

# Uputstvo za rad sa pretvaračem

# Sinamics S120

Autori: Snežana Buzatov, student master studija Dr Leposava Ristić, docent

# Sadržaj:

1. Uvod	3
2. Program za rad sa Sinamics S120 frekventnim pretvaračem - Starter	5
2.1. Sadržaj programa <i>Starter</i>	5
3. Parametrizacija i puštanje u pogon	6
3.1. Kreiranje projekta za upravljačku jedinicu oznake CU310 PN	6
3.1.1. Uspostavljanje komunikacije sa upravljačkom jedinicom oznake PN ( <i>Profinet</i> )	6
3.2. Parametrizacija pretvarača za rad sa asinhronim motorom1	.0
3.3. Učitavanje projekta u upravljačku jedinicu1	.8
3.4. Upotreba upravljačkog panela1	.9
3.5. Snimanje signala2	2
4. Rampe	6
6. Dodatno podešenje zadate vrednosti - Setpoint addition2	8
7. Zadavanje graničnih vrednosti za brzinu (Speed limit)2	9
8. Ograničenje obrtnog momenta (Torque limit)	1
9. Regulator brzine (Speed controller)	4
9.1. Filter brzine (Speed setpoint filter)	5
10. Regulator struje ( <i>Current controller</i> )	7
10.1. Filter struje ( <i>Current setpoint filter</i> )3	7
11. Speed setpoint - podešavanje zadate vrednosti za brzinu	9
12. Energetski pretvarač (Power unit)4	0
13. Kraj rada4	1

#### 1. Uvod

Frekventni pretvarač *Siemens SINAMICS S120*, pretvarač namenjen za potrebe upravljanja asinhronim motorom i sinhronim motorom sa permanentnim magnetima, prikazan je na Slici 1.

Osnovne komponente (moduli) pretvarača SINAMICS S120 su:

- upravljačka jedinica,
- ispravljačka jedinica (eng. LM, Line Module) i
- invertorska jedinica, za napajanje motora (eng. MM, Motor Module).



Slika 1. Sinamics S120 (upravljačka jedinica CU310 PN)

U energetskoj jedinici se nalazi ispravljačka jedinica, invertorska jedinica i jednosmerno međukolo. Upravljačka jedinica omogućava tri osnovna načina upravljanja:

- upravljanje sa konstantnim odnosom U/f u otvorenoj petlji,
- servo upravljanje sa povratnom vezom, sa i bez enkodera,
- vektorsko upravljanje sa povratnom vezom, sa i bez enkodera.

Upravljačka jedinica obavlja sledeće funkcije:

- regulaciju pogona sa povratnom vezom (obuhvata: motor, invertor, enkoder),
- komunikaciju sa računarom,
- komunikaciju sa programskim paketom za puštanje u pogon (Starter),
- obradu ulaznih/izlaznih signala,
- obradu podataka sa dodatne pločice (eng. option board).

Parametrima upravljačke jedinice se pristupa isključivo putem računara i programa *Starter* koji se može naći na sajtu proizvođača (*http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll? func=cslib.csinfo&lang=en&objid=10804985&subtype=133100&caller=view*).

Postoji više vrsta upravljačkih jedinica za frekventni pretvarač SINAMICS S120, kao što su CU310 DP, koji koristi *Profibus (eng. PROcess Fleld BUS)* komunikaciju i CU310 PN, koji koristi *Profinet (eng. PROcess Fleld NET)* komunikaciju.

Upravljačka jedinica sadrži sledeće:

- DRIVE-CLiQ interfejs za komunikaciju sa ostalim DRIVE-CLiQ uređajima,
- interfejs za komunikaciju sa energetskom jedinicom,
- interfejs za operatorski panel BOP20 (Basic Operator Panel),
- dva Profinet interfejsa (RJ45 konektor) ili Profibus interfejs (CU310 DP),
- jedan enkoderski ulaz,
- četiri digitalna ulaza,
- četiri digitalna ulaza/izlaza,
- jedan serijski RS232 interfejs,
- CompactFlash karticu na kojoj se nalaze parametri pretvarača i ugrađeni softver,
- priključak za napajanje elektronike 24 VDC,
- priključak za uzemljenje (PE).

Na Slici 2. je prikazan primer povezivanja priključaka upravljačke jedinice CU310 PN.



Slika 2. Povezivanje priključaka upravljačke jedinice

# 2. Program za rad sa Sinamics S120 frekventnim pretvaračem - Starter

Programski paket *Starter* se koristi za parametrizaciju i puštanje u pogon pretvarača Siemens iz serije *Micromaster* i *Sinamics*.

Osim puštanja u pogon, Starter se koristi i za:

- testiranje,
- optimizaciju parametara pretvarača i
- dijagnostiku.

Važne funkcije *Startera* su:

• kopiranje podataka iz RAM memorije računara u ROM memoriju frekventnog pretvarača,

- učitavanje podataka iz računara u odredišni uređaj (download),
- učitavanje podataka iz odredišnog uređaja u računar (upload),
- puštanje u pogon i upravljanje pogonom,
- vraćanje na fabričko podešenje,
- prikaz glavnih funkcija pretvarača u vidu ikonica u *Toolbar*-u (traka sa alatkama).

#### 2.1. Sadržaj programa Starter

Starter, prikazan na Slici 3. sadrži:

- Projektni navigator; prikazuje elemente i objekte koji se mogu dodati u postojeći projekat.
- Radnu površinu za kreiranje projekta.
- *Control panel*, koji omogućava upravljanje pogonom.
- <u>**Toolbar**</u> prikazuje ikonice koje služe za konfigurisanje pogona.
- <u>Ekspertna lista</u> koja predstavlja prikaz svih parametra upravljačke jedinice i pogona.



Slika 3. Sadržaj programa Starter

# 3. Parametrizacija i puštanje u pogon

Prilikom puštanja u pogon pretvarača i motora, potrebno je izvršiti sledeće korake:

- napraviti projekat,
- automatski uneti i podesiti topologiju komponenata i konfiguraciju pogona,
- konfigurisati motore pogona i proveriti topologiju.

Pre pokretanja projekta *Online* potrebno je ispuniti sledeće pretpostavke:

- komponente pogona su spojene,
- pretvarač je uključen u skladu sa instrukcijama,
- Profinet komunikacija upravljačke jedinice je spojena sa računarom.

#### 3.1. Kreiranje projekta za upravljačku jedinicu oznake CU310 PN

Nakon otvaranja *Startera* potrebno je kreirati projekat: odabrati  $Project \rightarrow New$  (pojavljuje se novi prozor, Slika 4.). U novootvorenom prozoru potrebno je uneti ime projekta.

New Project	<b>— X —</b>
User projects	
Name Storage path	
Project_1 C:\Program Files (x86)\SIEMENS\	.Step7\s7proj\Project_
1	
Name:	Tupe:
	13po.
1	Project
Character (and the	🗖 F Library
U:\Program Files (x86)\SIEMENS\Step7\s7proj	Browse
OK Ca	ncel Help

Slika 4. Kreiranje novog projekta

# **3.1.1.** Uspostavljanje komunikacije sa upravljačkom jedinicom oznake PN (*Profinet*)

U programu Starter potrebno je uspostaviti Profinet komunikaciju: odabrati Options  $\rightarrow$  Set PG/PC interface (pojavljuje se novi prozor, Slika 5.), pa je potrebno odabrati odgovarajuću

mrežnu karticu (u konkretnom primeru *Atheros AR8152 PCI-E Fast Ethernet Controller.TCPIP.Auto.1 <Active>*), i potvrditi sa *OK*.

Set PG/PC Interface	×					
Access Path LLDP / DCP PNIO Adapter						
Access Point of the Application:						
S7ONLINE (STEP 7)> Atheros AR8152 P	CI-E Fast Ethernet Cor 💌					
(Standard for STEP 7)						
Interface Parameter Assignment Used:						
Atheros AR8152 PCI-E Fast Ethernet Contro	Properties					
Kone>	Diagnostics					
Atheros AR8152 PCI-E Fast Etheme						
Atheros AR8152 PCI-E Fast Etheme	Lopy					
Atheros AR8152 PCI-E Fast Etheme	Delete					
4 m						
(Parameter assigment for the IE-PG access to your NDIS CPs with TCP/IP Protocol (RFC-1006))						
- Interfaces						
Add/Remove:	Select					
ОК	Cancel Help					

Slika 5. Uspostavljanje Profinet komunikacije

Desnim klikom na *Drive\_unit\_1* $\rightarrow$ *Properties* prelazi se na *DEVICE* addresses i unosi se odgovarajuća IP adresa (u konkretnom primeru 192.168.11.2), kao što je prikazano na Slici 6.

