M1 EtherCAT Pozisyon Kontrol Uygulaması

İÇİNDEKİLER

- Giriş
- Kontrol Metodu ve Enkoder Ayarları
- Pozisyon Kontrol Parametreleri
- Pozisyon Kontrol Fonksiyonları
- Uygulama

Giriş

EtherCAT haberleşmesine sahip M1 sürücüler ile bir PLC üzerinden pozisyon kontrolü uygulaması yapılabilir. Bu dokümandaki uygulamada PLC olarak NJ501-1500 kullanılmıştır. Bu dokümanda pozisyon kontrolüne ilişkin parametreler, register ve PDO yapıları, kullanılan fonksiyonların çalışma mantığı ve tetikleme biçimleri örnek bir uygulama üzerinden anlatılmaktadır.

Kontrol Metodu ve Enkoder Ayarları

Pozisyon kontrolü için sistemde enkoder bulunmalı ve M1 sürücüde F042 parametresinde sensörlü kontrol metotlarından biri seçilmelidir.

F042	3004h-2Bh ---	1st Drive Control Selection	V/f DTV PG V/f PG DTV SLV PGV PM SLV PM PGV 0 to 16 0: IM V/f control 1: IM Dynamic torque vector control 3: IM V/f control with speed sensor 4: IM Dynamic torque vector control with speed sensor 5: IM Vector control without speed sensor 6: IM Vector control with speed sensor 15: PM Vector control without speed and pole position sensor 16: PM Vector control with speed and pole position sensor	0	---	1 ---	Tx Rx	page 6-11

Görselde işaretli 3, 4 ve 6 numaralı metotlar asenkron motorlar için, 16 numaralı metot ise sabit mıknatıslı senkron motorlar içindir.

Enkoder bağlantısı için kontrol devresi terminallerinden PIA, PIB ve PIZ puls giriş terminalleri ile ortak uç DIC kullanılır. Sensörlü kontrol metodu seçildiğinde d014 ve d015 parametreleri kullanılan enkodere uygun şekilde ayarlanmalıdır.

When Control with Speed Sensor Is Selected as Control Method

When a control with speed sensor is selected as the control method, the following parameters matched to the encoder specifications are required.

Parameter No.	Function name	Set data	Default data
d014	Input Terminal [PIA][PIB] Pulse Input Format Selection	2: Quadrature A/B signal (B phase lead) 3: Quadrature A/B signal (A phase lead)	2

d014: Enkoder çıkışı B fazı önde ise 2, A fazı önde ise 3 seçilir.

d015	Input Terminal [PIA][PIB] Encoder Pulse Resolution	Number of pulses of motor encoder to be controlled 0400 (hexadecimal display) / 1024 P/R	0400 (hexadecimal display)
d016	Input Terminal [PIA][PIB] Pulse Scaling Factor Denominator	Set the speed reduction ratio of the motor and encoder. When the encoder is directly coupled to the motor, this does not need to be set. (Default value = 1) Motor speed = Encoder speed × (d017)/(d016)	1
d017	Input Terminal [PIA][PIB] Pulse Scaling Factor Numerator		1

d015: Motorun bir turuna karşılık gelen enkoder puls sayısı girilir. Motor ile enkoder arasında bir redüksiyon varsa d016 ve d017 ile ölçekleme yapılır.

Motor hızı = Enkoder hızı × (d017)/(d016).

Pozisyon Kontrol Parametreleri

Pozisyon kontrolü ile ilgili parametreler aşağıdaki gibidir.

d237	Positioning Data Type	0: Absolute position (ABS) 1: Relative position (INC)	0	-
d238	Position Data Determination Time	0.000 to 0.100 s	0.000	s
d277	Positioning Data Setting Selection via communication	0: Disable Communications Positioning Data (S20, S21) 1: Enable Communications Positioning Data (S20, S21)	0	-
d279	Position Mode and Set Mode Control	Enabling position with “SPD” assignment necessary: 0: “POS-SET” edge control 1: “POS-SET” level control 2: Always updated Enabling position regardless “SPD” assignment: 3: “POS-SET” edge control 4: “POS-SET” level control 5: Always updated	0	-
d281	Position count direction	0: Normal (Same as speed control) 1: Inverse	0	-
S020	Positioning Data via Communication (MSB)	-2147483648 to 2147483647 (80000000h to 7FFFFFFFh) (MSB: -32768 to 32767, LSB: 0 to 65535)	0	-
S021	Positioning Data via Communication (LSB)	-2147483648 to 2147483647 (80000000h to 7FFFFFFFh) (MSB: -32768 to 32767, LSB: 0 to 65535)	0	-

