograniczenie momentu siły dla serwonapędu Max Torque (0x6072), np. wartość 100 (przykładowo, wartość ok. 40 jest wartością progową dla pokonania oporów w samym silniku). Ta wartość podawana jest w dziesiątych częściach procenta, a więc wartości 1000 będzie odpowiadać 100% znamionowego momentu siły silnika.
- Zadaj pozycję dla ruchu w parametrze Target Position (0x607A). Jednostki to: user unit. Przykładowo, wpisanie wartości 100 000 spowoduje wykonanie 10 pełnych obrotów (w przypadku użycia silnika z wbudowanym enkoderem 2500 działek/obrót, tj. 10 000 impulsów/ obrót).
- 7. Rozwijając słowo kontrolne Control Word (0x6040) rozpocznij ruch:
 - W celu załączenia serwonapędu załącz cztery najmniej znaczące bity tego słowa (np. wpisz wartość 1111 binarnie lub 15 dziesiętnie lub 0x0F szesnastkowo).
 Są to bity oznaczone jako: %QX2.0; %QX2.1; %QX2.2; %QX2.3.
 Zalecana kolejność załączania bitów to:
 - i. Enable Voltage
 - ii. Quick Stop
 - iii. Switch On
 - iv. Enable Operation
 - b. W celu realizacji ruchu w trybie relatywnym wpisz wartość 1111111 binarnie lub 127 dziesiętnie. Odpowiada to załączeniu trzech kolejnych bitów : %QX2.4; %QX2.5; %QX2.6 (New set-point, Change set immediately, Absolute/Relative. Po załączeniu bitów kontrolnych oś serwonapędu jest sterowana zadaną wartością prędkości i momentu siły.

Zmianę pozycji możesz obserwować w rejestrze Position Actual Value (0x6064).

Bieżącą prędkość możesz obserwować w rejestrze Speed Actual Value (0x606C).

Opcjonalnie możesz też obserwować bieżący moment siły Torque Actual Value (0x6077), błąd pozycji Following Error Actual Value (0x60F4) oraz prąd pobierany przez silnik Current Actual Value (0x6078).

Sprawdź rejestr statusowy Status Word (0x6041), który informuje o stanie serwonapędu.

Jeżeli serwonapęd zgłosił błąd (np. na skutek niewłaściwie zadanych parametrów ruchu, przykładowo błąd o kodzie Er22-0 w przypadku nieutrzymania pozycji na skutek zadania zbyt małego momentu siły), można go skasować zmieniając stan bitu kontrolnego Fault Reset z 0 na 1 w słowie kontrolnym, tj. bit 7 w Control Word (0x6040).

Zatrzymanie ruchu może odbyć się przez wyzerowanie zezwoleń na ruch w słowie kontrolnym Control Word (0x6040) albo przez załączenie ósmego bitu w tym słowie, tj. bitu Halt.

Uwaga

Przed wywołaniem ruchu serwonapęd musi być w stanie gotowości, tj. musi mieć załączone bity 0, 1, 2, 3 (odpowiada to wartości dziesiętnej 15 w rejestrze kontrolnym). Dopiero wtedy można wydać polecenie ruchu, a więc, jak opisano w przykładzie powyżej, załączyć dodatkowo bity 4, 5, 6 (co odpowiada wartości 127 dziesiętnie). Serwonapęd <u>nie wykona ruchu</u> w przypadku przejścia ze stanu wyłączenia (wyzerowane wszystkie bity kontrolne) do załączenia i wydania polecenia ruchu, tj. *zmiany bitu 4 z False na True* (nowa nastawa); np. mogą zostać załączone jednocześnie bity 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, co odpowiada wartości 127 dziesiętnie. Przykładowa prawidłowa sekwencja załączania bitów w słowie kontrolnym jest następująca:

Kolejne polecenie w sekwencji	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Stan serwonapędu
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Niegotowy (0dec)
2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	Gotowy (15dec)
3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	Polecenie ruchu w trybie
										relatywnym,
										natychmiastowe (127dec)
4	0	0	0	0	0	1	1	1	1	Gotowy (15dec)
5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	Polecenie ruchu w trybie
										relatywnym,
										natychmiastowe (127dec)
6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	Gotowy (15dec)
7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	Polecenie ruchu w trybie
										relatywnym,
										natychmiastowe (127dec)
8	1	0	0	0	0	1	1	1	1	Polecenie zatrzymania
										(Halt) ¹ (256dec)
9	0	0	0	0	0	1	1	1	1	Gotowy (15dec)
10	0	0	1	1	1	1	1	1	1	Polecenie ruchu (127dec)
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Wolny wybieg ² (271dec)
12	0	0	0	0	0	1	1	1	1	Gotowy (15dec)

¹ Polecenie Halt spowoduje szybkie zatrzymanie serwonapędu i utrzymanie bieżącej pozycji. Jeżeli serwonapęd byłby pod obciążeniem, to będzie on próbował skompensować działające na niego siły.



² Wolny wybieg przy rozpędzonym serwonapędzie spowoduje odcięcie napięcia zasilającego silnik i zatrzymanie serwonapędu na skutek działających sił oporu. Natomiast w przypadku obciążenia serwonapędu siłami, np. siłą grawitacji podnoszonego przezeń obiektu, nastąpi opadanie tego obiektu.



13										Polecenie ruchu w trybie relatywnym, do wykonania po zakończeniu bieżacego
										ruchu (95dec)
14	0	0	1	0	0	0	0	0		Polecenie ruchu w trybie absolutnym, natychmiastowe (63dec)
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Kasowanie błędu (128dec)
itd.										

Przed wydaniem kolejnego polecenia należy upewnić się co do aktualnego stanu, w jakim znajduje się serwonapęd. W tym celu proszę sprawdzić bity w słowie kontrolnym. Znaczenie bitów w słowie kontrolnym opisane jest we wcześniejszej części niniejszej dokumentacji.

Devices	•	ņ	×
E ist_servo			•
😑 🧐 Device [connected] (Berghof MX6 Control)			
🖃 🗐 PLC Logic			
🖹 💮 Application [run]			
- 📶 Library Manager			
PLC_PRG (PRG)			
🖃 🎆 Task Configuration			
🐨 🚱 😂 EtherCAT_Task (IEC-Tasks)			
😑 😏 鯵 MainTask (IEC-Tasks)			
PLC_PRG			
🗏 🧐 EtherCAT_Master (EtherCAT Master)			
😏 🛐 Astraada_AS64 (Astraada_SRV_64_Eth	nerCA	T(Co	DE) [

Dostęp do parametrów serwonapędu możliwy jest w oprogramowaniu CodeSYS po połączeniu się ze sterownikiem ASTRAADA One i po dwukrotnym kliknięciu na serwonapęd w oknie Devices (pozycja Astraada_SRV_64).

W zakładce *EtherCAT I/O Mapping* można obserwować dane i zmieniać ich wartości.

General	Find		Filter Show all			 Add FB f 	or IO Cł	hannel → Go to Instar
Process Data	Variable	Mapping	Channel	Address	Туре	Default Value	Unit	Description
Tocess Data	🕀 🍢		Control Word	%QW0	UINT			Control Word
Startup Parameters	😟 🍢		Target Position	%QD1	DINT			Target Position
	😐 🍢		Target Velocity	%QD2	DINT			Target Velocity
Log	🖽 🍢		Mode of Operation	%QB12	SINT			Mode of Operation
	⊕* ⊘		Target torque	%QW7	INT			Target torque
EtherCAT I/O Mapping	😟 - 🍢		Touch probe control	%QW8	UINT			Touch probe control
	🖹 🍢		Positive torque limit	%QW9	UINT			Positive torque limit
EtherCAT IEC Objects	😟 - 🍢		Negtive torque limit	%QW10	UINT			Negtive torque limit
Chatura	😟 🍢		Max profile velocity	%QD6	UDINT			Max profile velocity
Status	۰ کې		Status Word	%IW0	UINT			Status Word
Information	😟 🦄		Position Actual Value	%ID1	DINT			Position Actual Value
	😟 ᡟ		Speed Actual Value	%ID2	DINT			Speed Actual Value
	٠٠٠ 🆌		Torque Actual Value	%IW6	INT			Torque Actual Value
	😟 · 🏘		Operation Mode Display	%IB14	SINT			Operation Mode Display
	😟 🎽		Current Actual Value	%IW8	INT			Current Actual Value
	🗎 🎽		Touch Probe Status	%IW9	UINT			Touch Probe Status
	😟 🎽		Touch Probe Value	%ID5	DINT			Touch Probe Value
	🖻 🍫		Digital outputs	%ID6	UDINT			Digital outputs
	😟 🦄		Digital inputs	%ID7	UDINT			Digital inputs