Properties - Drive_unit_1					
General Drive unit / access p	point DEVICE ad	dresses Object a	address		
Interface set for DEVICE:		USB.S7USB.1			
Target dev. reacha	ble				
Cocal					
C Via router					
Address of 1st route	at a start of the				
Туре		~			
Address					
Target device addre	BSS				
S7 subnet ID		·			
Please select t	, he address to be	used for each type			
Туре	Interface	Address	Slot		
PPI	X140 RS232	3	2		
IP	X200	192.168.11.2	2		
I					
	OK	Canc	el	H	Help

Slika 6. Podešavanje IP adrese

Nakon podešavanja *Profinet* komunikacije i IP adrese, potrebno je detektovati pretvarač na *Profinet* mreži, pa dodati upravljačku jedinicu pretvarača u kreirani projekat: odabrati *Project*  $\rightarrow$  *Accessible nodes* kao što je prikazano na Slici 7. ili kliknuti na ikonicu:

STARTER	- Project2							
Project	*							
	New New with wizard	Ctrl+N	10 °a	80	1	192		
	Open	Ctrl+ O						
m Áða s	Close							
	Save	Ctrl+5						
84	Save and create copy							
(R) 4	Old project format	,						
	Conversion of old Starter projects							
	Check consistency	Ctrl+Alt+K						
	Save and compile changes	Ctrl+Alt+B						
	Save and recompile all							
	Download to target system							
	Properties							
	Know-how protection for programs							
	Delete							
	Connect to selected target devices							
	Disconnect from target system							
	Accessible nodes							
	IP addresses of PG/PC interface							
	Set PG/PC interface							
	Archive							
	Rational from archiva							
	Save and export							
	Import							
	Print	Ctri+P						
	Labeling fields							
	Print preview							
Project	Printer setup							
Opens a v	1 Project2 C:\Program Files (x86)\SIEMENS\Step7\s7proj\P		-				Atheros AR8152 PCI-E Fast Ethernet Con Offling mode	NUM

Slika 7. Način pokretanja Accessible nodes

Otvaraju se novi prozori, Slika 8. Ova akcija pokreće pretraživanje dostupnih čvorova na *Profinet* mreži, tj. uređaja koji imaju *Profinet* komunikaciju.

STARTER - Project2 - [Accessible n	odes - USB.S7USB.1]	_ D X
Project Edit Target system	View Options Window Help 11 I and Card and Martin I Card a track of Spatial and Spatial Spatia	- 8 :
Project2 Paste single drive unit SINAMICS LIBRARES B MONITOR	Extended settings:       Accessible nodes         Accessible nodes       Image: Construct of the construction used         Extended settings:       Access point         DEVICE (STARTER, SCDUT)       Image: Construction used         USB S7USB.1       Image: Construction used         Interact parameterization used       USB S7USB.1         IP addees of the sought node:       Image: Construction used	Access point PG/PC
	Do you want to accept the selected drive units into the project?           Accept         Select drive units         Update	Close Help
Project	Accessible nodes	
Press F1 to open Help display.	Atheros AR8152 PCI-E Fast Ethernet Con Offline mode	NUM

Slika 8. Pretraživanje dostupnih čvorova na mreži

Nakon završetka pretraživanja u prozoru *Accessible nodes*, prikazaće se svi pronađeni čvorovi, Slika 9. Uređaji koje *Starter* može dodati u projekat (upravljačke jedinice pretvarača) se u prikazanom popisu mogu označiti i izborom opcije *Accept* i dodati u kreirani projekat. Postoje i uređaji koje *Starter* ne može dodati u kreirani projekat npr. PLC-ovi, koji se ne mogu označiti već je prikazana samo njihova IP adresa i ime na mreži.

STARTER - Project2 - [Accessible not	es - Atheros AR8152 PCI-E Fast Ethernet Controller.TCPIP.Auto.1]	– 🗆 🗙
Project Edit Target system Vie	sw Options Window Help	- 8 ×
	oon na var saar haar 10 11 EEE 11 Britsland (11 Britsland)	
Project2     Pasts single drive unit     G S BRAAMES     SMAAMES LEBARES     G MONITOR	Carcel	
	Extended settings     Access point     S70NLINE (STEP 7) Interface parameterization used:     Atheros ABBIS2 PCIE E Fast Ethemet Controller, TCPIP Auto, 1 IP address of the sought node:	Access point PG/PC
	Do you want to accept the selected drive units into the project?           Accept         Select drive units         Update	Help
Project	Accessble nodes	
Press F1 to open Help display.	Atheros AR8152 PCI-E Fast Ethernet Con Offline, mode	NUM

Slika 9. Pretraživanje dostupnih čvorova na mreži

Na Profinet mreži svaki uređaj, pa tako i pretvarač, ima svoju IP adresu i svoje ime. Ime i IP adresa svih uređaja na mreži moraju biti različiti! U laboratoriju su pretvaračima podešene fiksne IP adrese oblika **192.168.xy.z.** 

Posle odabira opcije *Accept*, pojavljuje se obaveštenje da je upravljačka jedinica uspešno dodata u projekat (Slika 10). Potrebno je zatvoriti prozor sa obaveštenjem i prozor sa dostupnim čvorovima, izborom opcije *Close*.

Project     Program     P		
	- Rando Lalego - Rando Lalego	Azona gort PE-PC

Slika 10. Dodavanje pretvarača u projekat

#### 3.2. Parametrizacija pretvarača za rad sa asinhronim motorom

Posle uspostavljanja komunikacije između frekventnog pretvarača i računara u programskom paketu *Starter,* moguće je pristupiti parametrizaciji upravljačke jedinice pretvarača i asinhronog motora. Za početak postupka parametrizacije upravljačke jedinice pretvarača za rad sa asinhronim motorom, potrebno je u *offline* režimu rada na Slici 10. odabrati *Configure drive unit*, nakon čega se otvara prozor, prikazan na Slici 11. U prozoru prikazanom na Slici 11. potrebno je odabrati vrstu pogona. Za asinhroni motor, u konkretnom primeru, potrebno je odabrati *Vector*. Ako je potrebno, moguće je uneti i dodatne podatke, kao što su različiti komentari ili autori. Nakon toga, potrebno je pritisnuti *Next*, pri čemu se otvara prozor prikazan na Slici 12.

Drive properties	Configure the drive ob	ject Drive:	
Ower unit     Drive setting     Motor     Motor holding brake     Encoder     Drive functions     Process data exchang     Important parameters     Summary	Drive object name: General Drive object Drive object type:	Drive_1	
<	Author: Version: Comment:		
	< Back	Next > Ca	ncel Help

Slika 11. Definisanje imena pogona i odabir vrste pogona

Na Slici 12. i Slici 13. prikazana su dva načina upravljanja brzinom obrtanja. Na Slici 12. odabrana je metoda upravljanja brzinom obrtanja u zatvorenoj petlji bez enkodera *Speed control (encoderless)*. Na Slici 13. odabrana je metoda upravljanja brzinom obrtanja u zatvorenoj petlji sa enkoderom *Speed control (with encoder)*. U drugom slučaju, sa enkoderom, potrebno je podesiti i njegove parametre. Posle izbora načina upravljanja potrebno je pritisnuti *Next.* 

Configuration - Drive_unit	t_1 - Control structure
Drive properties Drive properties Power unit Drive setting Motor Motor holding brake Encoder Drive functions Process data exchang	Drive: Drive_1, DDS 0  Function modules  Technology controllef Basic positioner Extended messages/monitoring
Summary	Setpoint Closed-loop control C n/M control + V/f control, I/f control C V/f control Control type: [20] Speed control (sensorless)
	Actual speed value preparation
	< Back Next > Cancel Help

Slika 12. Biranje načina upravljanja bez enkodera

Configuration - Drive_unit	_1 - Control structure
Drive properties     Douted structure     Power unit     Drive setting     Motor     Motor holding brake     Encoder     Drive functions     Process date exchang	Drive: Drive_1, DDS 0 Function modules Technology controller Basic positioner Extended messages/monitoring
Important parameters     Summary	Setpoint Clased-loop control I/t control I/t control V/t control V/t control V/t control Control type: [21] Speed control (with encoder)
	Actual speed value preparation
	< Back Next> Cancel Help

Slika 13. Biranje načina upravljanja sa enkoderom

U sledećem koraku je u prikazanom prozoru potrebno odabrati parametre energetske jedinice, Slika 14. Pre toga je obvezno napraviti identifikaciju energetske jedinice i prepisati njene podatke. Prema podacima sa natpisne pločice, bira se tip energetske jedinice i to prema serijskom broju, a zatim se odabere opcija *Next*.