Parameter No.	Function name	Data	Default data	Unit
d206	Electronic Gear Denominator	1 to 65535	1	-
d207	Electronic Gear Numerator	1 to 65535	1	-

d281	Position Count direction	0: Normal (same as speed control) 1: Inverse	0

Parameter No.	Function name	Data	Default data
d282	Position Range Setting	0: Linear (No Wrap-around) 3: Rotation (Wrap-around)	3

Parameter No.	Function name	Data	Default data	Unit
E001 to E005 E098 E099	Input Terminal [DI1] to [DI7] Function Selection	139 (1139): Forward rotation driving prohibited “FOT” 140 (1140): Reverse rotation driving prohibited “ROT”	-	-
d280	Over Travel Forced Stop Operation Selection	0: Servo lock after deceleration stop 1: Operation error (alarm code: 24) after a deceleration stop	0	-

Parameter No.	Function name	Data	Default data	Unit
d222	Overtravel Function Selection	0: Invalid/Infinite rotation 1: Valid (Positioning at OT position at over traveling), normal PTP 2: Valid (Immediately stopped at over traveling), normal PTP	0	-
d225	Software Overtravel Detection Position in the Positive Direction (MSB)	-2147483648 to 2147483647 (MSB: -32768 to 32767, LSB: 0 to 65535)	2147483647	-
d226	Software Overtravel Detection Position in the Positive Direction (LSB)			
d227	Software Overtravel Detection Position in the Negative Direction (MSB)	-2147483648 to 2147483647 (MSB: -32768 to 32767, LSB: 0 to 65535)	−2147483648	-
d228	Software Overtravel Detection Position in the Negative Direction (LSB)			

“CP3”	“CP2”	“CP1”	Parameter	Data	Range (user value unit)
OFF	OFF	OFF	d244, d245	Positioning data 1	-2147483648 to 2147483647 (80000000h to 7FFFFFFFh)
OFF	OFF	ON	d246, d247	Positioning data 2	-2147483648 to 2147483647
OFF	ON	OFF	d248, d249	Positioning data 3	-2147483648 to 2147483647
OFF	ON	ON	d250, d251	Positioning data 4	-2147483648 to 2147483647
ON	OFF	OFF	d252, d253	Positioning data 5	-2147483648 to 2147483647
ON	OFF	ON	d254, d255	Positioning data 6	-2147483648 to 2147483647
ON	ON	OFF	d256, d257	Positioning data 7	-2147483648 to 2147483647
ON	ON	ON	d258, d259	Positioning data 8	-2147483648 to 2147483647

d279 parametresi, konum kontrolünün etkinleştirilmesinde "SPD" girişinin kullanılıp kullanılmayacağını ve hedef konumun hangi koşulda güncelleneceğini belirler. Bu parametre M1 V1.1 ve üzeri sürümlerde kullanılabilmektedir.

d279	"SPD" terminal assignment for enabling position control	Target position update condition
0	Needed	"POS-SET" edge control
1		"POS-SET" level control
2		Always updated
3	Not needed	"POS-SET" edge control
4		"POS-SET" level control
5		Always updated

d277 parametresi, konumlandırma verisinin haberleşme üzerinden tanımlanmasını sağlar. 1 yapıldığında S020 (MSB) ve S021 (LSB) adresleri devreye girer ve d244 / d245 adreslerinin yerini alır. Parametre 0 olduğunda konumlandırma verisi d244 ve devamındaki adreslerden okunur.

d277	Positioning Data Setting Selection via communication	0: Disable Communications Positioning Data (S20, S21) 1: Enable Communications Positioning Data (S20, S21)	0	-

Pozisyon Kontrol Fonksiyonları

Pozisyon kontrolünde uygulanabilecek olan birçok fonksiyon bulunmaktadır. İlgili fonksiyonlar aşağıdaki şekildedir.

List of input terminal functions		
Data	**Terminal function**	**Description**
42	ORL: Origin search limit signal	The return-to-origin operation proceeds as follows: After "ORL" is turned ON during the return-to-origin operation, the system moves by the homing offset from the initial Z phase of the PG and then stops.
119	P-SEL: ASR integral term cancellation	When "P-SEL" is turned ON, the integral term of the speed controller is canceled, and proportional (P) operation is performed. When the mechanical brake is applied during position control, the motor cannot rotate even if a position error exists. This can cause the integral term to accumulate, potentially leading to an overload trip. Use this function in such cases.
135	INC/ABS: Increment/absolute position switching	When "INC/ABS" is turned ON, the positioning data is taken as an incremental position from the current position. When "INC/ABS" is turned OFF, the positioning data is taken as an absolute position from the origin.
136	ORT: Orientation command	The orientation operation is started when "ORT" is turned ON.