support@astor.com.pl www.astor.com.pl/kontakt



Programowanie sekwencji ruchów

Wykonanie ruchu na pozycję następuje po:

- Określeniu parametrów tego ruchu, jak prędkość, dystans, czas przyspieszania,
- Zmianę stanu czwartego bitu kontrolnego z FALSE na TRUE.

Stan serwonapędu można obserwować za pomocą bitów słowa statusowego otrzymanego z serwonapędu. W szczególności bity 10 i 12 są przydatne dla programowania sekwencji ruchów, czyli kilku ruchów wykonywanych po sobie:

- Stan wysoki bitu 12 jest potwierdzeniem od serwonapędu o przyjęciu nowej komendy do wykonania,
- Stan wysoki bitu 10 świadczy o zakończeniu ruchu.

Sugeruje się wydawanie tylko jednego polecenia z zawczasu, tzn. w trakcie wykonywania bieżącego ruchu bądź też wydawanego po zakończeniu ruchu. W przypadku wydania od razu kilku kolejnych poleceń serwonapęd co prawda zapamięta je w kolejce do zrealizowania, ale nie będzie możliwości łatwego śledzenia, który ruch z zadanej sekwencji jest aktualnie wykonywany przez oś.

Idea tworzenia sekwencji ruchów jest następująca:





Uproszczony algorytm łączenia ruchów w sekwencję:





PRACA W TRYBIE STEROWANIA PRĘDKOŚCIĄ

W trybie sterowania prędkością, serwonapęd realizuje ruch z zadaną prędkością. Zmiany prędkości realizowane są zgodnie z zadanym przyspieszeniem. Aby uruchomić serwonapęd do pracy w tym trybie, wykonaj następujące kroki:

1. Połącz się ze sterownikiem, a następnie przejdź do składnika "Astraada_AS64", do zakładki "EtherCAT I/O Mapping".

Każdą nowo wprowadzoną wartość należy wpisywać w kolumnie "Prepared Value", a chcąc ją wpisać do sterownika, należy nacisnąć na klawiaturze przyciski Ctrl + F7, chcąc wykonać force – należy nacisnąć przycisk F7.

- Wybierz tryb pracy serwonapędu jako sterowanie prędkością. W tym celu, do parametru Mode of Operations (0x6060) wpisz wartość 3 – jest to wybranie trybu sterowania prędkością.
- W parametrze Profile Acceleration (0x6083) zadaj przyspieszenie dla rozpędzania. Wartość zadawana jest w milisekundach, jako czas rozpędzania od spoczynku do prędkości znamionowej serwonapędu. P0.54. serwonapęd pozwala na zdefiniowanie innego czasu rozpędzania (Profile Acceleration) niż czasu hamowania (Profile Deceleration).
- 4. Zadaj ograniczenie momentu siły dla serwonapędu Max Torque (0x6072), np. wartość 100 (przykładowo, wartość ok. 40 jest wartością progową dla pokonania oporów w samym silniku). Ta wartość podawana jest w dziesiątych częściach procenta, a więc wartości 1000 będzie odpowiadać 100% znamionowego momentu siły silnika, wartości 40 będzie odpowiadać 4% znamionowego momentu siły, itp.
- W parametrze Profile Deceleration (0x6084) zadaj przyspieszenie dla hamowania. Wartość zadawana jest w milisekundach, jako czas hamowania od prędkości znamionowej serwonapędu do zatrzymania. Wartość ta zostanie skopiowana do parametru wewnętrznego serwonapędu P0.55.
- 6. Za pomocą odpowiednich bitów w rejestrze kontrolnym Control Word (0x6040) załącz serwonapęd. Należy w tym celu załączyć cztery najmłodsze bity 0000 0000 0000 1111, (oznaczone jako: %QX2.0; %QX2.1; %QX2.2; %QX2.3). Zalecana kolejność załączania bitów to:
 - i. Enable Voltage,
 - ii. Quick Stop,
 - iii. Switch On,
 - iv. Enable Operation.
- 7. Zadaj prędkość ruchu w parametrze Target Velocity (0x60FF). Prędkość zadawana jest w obrotach na minutę. Zadana wartość zostanie skopiowana do parametru wewnętrznego serwonapędu P4.13. CiA DS402, w trybie sterowania prędkością wartość prędkości należy zadawać w parametrze Target Velocity (0x60FF), a nie Profile Velocity (0x6081). Zakres wartości dla silnika 2000rpm to <-2000 ... +2000rpm>. w przeciwieństwie do trybu sterowania pozycją, w trybie sterowania prędkości zmiana wartości zadanej prędkości spowoduje natychmiastową reakcję silnika serwonapędu.
- Za pomocą odpowiednich bitów słowa statusowego Status Word (0x6041) zaobserwuj pracę serwonapędu. Skorzystaj z bitów: Speed zero, Max slippage error, Target reached, Internal limit active.
- 9. Zmiana na ruchu parametrów, np. zadanej prędkości Target Velocity (0x60FF) oraz momentu siły Max Torque (0x6072) zostanie natychmiast zrealizowana przez serwonapęd.