Drive properties Control structure	Drive: Drive_1, DDS 0				
Power unit     Drive setting	Configure the power secti	on component:			
Motor	Component name:	Power unit			
Encoder	Connection voltage:	380 - 480 3-p	ohase VAC		•
Drive functions Process data exchang	Cooling method:	Internal air c	poling		•
Important parameters	Туре:	All			-
ourmany		1			_
	Power unit selection:				
	Order po	Bated po	Bated our	Execution	
	6SL3210-1SE14-1Uxx	1.5 kW	4.1 A	AC/AC	1
<	6SL3210-1SE16-0Uxx	2.2 kW	5.9 A	AC/AC	=
,	6SL3210-1SE21-0Uxx	3 KW 4 KW	10.2 A	AC/AC	
with they b	6SL3210-1SE16-0Axx	2.2 k₩	5.9 A	AC/AC	
	6SL3210-1SE17-7Axx 6SL3210-1SE21-0Axx	4 kW	10.2 A	AC/AC	
	6SL3210-1SE21-8Uxx	7.5 kW	18 A 25 A	AC/AC	
	6SL3210-1SE23-2Uxx	15 kW	32 A	AC/AC	
- <b>1</b>	6SL3210-1SE21-8Axx	7.5 kW	18 A	AC/AC	Ŧ
ana au					
	< Back	Next>	Cance	I _ I	lelp

Slika 14. Parametri energetske jedinice

U prozoru koji sledi, a prikazan je na Slici 15, moguće je odabrati filtre, prigušnice i tip upravljačke jedinice spojene na energetsku jedinicu. Kada na ulazu i izlazu energetske jedinice nije spojen filter, potrebno je odabrati opciju *No filter/choke* kao na Slici 15. i kliknuti *Next*. Detaljnije informacije o filtrima i parametrizaciji istih moguće je pronaći u dokumentu *Siemens Sinamics S120 Function Manual*.



Slika 15. Dodatni podaci o filtrima, prigušnicama i upravljačkoj jedinici

Na Slici 16. potrebno je odabrati Evropski standard jedinica (IEC, SI), priključni napon pretvarača i način rada energetske jedinice, a zatim kliknuti na *Next*.

Configuration - Drive_unit	_1 - Drive setting	
Control structure	Drive: Drive_1, DDS 0	
Power unit     Power unit supplement     Drive setting	Configure the drive properties:	
Motor Motor holding brake	Standard:	IEC motor (50Hz, SI units)
Drive functions	Connection voltage:	400 V
Summary	Power unit application:	[0] Load duty cycle with high over
4 III +		
	< Back	lext > Cancel Help

Slika 16. Standard jedinica, napon i način rada energetske jedinice

U prozoru na Slici 17. potrebno je odabrati tip asinhronog motora. Ovaj podatak se nalazi na natpisnoj pločici motora. U konkretnom slučaju, koristi se *Siemensov* asinhroni motor iz serije 1LA5. Odabir tipa motora treba potvrditi klikom na *Next*.

Configuration - Drive_unit	1 - Motor	
Drive properties     Control structure	Drive: Drive_1, DDS	0, MDS 0
Power unit	Configure the motor:	
✓ Drive setting	Motor name:	Motor
Motor holding brake		Motor with DBIVE-CLiB interface
Drive functions		Read out motor again
Process data exchang		C Select standard motor from list
		Enter motor data
	Motor type:	[15] 1LA5 standard induction motor
4 III +		
and the second s		
ALL PROPERTY		
	< Bac	k Next> Cancel Help

Slika 17. Biranje tipa motora

Potrebno je zatim za asinhroni motor uneti očitane nazivne podatke sa natpisne pločice motora, Slika 18. Pri unosu, potrebno je obratiti pažnju na to da li je motor spojen u trougao ili u zvezdu, a zatim potvrditi izbor klikom na *Next*.

Control structure	Drive: Drive	≥_1, DDS 0, MDS 0		
Power unit     Power unit supplement     Drive setting	Motor data	, Induction motor (rotary):		
Motor	aramete	Parameter text	Value	Unit
Motor data	p304[0]	Rated motor voltage	400	Vrms
_ Motor holding brake	p305[0]	Rated motor current	5.20	Arms
Drive functions	p307[0]	Rated motor power	2.20	kW
Process data exchang	p308[0]	Rated motor power factor	0.750	
Important parameters	p310[0]	Rated motor frequency	50.00	Hz
Summary	p311[0]	Rated motor speed	1420.0	rev/min
	p335[0]	Motor cooling type	al fan 💌	
				+
	🗖 Do you	want to enter the mechanical data?		4
and the second sec	Do you     Do you	want to enter the mechanical data? want to enter the equivalent circuit diagra	am data?	4

Slika 18. Parametri asinhronog motora

Frekventni pretvarač *Sinamics S120* ima mogućnost automatskog proračuna parametara asinhronog motora. Ukoliko se navedena funkcija želi koristiti, potrebno je na Slici 19. odabrati opciju *Complete calculation with equiv. circuit diagram data*.



Slika 19. Proračun parametra asinhronog motora

U sledećem koraku je za konkretan slučaj potrebno odabrati da motor ne koristi spoljnu kočnicu i kliknuti *Next*, Slika 20.

Configuration - Drive_unit_	_1 - Motor holding brake
Drive properties     Control structure	Drive: Drive_1, DDS 0
Power unit Power unit supplement	Holding brake configuration:
Motor Motor data	[0] No motor holding brake being used     T     Extended brake control
Motor holding brake	Brake control module type:
<ul> <li>Drive functions</li> <li>Process data exchang</li> <li>Important parameters</li> </ul>	[0] Motor holding brake with feedback signals
Summary	
<	
	< Back Next > Cancel Help

Slika 20. Podaci o kočnici motora

Ukoliko je odabrana struktura upravljanja bez enkodera, ne bira se enkoder, Slika 21. Ako je odabrana struktura upravljanja sa enkoderom, potrebno je definisati paramete enkodera, Slika 22. U konkretnom slučaju, potrebno je odabrati enkoder sa 1024 impulsa sa HTL logikom.

Conliguration - Drive_unit	_1 - Encoder			
Drive properties	Drive: Drive_1, DD	S 0, MDS 0		
<ul> <li>Power unit</li> <li>Power unit supplement</li> <li>Drive setting</li> </ul>	Which encoder do	you want to use?		
Motor Motor data Calculation of the Moto Motor holding brake	Encoder 1	Encoder 2	Encoder 3	
Encoder     Drive functions     Process data exchang				
Important parameters				
<				
3				
	< Ba	ack Next>	Cancel	Help

Slika 21. Izbor rada sa enkoderom

Configuration - Drive_unit	1 - Encoder			
Drive properties     Control structure	Drive: Drive_1, DDS 0,	MDS 0		
Power unit     Power unit     Power unit supplement     Motor     Motor data     Calculation of the Moto     Motor data     Calculation of the Moto     Motor holding brake     association     Process data exchang     Important parameters     Summary	Which encoder do you  F Encoder 1  Encoder 1  Encoder name: Encoder evaluation:	want to use? Encoder 2 Encoder_1 "CU310 PN" (3)	Encoder 3	
		<ul> <li>Select standard encoder from list</li> <li>Enter data</li> </ul>	Via order no Encoder	o. data
	Encoder type 4000 nm, 1 Vpp, A 20000 nm, 1 Vpp, A 40000 nm, 1 Vpp, A 1020 HTL A/B R 2040 HTL A/B R 2040 HTL A/B R 1024 HTL A/B 1024 HTL A/B 1024 HTL A/B 2048 HTL A/B 2048 TTL A/B	B R distance-coded //B R distance-coded //B R distance-coded //B, EnDat, resolution .	Code number           2110           2111           2112           .2151           3001           3002           3003           3006           3007           3008	
	< Back	Next >	Cancel	Help

Slika 22. Biranje tipa enkodera

Frekventni pretvarač *Sinamics S120* ima mogućnost automatske identifikacije parametara, a navedenu funkciju je potrebno izvršiti prilikom prvog puštanja u pogon. Za vreme izvođenja ove automatske procedure, na upravljačkom panelu programa *Starter* se ne sme ništa dirati, dok se funkcija ne izvede do kraja. Na ekranu prikazanom na Slici 23. potrebno je odabrati opciju [2], *Motor data identification at standstill*. Izborom navedene opcije, određuju se parametri asinhronog motora.