List of input terminal functions		
Data	**Terminal function**	**Description**
137	SPD: Speed/position switching	This terminal function is enabled only when d279=0, 1, or 2. Position control mode is enabled when "SPD" is turned OFF. The mode switches to speed control mode when "SPD" is turned ON. This function can be activated during operation. After positioning via position control, the state transitions to a servo lock state (in vector control) or to a DC braking state (in V/f control).
138	ORG: Return-to-origin startup signal	The mode changes to return-to-origin mode when "ORG" is turned ON.
139	FOT: Forward rotation drive prohibited	The overtravel detection signal in the positive direction is input when "FOT" is turned OFF. Use this for emergency stop and return-to-origin operations.
140	ROT: Reverse rotation drive prohibited	The overtravel detection signal in the negative direction is input when "ROT" is turned OFF. Use this for emergency stop and return-to-origin operations.
141	PCLR: Current position clear	The current position is cleared to zero when "PCLR" is turned ON.
142	PSET: Current position preset	When "PSET" is turned ON, the current position is taken as Preset Position (MSB) (d240) and Preset Position (LSB) (d241).
144	POS-SET: Position change command	When "POS-SET" is turned ON, the target position is changed, and movement to the new target position is started.
145 146 147	CP1: Position command selection 1 CP2: Position command selection 2 CP3: Position command selection 3	Select Positioning Data 1 to 8 (d244 to d259) using combinations of these inputs.

Bu dokümandaki örnek uygulamada kullanılan fonksiyonlar aşağıda açıklanmıştır. Fonksiyonların dijital giriş terminallerine atanması gerekmektedir. Fonksiyonlar hem fiziksel dijital giriş hem de EtherCAT üzerinden S006 (Operation command) komutunun ilgili biti ile tetiklenebilmektedir; ancak bazı fonksiyonlar sürücü sürümüne bağlı olarak yalnızca S006 üzerinden çalışmaktadır. Bu durum ilgili fonksiyonun açıklamasında belirtilmiştir.

S006	Operation command	Bit15: RST Bit14: DI7 Bit13: DI6 Bit12: - Bit11: - Bit10: - Bit9: - Bit8: - Bit7: - Bit6: DI5 Bit5: DI4 Bit4: DI3 Bit3: DI2 Bit2: DI1 Bit1: REV Bit0: FWD	0	-

6-9 Multi-functio

144 - POS-SET: Hedef pozisyon değiştirme komutudur. Bu fonksiyon, yazılan hedef pozisyon değerinin geçerli hâle getirilmesini ve yeni hedefe hareketin başlatılmasını sağlar. İşlem sırası şu şekildedir: önce ilgili konumlandırma adreslerine (S020 / S021) hedef pozisyon değeri yazılır, ardından 144 POS-SET fonksiyonu tetiklenerek hedef konum ataması tamamlanır ve hareket başlar. V1.0 sürümünde bu fonksiyon yalnızca S006 üzerinden tetiklenebilmektedir.

Hedef konum değeri 32 bittir ve iki şekilde yazılabilir:

16 bit + 16 bit: S020 (3002h-15h) MSB ve S021 (3002h-16h) LSB adresleri birlikte kullanılır. Bu yöntemde her iki adres de PDO haritasına eklenmelidir.

32 bit: S020 için tanımlı 3002h-79h nesnesi üzerinden değer tek seferde yazılabilir. Bu nesne V1.0 sürümünde bulunmamaktadır.
Hedef pozisyonu izlemek için W144/W145 parametreleri okunabilir.

S020	3002h-15h 3002h-79h	Positioning Data via Communica-tion (MSB)	V/f DTV PG V/f PG DTV SLV PGV PM SLV PM PGV -2147483648 to 2147483647 (MSB: -32768 to 32767, LSB: 0 to 65535)	0	OK	2 2	Tx Rx	---
S021	3002h-16h ---	Positioning Data via Communica-tion (LSB)	V/f DTV PG V/f PG DTV SLV PGV PM SLV PM PGV -2147483648 to 2147483647 (MSB: -32768 to 32767, LSB: 0 to 65535)	0	OK	1 ---	Tx Rx	---

142 - PSET: Bu fonksiyon enkoder konum değerinin istenen bir değere ayarlanmasını sağlar. İşlem sırası şu şekildedir: önce preset konum adreslerine (d240 / d241) istenen değer yazılır, ardından 142 PSET fonksiyonu tetiklenir. Bu işlemle mevcut konum yazılan preset değeri olarak kabul edilir ve enkoder konumu güncellenir.