KALIBROWANIE SERWONAPĘDU (HOMING)

Kalibrowanie serwonapędu poprzez wywołanie procedury Homing używane jest w celu znalezienia pozycji bazowej. Użytkownik określa metodę bazowania oraz jego prędkość. W tym trybie konieczne jest dołączenie do serwonapędu zewnętrznego czujnika Home Switch, do gniazda CN1.

Korzystanie z procedury Homing jest następujące:

1. Połącz się ze sterownikiem, a następnie przejdź do składnika "Astraada_SRV_64", do zakładki "EtherCAT I/O Mapping".

Każdą nowo wprowadzoną wartość należy wpisywać w kolumnie "Prepared Value", a chcąc ją wpisać do sterownika, należy nacisnąć na klawiaturze przyciski Ctrl + F7, chcąc wykonać force – należy nacisnąć przycisk F7.

- 2. Aktywuj tryb Homing poprzez wpisanie wartości **6** do rejestru definiującego tryb pracy serwonapędu, tj. rejestru Mode of Operations (0x6060).
- 3. Istnieją różne metody bazowania, dlatego do rejestru określającego metodę bazowania, tj. Homing Method (0x6098) wpisz odpowiednią wartość z zakresu od 1 do 35, zgodnie ze standardem DS402.
- 4. Wpisz przesunięcie Homing Offset (0x607C). Wprowadzona wartość zostanie skopiowana do parametru P5.14 serwonapędu.
- Wpisz pierwszą prędkość bazowania (Sub-1) w parametrze Homing Speed (0x6099, element nr 1 tablicy 2-elementowej). Prędkość ta zadawana jest w obrotach na minutę. Wprowadzona wartość zostanie skopiowana do parametru P5.12 serwonapędu (domyślnie znajduje się tam wartość 100).
- Wpisz drugą prędkość bazowania (Sub-2) w parametrze Homing Speed (0x6099, element nr 2 tablicy 2-elementowej). Prędkość ta zadawana jest w obrotach na minutę. Wprowadzona wartość zostanie skopiowana do parametru P5.13 serwonapędu (domyślnie znajduje się tam wartość 20).
- 7. Zadaj ograniczenie momentu siły w parametrze Max Torque (0x6072). Jednostki dla wartości tego parametru to dziesiąte części procenta znamionowego momentu siły.
- Skonfiguruj w serwonapędzie wejście Home. W tym celu dla wybranego wejścia w serwonapędzie skonfiguruj funkcję nr 0x17 lub 0x117 (Home switch input). W tym celu, za pomocą klawiatury na wzmacniaczu lub oprogramowania konfiguracyjnego do wzmacniacza, wpisz tą funkcję do parametru o odpowiednim numerze.