Slika 23. Identifikacija parametra motora

U konkretnom slučaju, pri izboru načina razmene podataka između računara i upravljačke jedinice pretvarača, potrebno je izabrati *Free telegram configuration with BICO*, kao na Slici 24. Nakon toga, treba kliknuti na opciju *Next* za otvaranje prozora za definisanje maksimalne vrednosti struje, minimalne i maksimalne brzine i za podešavanje brzine rampi pri zaletanju i pri zaustavljanju pogona, kao i za definisanje načina zaustavljanja u slučaju prinudnog zaustavljanja (OFF 3). Nakon unosa podataka, kao što je prikazano na Slici 25, treba kliknuti na opciju *Next*.

Configuration - Drive_unit	1 - Process data exchange (drive)	
Drive properties	Drive: Drive_1, DDS 0	
Power unit     Power unit supplement     Drive setting	Select the PROFIdrive telegram:	
Motor Motor data Calculation of the Moto Motor holding brake	[999] Free telegram configuration with BICO	
Encoder	Length (words)	
Process data exchang     Important parameters     Summary	Input data / actual values: 0	
	Output data / setpoints: 0	
	Notes:	
	<ol> <li>The PROFIdrive process data will be interconnected to BICO parameters in accordance with the selected telegram type. These BICO parameters cannot be subsequently changed.</li> </ol>	
	2. These data refer to interface 1 in accordance with the settings on the control unit.	
	< Back Next > Cancel Help	

Slika 24. Biranje načina razmene podataka između računara i upravljačke jedinice

Configuration - Drive_unit	1 - Important parameters	and the second se	
Drive properties	Drive: Drive_1, DDS 0		
Diffe properties     Control structure     Motor data     Calculation of the Mote     Calculation of the Mote     Cancel structure     Control struct	Set the values for the most imp Current limit: Minimum speed: Ramp-up time: Ramp-down time: Ramp-down time w. DFF 3	ortant parameters: 0.000 1420.000 10.000 10.000 0.000 0.000	Arms rev/min s s
	< Back	Next > Cancel	Help

Slika 25. Ograničenje struje, podešavanje brzine i rampi pri zaletanj i pri zaustavljanju motora

Tada se otvara prozor sa preglednom, sažetom strukturom pogona. Za uspešan završetak podešavanja, potrebno je odabrati *Finish*, kao što je prikazano na Slici 26.



Slika 26. Pregled definisane strukture pogona

#### 3.3. Učitavanje projekta u upravljačku jedinicu

Za puštanje pogona u rad potrebno je prebaciti se u *Online* način rada. Za prebacivanje u *Online* način rada, u traci sa alatkama na vrhu ekrana (*Toolbar*), potrebno je kliknuti žutu ikonicu: *Connect to target system*, . Uspostavljena je *Online* veza i izvršava se *Online/Offline* poređenje. *Online* režim rada, odnosi se na set parametara koji se nalazi u upravljačkoj jedinici pretvarača, a režim rada *Offline* - na projekat u *Starteru*. Ako se detektuje razlika, onda se ona i prikazuje na ekranu, kao što se može videti na Slici 27.

Online	Omine	Differences	
Drive_1	Drive_1	Units / structure inconsist	lency -
f these differences Adjust via:	are not adjusted, the online rep c== Download Load to PG ==>	resertation may be incomplete. Overwriting of the data in the target device Overwriting of the data in the project	

Slika 27. Upoređivanje Online/Offline režima rada

Projekat sada treba učitati u upravljačku jedinicu. Ako je potrebno da se trenutni projekat iz *STARTER*-a učita u upravljačku jedinicu pretvarača treba kliknuti na < == Download. Kada program pita: *"Are you sure?"*, potrebno je kliknuti *Yes*. Program tada šalje projekat upravljačkoj jedinici, kao na Slici 28. Kada program pošalje obaveštenje da su podaci uspešno učitani u upravljačku jedinicu, potrebno je kliknuti *OK*. Ako je potrebno da se trenutni projekat učita u *STARTER, treba* kliknuti *Load to PG* == >. Kada program pita *Are you sure*?, potrebno je kliknuti *Yes*. Program sada šalje projekat *Starteru*. Kada program obavesti da su podaci uspešno učitani u *Starter*, potrebno je kliknuti *OK*. Ukoliko više ne postoje razlike u *Online/Offline* dijaloškoj kućici, kliknuti *Close*.



Slika 28. Slanje projekta upravljačkoj jedinici

#### 3.4. Upotreba upravljačkog panela

Posle kreiranja projekta, uspostavljanja komunikacije i učitavanja projekta u upravljačku jedinicu (pretvarač), pojavljuje se zelena ikonica ispred upravljačke jedinice i ostalih podešenih komponenata u projektnom navigatoru. Ovim se signalizira da su projektni podaci u *Starteru* i upravljačkoj jedinici konzistentni. Upravljačka jedinica spremna je za pogon što je moguće ostvariti sa upravljačkog panela (*Control panel*). Za upotrebu upravljačkog panela *Starter-*a i pokretanje motora, potrebno je dvostruko kliknuti na *Control panel* u projektnom navigatoru pod stavkom *Drive\_1→Commissioning* kao što je prikazano na Slici 29. Upravljački panel je prikazan u *Starteru* na dnu prozora, Slika 30.

STARTER - Project	2					- 0 <b>- X</b> -
Project Edit Targe	et system View Options Window	Help				
		X XE	<u> * あるな + ももい 数</u>		▝▏▋▓身ॖॖॾऻॼय़य़ॻॻख़ॼख़ॻॻख़ॖॖॖॖॖॖॖ	0
9		_				
B Project2	to doing unit					
Drive_unit	1					
> Overvi	ew					
E > Comm	nunication					
Contro	ol_Unit					
B input/	output components					
Teste	Configuration	- 1				
E Do	Expert list	- 1				
Pat	Cut.	- 1				
MONI	Copy	- 1				
	Paste	- 1				
	Delete					
	Rename	- 1				
	Expert	-				
	Drive navigator					
	Control logic					
	Setpoint channel	- 1				
	Open-loop/closed-loop control	- 1				
	Functions Messages and monitoring	- 11				
	Commissioning		Control panel	1		
	Communication		Device trace			
Project	Diagnostics	•	Function generator			
Control of the drive	Properties		Measuring function		Atheros AR8152 PCI-E Fast Ethernet Con Offline mode	NUM
<b>1</b>	🦉 💙 🔚	0	Stationary/turning measurement		EN 🔺	S 🏲 🍢 🗣 🛋 21:30 30.03.2014



Project Control panel Edit Target system View Options Window Help	
X	
Project/ Project/	
Project	
Dive_unt_1-Dive_1	
Assume control priority i n serpoint specification	
Enables DDS: 0	rev/min
📕 Alarms 💋 Control panel 🔠 Target system output ) 🏢 Compile/check.output ) 👫 Diagnostics overview	
Control of the drive from the PC and display of the most important states	Atheros AR8152 PCI-E Fast Ethernet Con Online mode NUM

Slika 30. Upravljački panel

Za upotrebu upravljačkog panela potrebno je preuzeti prioritet upravljanja izborom *Assume control priority*. Potrebno je primetiti poruku koja se tada prikazuje u dijaloškom ekranu *Assume Control priority*, Slika 31. Moguće je uneti aplikacijsko nadzorno vreme, npr. 1000 *ms*. Dijaloški okvir za preuzimanje upravljačkog prioriteta potrebno je potvrditi klikom na *Accept*.

and assume control phonty	
Life-sign monitoring	
🔽 Active	
Monitoring time:	1000 ms
This function may observance of the	only be used under
Failure to observe result in personal i damage.	these safety notes may injury or material Safety notes
Failure to observe result in personal i damage.	these safety notes may injury or material Safety notes

Slika 31. Aplikacijsko nadzorno vreme

Pošto je upravljački panel preuzeo prioritet upravljanja, pojavio se žuti natpis *Give up control priority*, Slika 32. Izborom date opcije moguće je vratiti prioritet upravljanja upravljačkoj jedinici pretvarača.