Preset konum değeri 32 bittir ve iki şekilde yazılabilir:

16 bit + 16 bit: d240 (3037h-29h) MSB ve d241 (3037h-2Ah) LSB adresleri birlikte kullanılır.

32 bit: d240 için tanımlı 3037h-8Dh nesnesi üzerinden değer tek seferde yazılabilir. Bu nesne V1.0 sürümünde bulunmamaktadır.

Güncel konum değeri W142 ve W143 monitörlerinden okunabilir.

d240	3037h-29h 3037h-8Dh	Preset Posi-tion (MSB)	V/f DTV PG V/f PG DTV SLV PGV PM SLV PM PGV -2147483648 to 2147483647 (MSB: -32768 to 32767, LSB: 0 to 65535)	0	OK	2 2	Tx Rx	page 7-60
d241	3037h-2Ah ---	Preset Posi-tion (LSB)	V/f DTV PG V/f PG DTV SLV PGV PM SLV PM PGV -2147483648 to 2147483647 (MSB: -32768 to 32767, LSB: 0 to 65535)	0	OK	1 ---	Tx Rx	page 7-60

141 - PCLR: Bu fonksiyon tetiklendiğinde mevcut konum değerini sıfırlar. Bir önceki maddede açıklanan 142 (PSET) ile karıştırılmamalıdır. PSET konumu yazılan bir değere ayarlarken, PCLR doğrudan sıfır değerine çeker.

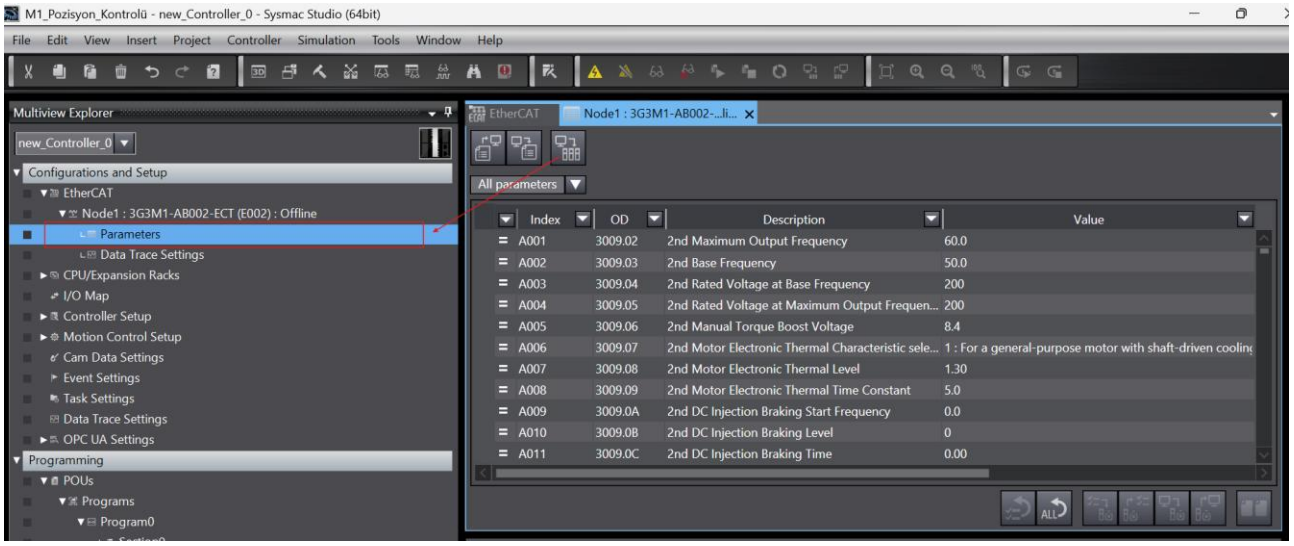
137 - SPD: Bu fonksiyon, sürücünün hız kontrolü ile konum kontrolü modları arasındaki geçişini belirler. SPD OFF iken pozisyon kontrol modu, SPD ON iken hız kontrol modu geçerlidir. V1.0 sürümünde bu fonksiyon yalnızca S006 üzerinden tetiklenebilmektedir.

145, 146, 147 - CP1, CP2, CP3: Bu fonksiyonlar önceden tanımlanmış sekiz konumlandırma verisi arasından hangisinin kullanılacağını belirler. Seçim üç fonksiyonun ON/OFF kombinasyonuna göre yapılır. Bu nedenle ilgili konumların önceden aşağıdaki tabloda belirtilen adreslere tanımlanmış olması gerekmektedir. V1.0 sürümünde bu fonksiyonlar yalnızca S006 üzerinden tetiklenebilmektedir.