Logika działania wejść

Różnicą pomiędzy funkcją 17 a 117 jest logika działania wejścia. Przypisanie wejściu funkcji 117 oznaczać będzie, że czujnik HOME jest *normalnie otwarty*, czyli dopiero po najechaniu na niego zostanie zamknięty obwód dla wejścia i podane będzie wtedy napięcie 24VDC na wejście wzmacniacza. Funkcja 17 działa w logice odwrotnej, tj. zakłada się wtedy, że po najechaniu na czujnik następuje rozwarcie obwodu i odcięcie napięcia 24VDC z wejścia wzmacniacza, a więc jest dedykowana dla czujnika HOME *normalnie zamkniętego*. Opis wybranych zacisków w gnieździe przyłączeniowym CN1 wzmacniacza i rejestrów parametryzujących funkcje dla wejść dwustanowych:

Nr zacisku	Wejście	Parametr we wzmacniaczu	Przykładowa konfiguracia	Nazwa	Funkcja
16	DI1 – Digital input 1	P3.00	0x03	SON	Uaktywnienie serwonapędu (Servo enabling)
37	DI2 – Digital input 2	P3.01	0x17	HOME	Wejście z czujnika bazowania (HOME)
10	DI3 – Digital input 3	P3.02	0x04	CLA	Kasowanie błędu (Alarm clearance)
39	DI4 – Digital input 4	P3.03	0x16	EMG	Wyłącznik bezpieczeństwa (Emergency Stop)
34	DI5 – Digital input 5	P3.04	0x00	-	-
17	DI6 – Digital input 6	P3.05	0x00	-	-
3	DI7 – Digital input 7	P3.06	0x00	-	-
4	DI8 – Digital input 8	P3.07	0x00	-	-
18	DI9 – Digital input 9	P3.08	0x00	-	-
22	DI10 – Digital input 10	P3.09	0x0	-	-
2	-	-	-	COM+	Wejście dla zasilania (24VDC lub 0V) ³
12	-	-	-	COM-	Masa dla wewnętrznego źródła zasilania 24VDC
40	-	-	-	24V	Wyjście z wewnętrznego źródła zasilania 24VDC

Uwaga: po zmianie konfiguracji wejść konieczny jest restart zasilania serwonapędu. Sprawdzana wtedy jest poprawność konfiguracji wejść (np. czy nie powtarzają się przypisane funkcje dla różnych wejść).

Jak widać, w powyższym przykładzie wejściu DI2 została przypisana funkcja HOME, dedykowana dla czujnika HOME normalnie zamkniętego.

Podłącz do tego wejścia sygnał z czujnika bazowania HOME. Rozmieszczenie zacisków przyłączeniowych w gnieździe CN1 jest następujące (widok na gniazdo, patrząc na przód wzmacniacza):

³ Wejścia dwustanowe we wzmacniaczu są bipolarne; proszę porównać ze schematami obwodów wejściowych, zamieszczonych w dalszej części tej dokumentacji.



1	5	14	4	13	3	12	1	1	10		9	8	}	7		6		5	4	ļ	3	2	2	1		
	3	0	2	9	28	2	7	26	3	25	2	4	2:	3	22	2	21	2	0	1	9	18	17	7	16	6
		44	4	43	3	42	4	1	40		39	38	8	37	,	36		35	34	4	33	3	2	3	1	_

W przypadku użycia wejścia DI2 jako HOME, można zewrzeć zaciski 40 (24V) z 2 (COM+). Aktywowanie tego wejścia nastąpi w momencie połączenia zacisku 37 (DI2) z 12 (COM-).

Wejścia dwustanowe serwonapędu ASTRAADA SRV mogą zostać podłączone do pracy w *logice dodatniej* lub *logice ujemnej*. Wybór logiki odbywa się dla wszystkich wejść, a nie indywidulanie dla każdego z wejść. Sposoby podłączenia sygnału do wejść dwustanowych z użyciem zewnętrznego źródła 24VDC z uwzględnieniem logiki dodatniej i ujemnej oraz źródła zasilania wewnętrznego i zewnętrznego są następujące:

Podłączenie wejścia dwustanowego z użyciem zewnętrznego źródła zasilania



Podłączenie wejścia dwustanowego z użyciem lokalnego zasilacza we wzmacniaczu





- 9. Za pomocą bitów w słowie kontrolnym Control Word (0x6040) załącz serwonapęd (tj. załącz cztery najmłodsze bity).
- 10. Zmiana stanu bitu Bit4 w słowie kontrolnym 0 -> 1 rozpocznie procedurę bazowania.
- 11. Sprawdź stan silnika oraz czujnika Home Switch po zakończeniu procedury bazowania.
- 12. Za pomocą odpowiednich bitów słowa statusowego Status Word (0x6041) zaobserwuj pracę serwonapędu. Skorzystaj z bitów: Homing error, Homing Attained, Target reached.

Lista parametrów powiązanych z bazowaniem osi

Adres	Nazwa	Тур	Odczyt/zapis
0x6040	Słowo kontrolne	UNSIGNED16	RW
0x6041	Słowo statusowe	UNSIGNED16	RO
0x6060	Tryb pracy serwonapędu	INTEGER8	RW
0x6061	Prezentowanie trybu pracy (potwierdzenie zadanego trybu)	INTEGER8	RO
0x607C	Przesunięcie Offset dla pozycji bazowej	INTEGER32	RW
0x6098	Metoda bazowania	UNSIGNED32	RW
0x6099	Dwie prędkości bazowania	ARRAY	RW

Analiza słowa statusowego Status Word (0x6041) pod kątem funkcji Home.

Numer bitu	15 (MSB)	14	13	12	11	10	90 (LSB)	
Znaczenie			Błąd	Zakończenie		Pozycja		
bitu			bazowania	bazowania		osiągnięta		
			(Homing	(Homing		(Target		
			Error)	Attained)		reached)		

Legenda:

Nazwa	Wartość	Opis
Pozycja osiągnięta	0	Halt = 0: pozycja bazowa nie osiągnięta
		Halt = 1: oś w trakcie hamowania
	1	Halt = 0: pozycja bazowa osiągnięta
		Halt = 1: oś zatrzymana
Zakończenie bazowania	0	Procedura bazowania nie zakończona
	1	Procedura bazowania zakończona powodzeniem
Błąd bazowania	0	Brak błędu bazowania
	1	Wystąpił błąd bazowania, przyczynę błędu można znaleźć w kodzie błędu

Przed wywołaniem ruchu na pozycję bazową HOME, należy określić prędkości najazdowe. Określa się prędkość najazdu zgrubnego (prędkość większą) oraz najazdu dokładnego (prędkość mniejszą) w 2-elementowym parametrze tablicowym o adresie 0x6099 Sub1 i 0x6099 Sub2 Homing Speeds. Wartości ustawione w tym parametrze zostaną zapisane w serwonapędzie w parametrach P5.12 i P5.13 wzmacniacza serwonapędu.



Przykładowa metoda bazowania:

Wartość parametru Homing Method (0x6098)	Metoda	Opis
6	Bazowanie z użyciem krańcówki Home Switch i znacznika "Z" z enkodera	 Oś rozpoczyna ruch z większą prędkością najazdową (1) w kierunku "do przodu". Po najechaniu na czujnik HOME następuje zmniejszenie prędkości do (2), do momentu aż oś zjedzie z czujnika HOME. Po zjechaniu z czujnika następuje zawrócenie kierunku ruchu i jazda z mniejszą prędkością (2). Po najechaniu na czujnik HOME następuje ruch, aż do pierwszego znacznika "Z" i zatrzymanie osi w pozycji HOME.

Proszę zwrócić uwagę na skonfigurowaną logikę działania dla wejścia HOME. W przypadku wybrania niewłaściwej logiki zostanie zrealizowana tylko druga część najazdu na czujnik HOME, tj. z drugą prędkością.



WYŚWIETLENIE WIZUALIZACJI W OKNIE PRZEGLĄDARKI

Aby wyświetlić aplikację wizualizacyjną w oknie przeglądarki, należy wpisać w niej adres wg. następującego wzorca:

http://169.254.255.1:8080/test.htm

gdzie:

- 169.254.255.1 jest przykładowym adresem IP sterownika ASTRAADA ONE
- "test" jest przykładową nazwą okna startowego dla wizualizacji.