Slika 32. Preuzimanje prioriteta upravljanja

Za prikaz opcija za pokretanje motora, potrebno je kliknuti na *Enables,* kao što je prikazano na Slici 33.

Drive_unk_1+Drive_1	- 18	Help		
Give up control priority/	In setpoint specification	n =	0x n x 100 x - 2005	â
📕 Alams: 💋 Control parter ( 🛄 BICO server ) 🛄 Target system output ) 🛄 Complet/check.output ) 🜿 Disgnostics overview (				

Slika 33. Prikaz opcija za pokretanje motora

Pri prvom puštanju pogona u rad, obvezna je provera rutine za identifikaciju motora. Ukoliko je rutina odabrana u procesu parametrizacije pretvarača odabirom opcije *Drive on,* klikom na dugme: rutina se pokreće, pa je potrebno pričekati dok se ista ne obavi i dok se pogon ne isključi.

Upisom referentne vrednosti za brzinu, motor se pokreće. Referentnu vrednost brzine treba unositi pažljivo s obzirom na nazivnu vrednost brzine, iako u programu postoji zaštita, odnosno

ograničenje maksimalne vrednosti brzine. Kada se klikne na *Drive off,* odnosno: motor se zaustavlja. Takođe, moguće je izvesti brzo zaustavljanje (*fast stop*), pritiskom na *space* na tastaturi računara. Ukoliko se tokom pokretanja pojavi bilo kakav alarm, motor će stati, a na ekranu će se pojaviti upozorenje da je aktivan neki alarm. Lista aktivnih alarma otvara se klikom na *Alarm*. Ukoliko je neki alarm aktivan, nije moguće pokrenuti motor dok se taj alarm ne potvrdi (*Acknowledgment*) i deaktivira.

#### 3.5. Snimanje signala

U programu *Starter*, moguće je obaviti snimanje signala i arhiviranje snimljenih vrednosti u format prikladan za dalje obrađivanje (.csv ili .xls). Odabirom *Drive\_1* $\rightarrow$ *Commissioning* $\rightarrow$ *Trace* kao što je prikazano na Slici 34, ili klikom na ikonicu:  $\square$ . Otvara se prozor u kome se podešavaju postavke snimanja, Slika 35.



Slika 34. Pokretanje opcije snimanja izabranih veličina

U prozoru *Trace* potrebno je odabrati veličine koje želimo da snimimo. Klikom na ikonicu: otvara se prozor za izbor veličina, odnosno signala, Slika 36. Potrebno je odabrati željeni signal i nakon toga kliknuti na *OK*.

STARTER - Project2 - [Drive_unit_1 - Device Project Trace Edit Target system V D 2 1 1 1 1 2 2 1 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2 2	er Optens Windew Help er Vaters Windew Help • VIXV <mark>% &amp;@@% +@@</mark> \$	
Project2 Patte single drive unit Project2 Patte single drive unit Project2 Potentian	Trace 1 inactive     Drive_unit_1     Assume control priority!       FGGen inactive     Drive_unit_1     Assume control priority!       Trace     Function generative     Time dayam (FFT dayam)       Boa     Assume control priority!     Boa       Image: Signah     Image: Signah     Image: Signah       Image: Signah     Image: Signah     Image: Signah	
nui I	Repeated measurement     Repeated measurement     Anarge curves in tacks.     Measuring curves in tacks.     Git C Y C it and Y     Lind diploy large to the last	•

Slika 35. Prozor Trace

r20 r21 r24 r25 r26 r27	Speed setpoint, smoothed Actual speed, smoothed Drive output frequency smoothed Drive, output voltage smoothed CO: DC link voltage. smoothed	rev/min rev/min Hz Vrms
r21 r24 r25 r26 r27	Actual speed, smoothed Drive output frequency smoothed Drive, output voltage smoothed CO: DC link voltage. smoothed	rev/min Hz Vrms
r24 r25 r26 r27	Drive output frequency smoothed Drive, output voltage smoothed CO: DC link voltage, smoothed	Hz Vrms
r25 r26	Drive, output voltage smoothed CO: DC link voltage, smoothed	Vrms
r26	CO: DC link voltage, smoothed	
r27		V
	Absolute actual current, smoothed	Arms
r28	Modulation depth, smoothed	%
r29	Drive, smoothed field-generating current actual value	Arms
r30	Current actual value, torque-generating, smoothed	Arms
r31	Actual torque smoothed	Nm
r32	Active power actual value, smoothed	kW
r33	Torque utilization, smoothed	%
r35	CO: Motor temperature	°C
r36	Power unit overload I2t	%
+ r37[0]	CO: Power unit temperatures, Maximum inverter	*C
r38	Power factor, smoothed	
r46	CO/BO: Missing drive enable signals	
	r29 r30 r31 r32 r33 r35 r36 + r37[0] r38 r46	129     Drive, smoothed field-generating current actual value       130     Current actual value, forque-generating, smoothed       131     Actual torque smoothed       132     Actual torque smoothed       133     Torque utilization, smoothed       134     Co. Moor temperature       135     CO. Moor temperature       136     Power unit overload D2       + 137(0)     CO. Power unit temperatures, Maximum inverter       138     Power factor, smoothed       r46     CO/ISD: Missing drive enable signals

Slika 36. Lista signala koji se mogu snimati

Posle izbora željenih veličina (signala) za snimanje, potrebno je kliknuti na ikonicu: za snimanje. Snimane veličine mogu se posmatrati u prozoru *Time diagram*, Slika 37. U prozoru *Measurements* se prikazuju svi izmerni signali sa pregledom vremena snimanja. Ukoliko se desnim klikom miša na *Measurement (1)* odabere opcija *Export Measurements* (Slika 38.), merenja je moguće snimiti u .csv ili .xls formatu tj. moguće je od snimanih veličina napraviti *Excel* fajl u kojem je signal predstavljen preko brojnih vrednosti u zadatom vremenskom intervalu. Takođe je u *Trace* tj. *Time diagram*-u moguće podesiti i jedinice merenih signala na y osi preko *Display additional Y scales* kao što je prikazano na Slici 39. i Slici 40.



Slika 37. *Time diagram* 

Project Trace Edit Target system Vie	ew Options Window Help	and a description de		_ <i>8</i> ×
Project     Parte single drive unit     B. Parte single drive unit     B. STAD.CUBD.PN     B. SNAMACS LIBRARES     B. MONITOR	Trace 1 inactive SI FctGen inactive Trace   Function generator Messourcents   G H H H M M M M	20, CU310, PN  Statute control priority( Sta	Comment	Unit Color
	a a	Close measurement Close all measurements Espand (Display all curves) Reduce (Display measurements only) In ascending order In descending order Mathematical processing Parameterization of bit tracks Measurement section		
Project	Drive_1 🔄 Device trace	Superimpose measurements		
×		Measurement properties		
Press F1 to open Help display.		Atheros AR8152 PCI-E Fas	t Ethernet Con <mark>Offline mode</mark>	NUM

Slika 38. Prebacivanje snimanih signala u Excel fajl

Projecti Paste single drive unit B St 20_CU310_PN SINAMICS LIBRARIES B MONITOR	Trace I inactive         Islo_CU310_P           FctGen inactive         S120_CU310           Trace         Function generator	N  P  Assume control prio  FFT disgram Bode disgram		-
		Undo Joem Undo Joem Undo zoom completely Messuring cursor Autiliary line grid V Autiliary line grid Show comments Memo function active Display trigger line Stow interpolation points Active curve	Cruck 1.600 Processor Cruck 1.600 Processor	
Project	bive_1 Device trace	Auto-scaling Scaling		
Main scale Display	Signal e_1.r69(0) e_1.r69(0)	Driperty additional * Ecates Dri Dri Arrange curves in tracks Time/FFT diagram Superimpose measurements	comment	A Color A • •
Trace time diagram		Copy graphics to clipboard		
Press Et to open Help display		Properties	CLE East Ethemet Con Ollillon music	NUM.

Slika 39. Time diagram, podešavanje jedinica



Slika 40. Time diagram, podešavanje jedinica

Značenje pojedinih ikonica prikazano ja u Tabeli 1.

Tabela 1. Značenje ikonica u *Trace-u:* 

Ikonica:	Značenje:			
D	Resetovanje zadatog signala. (Klikom na ovu ikonicu brišu se signali zadati preko parametara u <i>Trace</i> -u).			
à	Otvaranje kataloga. (Otvara se katalog sa sačuvanim ili unapred konfigurisanim podešavanjima signala).			
	Snimanje kataloga. (Snimanje izabranih signala u katalog).			
M	Pronalaženje i zamena. (Preimenovanja signala u tabeli signala).			
<b>a</b>	Prenos skupa izabranih signala u Trace-u iz Startera u upravljačku jedinicu. (Starter mora da			

	bude u <i>Online</i> modu).
<u>20</u>	Prenos skupa izabranih signala iz upravljačke jedinice u Starter. (Starter mora da bude u Online modu).
*	Brisanje skupa signala u upravljačkoj jedinici. (Klikom na datu ikonicu brišu se trenutni izbor signala u ciljnom uređaju).
E L	Matematička obrada. (Vrši se izabrana matematička obrada izmerenih signala).
सि	Klikom na ovu ikonicu predstavljaju se pojedinačni bitovi i prikazuju se na dijagramu.
?	Pomoć. (Kliknite na ikonicu da bi se pojavio prozor za pomoć).

#### 4. Rampe

Rampa se pokreće klikom na ikonicu 🖾 u *toolbar*-u.

*Ramp-function generator* predstavlja unapred definisani profil brzine, koji se definiše zadavanjem vrednosti parametara za vreme ubrzanja i vreme usporenja.

*Ramp-up time* (p1120); Na ovaj način se zadaje vreme za koje pogon treba da se zaleti do maksimalne brzine.

*Ramp-down time* (p1121); Na ovaj način se zadaje vreme za koje pogon treba da uspori od maksimalne brzine do mirovanja.

Maksimalna brzina p1082 se koristi kao referentna vrednost za izračunavanje rampe iz *Ramp-up time* i *Ramp-down time*. Posebno podesiva rampa se podešava preko p1135 za brzo zaustavljanje (OFF3 ramp down time), tj. za brzo kontrolisano usporavanje (prinudno zaustavljanje) kada se motor isključuje izborom opcije *Drive off*.

Postoje dve vrste *Ramp-function generator*-a, za generisanje osnovnih i složenih funkcija promene brzine u vremenu, pri zaletanju i pri zaustavljanju pogona:

- 1. Bassic ramp-function generator za:
  - Generisanje rampe za ubrzanje i usporenje

  - Praćenje izbranih signala preko "binector input"
  - Postavljanje zadatih vrednosti za "*Ramp-function generator*"
- 2. *Extended ramp-function generator* služi za definisanje zaobljenja osnovnih funkcija promene brzine u vremenu pri zaletanju i pri zaustavljanju pogona.

#### Parametri basic ramp-function generatora:

- 1. *Ramp-up time* p1120
- 2. *Ramp-down time* p1121
- 3. *OFF3* rampa za prinudno zaustavljanje
  - OFF3 ramp-down time p1135

Podešavanje ramp-function generatora:

- Podešavanje vrednosti ramp-function generator p1144
- Podešavanje signala *ramp-function generatora* p1143

Basic ramp-function generator za konkretan slučaj, prikazan je na Slici 41.



Slika 41. Basic ramp-function generator

Parametri extended-ramp function generatora:

- Ramp-up time T<sub>up</sub>, p1120
- Ramp-down time T<sub>dn</sub>, p1121
- Početno zaobljenje (Initial rounding IR p1130)
- Završno zaobljenje (Final rounding FR p1131)
- Tip zaobljenja (Rounding type p1134)
- Effective ramp-up time Tup<sub>eff</sub> = Tup + (IR/2 + FR/2)
- Effective ramp-down time Tdn<sub>eff</sub> = Tdn + (IR/2 + FR/2)
- OFF3 rampa za prinudno zaustavljanje
  - OFF3 ramp-down time p1135
    - OFF3 početno zaobljenje p1136
    - OFF3 završno zaobljenje p1137
- Podešavanje ramp-function generatora
  - Podešavanje vrednosti ramp-function generator p1144
  - Podešavanje signala ramp-function generator p1143
- Podešavanje načina zaobljenja *ramp-function generator* p1134:
  - Continuous smoothing (p1134 = "0"); zaobljenje je uvek aktivno. Moguća je pojava preskoka. U slučaju promene zadate vrednosti, prvo se izvrši poslednje podešenje, pa se tek onda primeni nova zadata vrednost.

- Discontinuous smoothing (p1134 ="1"); Promenjena zadata vrednost se odmah primenjuje. Ovo sprečava preskok, mada može izazvati nagle promene brzine/ubrzanje (trzaj).
- Podešavanje *ramp-function generatora* deaktiviranje zaobljenja na nuli preko p1151.

Podešenja extended-ramp function generatora prikazana su na Slici 42.



Slika 42. Extended-ramp function generator

# 6. Dodatno podešenje zadate vrednosti - Setpoint addition

Klikom na ikonicu: 🛋 dobija se Slika 43.



Slika 43. Setpoint additon

Dopunsko podešenje zadate vrednosti (*setpoint*) se može koristiti za unos korektivnih vrednosti koje su posledica dejstva upravljanja sa zatvorenom povratnom spregom na višem

upravljačkom nivou, pomoću dve varijable: *Speed setpoint 1* i *Speed setpoint 2* (*speed setpoint se nalazi iza ramp-function generator-a u upravljačkoj strukturi*).

Takođe je moguće aktivirati i *Droop* (p1492), čime se obezbeđuje da se zadata vrednost za brzinu (*speed setpoint*) proporcionalno smanji kada se momenat opterećenja poveća.

Klikom na: *Interpolator* na Slici 43. dobija se Slika 44. Uključenjem interpolatora finije se podešavaju zadate vrednosti za brzinu (*speed setpoint*), na izlazu iz *ramp-function generator-* a. Dejstvo interpolatora može biti dozvoljeno ili ne, podešavanjem kao na Slici 44.



Slika 44. Interpolator

#### 7. Zadavanje graničnih vrednosti za brzinu (Speed limit)

Pokreće se klikom na ikonicu  $\overleftarrow{m}$ , pri čemu se dobija ekran prikazan na Slici 45. U rasponu od 0 obrtaja do zadate brzine, pogon (motor, spojnice, vratila) može imati jednu ili više tačaka pri kojima dolazi do pojave rezonancije, koje dalje mogu dovesti do oscilacija u pogonu. *Skip frequency bands* može se koristiti za izbegavanje rada u oblasti rezonantnih frekvencija. Granične frekvencije mogu da se podese preko parametara p1080 i p1082. Ova ograničenja se mogu menjati i tokom rada (promenom p1085 i p1088).



Slika 45. Zadavanje graničnih vrednosti za brzinu

Ukoliko se na Slici 45. klikne na *Skip frequency bands,* dobija se Slika 46. Preskočene vrednosti se koriste za sprečavanje efekta mehaničke rezonancije. Podešene brzine na Slici 46. su potisnute u definisanom graničnom opsegu (+/-). U ovom opsegu je nemoguća pojava stacionarnih radnih stanja.



Slika 46. Skip frequency bands

Klikom na *Minimum limit* na Slici 45. dobija se Slika 47. Ovde je moguće uneti najnižu minimalnu brzinu. Vrednost parametra važi za oba smera okretanja motora. U posebnim slučajevima, motor može raditi ispod ove vrednosti (npr. pri reversu).