WYBRANE KODY BŁĘDÓW ETHERCAT

Podczas pracy z serwonapędem można spotkać następujące kody błędów, wyświetlane na wyświetlaczu wzmacniacza:

Kod błędu	Opis		
Er01-0	Uszkodzenie tranzystora IGBT		
Er02-0	Błąd enkodera – przerwane połączenie		
Er02-7	Brak komunikacji z enkoderem (uszkodzony lub niepodłączony enkoder)		
Er02-c	Błąd enkodera – brak danych w pamięci EEPROM		
Er04-0	Błąd inicjalizacji systemu		
Er07-0	Błąd przeciążenia podczas odzysku energii (hamowania)		
Er09-1	Nie załadowano wstępnych parametrów wzmacniacza (EEPROM fault – data verification error); proszę odesłać wzmacniacz do firmy ASTOR		
Er12-0	Przypisano tą samą funkcję dla dwóch lub więcej wejść dwustanowych wzmacniacza		
Er22-0	Nie udało się osiągnąć zadanej pozycji (może to wynikać np. ze zbyt małej wartości momentu siły, jaką dysponuje silnik lub programowego ograniczenia momentu siły silnika)		
Er24-b	Utrata komunikacji EtherCAT (upłynięcie zadeklarowanego czasu timeout w parametrze P4.09).		
	Błąd ten zostanie zgłoszony również wtedy, gdy komunikacja EtherCAT przebiega poprawnie, lecz kabel		
	komunikacyjny EtherCAT łączący sterownik ASTRAADA ONE ze wzmacniaczem został wpięty do gniazda drugiego,		
	zamiast do gniazda pierwszego we wzmacniaczu (gniazdo CN3).		
Er24-c	EtherCAT fault-EEPROM fault		

O ile nie jest to błąd sprzętowy, to kasowanie błędu wzmacniacza może odbyć się jedną z poniższych metod:

- restart zasilania wzmacniacza,
- za pomocą wejścia dwustanowego, dla którego przypisano funkcję kasowania błędów Alarm Clearing CLA (funkcja nr 04),
- bitem 7 słowa kontrolnego ControlWord, wysyłanego do serwonapędu za pomocą sieci EtherCAT (pod warunkiem, że komunikacja EtherCAT w dalszym ciągu funkcjonuje poprawnie).



CO SPRAWDZIĆ, GDY SERWONAPĘD NIE DZIAŁA

Jeżeli serwonapęd nie działa, proszę sprawdzić:

- czy zadany moment siły (Max Torque) nie jest zerowy,
- czy pozostałe parametry są prawidłowe (np. niezerowa prędkość zadana),
- czy serwonapęd nie został zatrzymany poleceniem HALT (załączony ósmy bit w słowie kontrolnym),
- czy serwonapęd został załączony za pomocą bitów 1, 2, 0, 3 w słowie kontrolnym (Enable Voltage, Quick Stop, Switch On, Enable Operation) oraz czy serwonapęd potwierdził to, za pomocą bitów statusowych 0, 1, 2, 5 (Ready to Switch On, Switched On, Operation Enabled, Quick Stop),
- czy serwonapęd nie zgłosił błędu za pomocą bitu 3 w słowie statusowym (Fault),
- czy serwonapęd nie zgłosił błędu na skutek wprowadzenia niedozwolonych nastaw (przykładowo zerowy moment siły); można to sprawdzić za pomocą bitu 12 w słowie statusowym (Target Value Ignored),
- czy w serwonapędzie nie wystąpił błąd najechania na krańcówki sprawdzić bit 11 w słowie statusowym (Internal Limit Active),
- czy sterownik ASTRAADA One komunikuje się za pomocą sieci EtherCAT z serwonapędem ASTRAADA SRV i może nim sterować,
- czy serwonapęd nie jest jeszcze w trakcie realizacji ruchu podczas wydawania nowego polecenia w trybie sterowania pozycją (można też załączyć bit 5 w słowie kontrolnym w celu natychmiastowego wywołania nowej komendy).
- Sprawdzić, czy kabel komunikacyjny EtherCAT został wpięty do górnego gniazda we wzmacniaczu (złącze CN3).