Slika 47. Minimalna granična vrednost za brzinu

Klikom na *Maximum limit* na Slici 45, dobija se Slika 48. Maksimalna granična vrednost za brzinu služi kao ulazni podatak za regulator brzine. Ovo je maksimalna vrednost brzine koju treba da ima motor. Promena ove vrednosti utiče na podešavanja regulatora brzine (*controller*) i *Rampfunction generatora*.

Postoje i druge varijante za ograničenje brzine, npr. mogu se podesiti različite vrednosti za maksimalnu brzinu pri različitim smerovima obrtanja. Vrednost  $n_{max pos}$  (Slika 48.) uvek ima prioritet.



Slika 48. Maksimalna granična vrednost za brzinu

# 8. Ograničenje obrtnog momenta (Torque limit)

Moguće je ograničiti obrtni momenat pogona klikom na ikonicu 🔚 u *toolbar*-u, pri čemu se dobija Slika 49. Mogu se podesiti sledeća ograničenja:

- Gornja granica momenta omogućava podešavanje gornje granične vrednosti momenta i ako je neophodno, može se zadati njegova skalirana vrednost u odnosu na nominalni.
- Granična vrednost struje dozvoljava posmatranje granice stvarne struje. Kako ograničenje struje dodatno ograničava maksimalni obrtni moment koji motor može da razvije, ako se poveća granica obrtnog momenta, više obrtnog momenta će biti na raspolaganju samo u slučaju da veća struja može da proteče. Moguće je da će biti potebno takođe prilagoditi granicu struje zahtevu za povećanim momentom.
- Granična vrednost snage dozvoljava posmatranje struje motora i granice snage pri rekuperaciji. Ova vrednost određuje maksimalnu dozvoljenu snagu, pri čemu se mogu posmatrati različite granične vrednosti za snagu u motornom i generatorskom režimu rada.
- Donja granica momenta omogućava da se zada donja granična vrednost obrtnog momenta i ako je neophodno može se zadati njegova skalirana vrednost u odnosu na nominalni momenat.

Važni su sledeći parametri:

- p0640 Current limit
- p1520 CO: Torque limit, upper/motoring
- p1521 CO: Torque limit, lower/regenerative
- p1522 CI: Torque limit, upper/motoring
- p1523 CI: Torque limit, lower/regenerative
- p1524 CO: Torque limit, upper/motoring, scaling

- p1525 CO: Torque limit, lower/regenerative scaling
- p1530 Motor mode power limit
- p1531 Regenerative mode power limit



Slika 49. Ograničenje obrtnog momenta

Ukoliko se na Slici 49. odabere opcija *Torque limits:* , otvara se prozor za podešavanje gornje i donje granice momenta (*Upper/Lower torque limit*) (Slika 50.) gde je potrebno uneti maksimalni i minimalni dozvoljeni moment opterećenja mašine, ili nominalni moment i faktor skaliranja (*Scaling*).



Slika 50. Podešavanje gornje i donje granične vrednosti momenta

Ukoliko se na Slici 49. Klikne na *Limit of current* , dobiće se Slika 51. Istovremeno, *current limit* ograničava maksimalni raspoloživi moment, odnosno ako treba da se postigne veći obrtni moment, *current limit* takođe mora da se prilagodi.



Slika 51. Podešavanje granične vrednosti za struju

Klikom na *Power limit:* na Slici 49. dobija se Slika 52. Ovde se prikazuje maksimalna moguće snaga.

- Granica snage motora je maksimalna snaga motora uzeta iz jednosmernog međukola (*DC link*).
- Granica snage pri rekuperativnom kočenju (regenerative) je maksimalna snaga, koja se u toku operacije kočenja, vraća nazad u jednosmerno međukolo (*DC link*).



Slika 52. Podešavanja granične vrednosti za snagu

Klikom na ikonicu a Na Slici 49. dobija se Slika 53. Ovde se prikazuju parametri kojima se definišu granične vrednosti obrtnog momenta.



Slika 53. Definisanje graničnih vrednosti momenta

# 9. Regulator brzine (Speed controller)

Regulator brzine pokreće se klikom na ikonicom u *toolbar*-u. Dobija se Slika 54. Upravljanje brzinom se može vršiti na dva načina: sa i bez enkodera (VC, SLVC). Regulator brzine u oba slučaja ima istu strukturu koja sadrži sledeće komponente:

- PI regulator,
- Predpodešenje PI regulatora brzine (precontrol),
- Proporcionalno smanjenje zadate vrednosti za brzinu usled velikog porasta momenta opterećenja (Droop).



Slika 54. Podešavanje regulatora brzine

Moguće je sledeće:

- Prikazivanje pojačanje K<sub>p</sub> (*P gain*) i vremenske konstante integralnog dejstva T<sub>n</sub>.
- Može se definisati filtriranje, čime se ublažavaju oscilacije pri merenju brzine (*Smoothing*).
- Koristeći adaptaciju, za dve različite brzine (gornja i donja brzina adaptacije) definisati različite vrednosti za K<sub>p</sub> (*P gain*) i vremensku konstantu integralnog dejstva (T<sub>n</sub>).
- PI regulator brzine prikazan na Slici 55. deluje se na razliku između zadate i stvarne vrednosti za brzinu. Zajedno sa predefinisanom vrednošću za brzinu, brzinom *Precontrol*, ova vrednost zatim formira zadatu vrednost (*setpoint*) za obrtni momenat.



Slika 55. Podešavanja PI regulatora brzine

Ukoliko je definisana inercija opterećenja (t.j. celog pogona), parametri ragulatora brzine ( $K_p$ ,  $T_n$ ) mogu se odrediti automatski (p0340 = 4). Parametri regulatora su definisani kao:

$$T_n = 4 \cdot T_s$$
$$K_p = 0.5 \cdot \mathbf{r} 0345 / T_s = 2 \cdot \mathbf{r} 0345 / T_n$$

Gde je  $T_s$ -ukupno vreme kašnjenja (sadrži p1442 i p 1452), a r0345 – Nominal motor starting time.

Ukoliko se sa ovim podešavanjima pojave vibracije u pogonu, pojačanje K<sub>p</sub> regulatora brzine se mora smanjiti ručno. Sledeće operacije treba primeniti u cilju dobijanja optimalnog odziva:

- Ako se K<sub>p</sub> povećava, regulator postaje brži, mada se prebačaj smanjuje. Međutim, talasnost signala za brzinu se povećava, kao i i vibracije u petlji regulatora brzine.
- Ako se T<sub>n</sub> smanji, regulator dodatno postaje brži i prebačaj se povećava.

Da bi se sprečile bilo kakve vibracije koje se posledica dejstva regulatora brzine, obično je samo potrebno da se poveća vreme (smoothing time) u p1452 za rad sa enkoderom ili p1442 za rad bez enkodera, ili smanjiti pojačanje regulatora.

*Droop* – (omogućen je preko parametra p1492), osigurava da se zadata vrednost za brzinu proporcionano smanji, kada se moment opterećenja naglo poveća.

#### 9.1. Filter brzine (Speed setpoint filter)

Filter brzine pokreće se klikom na ikonicu u *Toolbar* - u. Pokretanjem gornje ikonice otvoriće se podešavanja prikazana na Slici 56. Filter brzine omogućava sledeće:

1. Unos vrednosti za vremensku konstantu PT1 filtra da bi se ublažila promena zadate vrednosti za brzinu u regulatoru brzine. Smanjenje ove vrednosti izaziva brži dinamički

odziv regulatora brzine, mada postoji opasnost pojave nestabilnosti, za suviše male vrednosti.

2. Ukoliko je potrebno, treba aktivirati *Precontrol* brzinu. Brzina *Precontrol* poboljšava odziv u petlji regulatora brzine, pri promeni zadate vrednosti brzine.





Klikom na ikonicu *Precontrol* na Slici 56. otvoriće se podešavanja prikazana na Slici 57. Sa *Precontrol,* dodatna zadata vrednost za obrtni momenta (*setpoint*)se definiše nezavisno od regulatora brzine u toku procesa zaletanja (ubrzanja). *Precontrol* se koristi da rastereti regulator brzine u toku procesa zaletanja (ubrzanja). Obrtni moment setpointa,  $m_v$  se izračunava kao:

$$m_{v} = p1496 \cdot J \cdot \frac{dn}{dt} = p1496 \cdot p0341 \cdot p0342 \cdot \frac{dn}{dt}$$

Zadata vrednost za obrtni moment se prebacuje/pomoću predefinisane vrednosti u *Precontrol* direktno na regulator struje preko daodatnih pomoćnih varijabli koje se aktiviraju pomoću p1496. Moment inercije motora (p0341) se izračunava direktno prilikom puštanja u rad (p0340 = 1) ili na kraju, kada se odredi ceo skup parametara. Faktor p0341 između ukupnog momenta inercije *J* i momenta inercije motora, mora biti određen ručno ili primenom operacija koje se sprovode u cilju dobijanja optimalnog odziva brzine. Ubrzanje se izračunava iz razlike brzina u

toku vremenskog untervala t  $(\frac{dn}{dt})$ . Kada se primenjuju operacije u cilju optimizacije brzine, određuje se odnos ukupnog momenta inercije i momenta inercije motora (p0342), a

predefinisana (*pre-control*) skalirana vrednost u toku zaletanja motora (p1496) se postavlja na 100%.



Slika 57. Podešavanja za precontrol

# **10.** Regulator struje (*Current controller*)

Pokreće se klikom na ikonicu 🖾 na *toolbar*- u.

Nisu potrebna nikakva podešavanja za rad sa strujnim regulatorom prikazanim na Slici 58. Nakon inicijalnog startovanja, strujni regulator je dovoljno optimizovan za većinu aplikacija. Podešavanja regulatora se mogu dodatno optimizovati za posebne slučajeve.

- Reset time se može se koristiti za podešavanje koliko brzo će se izvršavati integralna komponenta PI regulatora brzine. Manja vrednost znači brži odziv usled komponente integralnog dejstva. Ukoliko se unese "0", I komponenta PI regulatora će biti postavljena na "0".
- Pojačanje *P* dozvoljava primenu proporcionalnog pojačanja za niži opseg podešenja struje. Veća vrednost, znači brži odziv usled komponente integralnog dejstva.



Slika 58. Podešavanja regulatora struje

#### **10.1.** Filter struje (*Current setpoint filter*)

Pokreće se klikom na ikonicu: u *Toolbar*-u, pri čemu se dobija Slika 59. Zadate vrednosti struje za četiri filtra struje koja su povezana na red, mogu se definisati na sledeći način:

- Low-pass 2nd order (PT2): -40dB/decade
- General 2nd order filter

*Starter* konvertuje *band-stop* i *low-pass* smanjujući vrednost parametra u opštem filtru drugog reda (*General 2nd order filter*).

- band-stop
- *Low-pass* sa smanjenjem za konstantnu vrednost.



Slika 59. Podešavanja filtra struje

Klikom na *Setpoint filter 1* otvara se ekran, prikazan na Slici 60. Filteri se koriste za izbegavanje ili slabljenje određenog frekventnog opsega radi suzbijanje efekta rezonance. *Band-stop* i *Low-pass* filteri postoje radi suzbijanja frekvencija koje izazivaju smetnje. Ukoliko je potreban samo jedan filter, trebalo bi aktivirati filter 1 i deaktivirati filter 2, jer bi se inače vreme za potrebno za računanje, bespotrebno izgubilo.



Slika 60. Biranje filtra

Rad sa filtrima:

- Kliknite na opciju *Setpoint filter* 1 da biste aktivirali filter.
- Izaberite filtre.
- Izaberite filter koji želite da koristite u *Filter settings.*

- Napravite potrebne postavke parametara (Parameter help).
- Kliknite Accept da koristite podešavanja filtra.

Korišćenje superpozicije:

- Kliknite *Superimposition* ako želite da se prikaže samo jadna karakteristična kriva filtra.
- Opcija ostaje aktivna.
- Kliknite ponovo na *Superimposition* ako želite da se karakteristična kriva prikazuje za svaki filter.
- U *superimposed view*, prikazuje se cela funkcija prenosa serijski povezanih filtera.

Klikom na ikonicu na Slici 59. dobija se Slika 61. Regulator brzine pretvara različite granice u jedan rezultujući maksimalni i minimalni obrtni moment - generisanjem odgovarajuće struje. Pored toga, i gornja i donja granica regulatora napona u jednosmernom međukolu V<sub>dc</sub>, mogu da budu uključene u granične vrednosti. To će u ovom konkretnom slučaju biti prikazano samo ako je aktivan regulator napona u jednosmernom međukolu V<sub>dc</sub> (samo u *Online* modu).



Slika 61. Gornja i donja granica struje u jednosmernom međukolu

# 11. Speed setpoint - podešavanje zadate vrednosti za brzinu

Pokreće se klikom na ikonicu i u *Toolbar -* u. Dobija se Slika 62. Potrebno je navesti izvor zadate vrednosti za brzinu. To može biti ili potenciometar (povezan preko digitalnih ulaza) ili vrednost dobijena preko komunikacionog protokola (*Profibus* ili *Profinet*).

Glavna zadata vrednosti za brzinu se odnosi na onu vrednost koja je izazvala pokretanje mašine (actual machine run).

Moguće je blokiranje smera obrtanja, ako je dozvoljen samo jedan smer obrtanja za mašinu.

Moguće je skokovito promeniti glavnu zadatu vrednost za brzinu (*main setpoint*) pomoću opcije *jog*, preko *Jog Bit 0* i *Jog Bit 1*.

*Jog* režim odnosi se na rad pogona sa nekom unapred zadatom fiksnom vrednošću za brzinu, sve dok je odgovarajući *jog bit* aktivan. Ova funkcija omogućava, na primer, kretanje pogona do željene pozicije bez obzira na posledice.



Slika 62. Podešavanje zadate vrednosti za brzinu

# 12. Energetski pretvarač (Power unit)

Klikom na ikonicu u *Toolbar*-u dobija se Slika 63. Ovde su prikazane informacije o energetskoj jedinici. Grafički su prikazane promene struje ili napona u okviru energetske jedinice, tj. u okviru pretvarača.

Moguće je uneti vrednosti za radne veličine energetske jedinice i prikazati efektivne vrednosti faznih struja pri PWM- u (impulsno širinska modulacija).



Slika 63. Prikaz informacija o energetskoj jedinici

Klikom na ikonicu III na Slici 63. otvara se Slika 64. Ovde se prikazuju trenutne vrednosti radnih veličina energetske jedinice.

- Moguće je aktiviranje/deaktiviranje ekrana sa efektivnim vrednostima za fazne struje.
- Moguća je promena učestanosti preko parametra p1800 iz ekspertne liste. Parametar pretvarača je prethodno podešen na nominalnu vrednost pri inicijalnom puštanju u rad.
- Identifikacija preko *LED* (*Online* režim). Moguća je identifikacija rada energetske jedinice, uključenje/isključenje, preko *LED*. Ovo omogućava lokalizaciju energetske jedince.
- Paralelno povezivaje energetskih jedinica.
- Ukoliko su energetske jedinice povezane paralelno, podaci za različite energetske jedinice će biti prikazani jedni pored drugih.

Current power unit operating	values 🧧	×		
Component number:	2			
Absolute output current:	0.00	Arms		
Output frequency:	0.0	Hz		
Output voltage:	0.0	Vrms		
Overload 12 t:	0.0	%		
Maximum output current:	0.00	Arms		
Current pulse rate:	0.000	kHz		
Pulse frequency:	4.000	kHz		
Maximum inverter temperature:	0	°C		
Phase currents (eff.):				
Identification via LED				
C	lose	Help		

Slika 64. Prikaz trenutnih vrednosti radnih veličina energetske jedinice

#### 13. Kraj rada

Da bi se završio rad, potrebno je vratiti prioritet upravljačkoj jedinici u svrhu prekida upravljanja računarom. Na upravljačkom panelu je potrebno:

- obvezno odabrati Drive off:
- ukloniti štikliranje sa Enables,
- odabrati opciju *Give up control priority*.

Posle toga se pojavljuje prozor *Return control priority* i potrebno je odabrati *Yes*. Sistem se još uvek nalazi u *Online* modu rada. Klikom na ikonicu *Disconnect target system:* Starter je potrebno postaviti u *Offline* režim rada.