"CP3"	"CP2"	"CP1"	Parameter	Data	Range (user value unit)
OFF	OFF	OFF	d244, d245	Positioning data 1	-2147483648 to 2147483647 (80000000h to 7FFFFFFFh)
OFF	OFF	ON	d246, d247	Positioning data 2	-2147483648 to 2147483647
OFF	ON	OFF	d248, d249	Positioning data 3	-2147483648 to 2147483647
OFF	ON	ON	d250, d251	Positioning data 4	-2147483648 to 2147483647
ON	OFF	OFF	d252, d253	Positioning data 5	-2147483648 to 2147483647
ON	OFF	ON	d254, d255	Positioning data 6	-2147483648 to 2147483647
ON	ON	OFF	d256, d257	Positioning data 7	-2147483648 to 2147483647
ON	ON	ON	d258, d259	Positioning data 8	-2147483648 to 2147483647

Uygulama

Bu uygulamada M1 ECT V1.0 sürücü ve NJ501-1500 PLC kullanılmıştır. Sürücü EtherCAT ağacına eklendikten sonra parametreler aşağıdaki menüden ayarlanmaktadır.



Kontrol metodu F042 = 3 IM (asenkron motor) V/f control with speed sensor olarak seçilmiştir. Hedef pozisyonun EtherCAT üzerinden S020 ve S021 adresleriyle verilebilmesi için d277 = 1 yapılmıştır.

=	d277	3037.4E	Positioning Data Setting Selection via communic...	1 : Enable Communications Positioning Data (S20, S21)	---	0
=	F042	3004.2B	1st Drive Control Selection	3 : IM V/f control with speed sensor	---	0

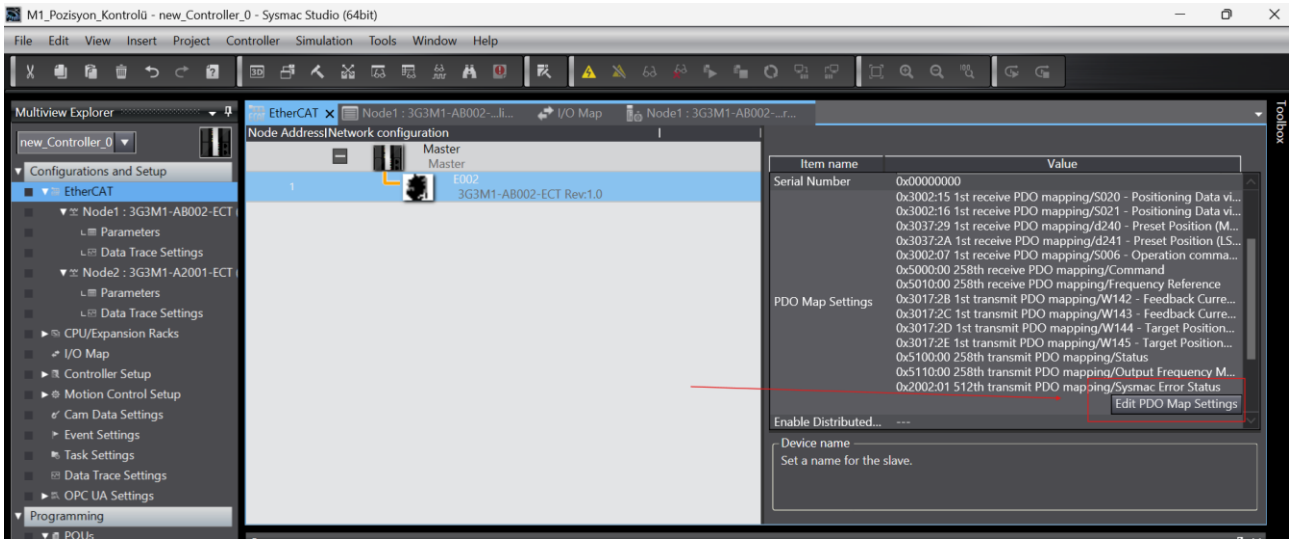
Kullanılan enkoder 1024 P/R ve B fazı önde olduğundan d014 ve d015 fabrika ayarlarında bırakılmıştır.

=	d014	3014.0F	Input Terminal [PIA][PIB] Pulse Input Format Sel...	2 : Quadrature A/B signal (B phase lead)
=	d015	3014.10	Input Terminal [PIA][PIB] Encoder Pulse Resoluti...	1024
=	d016	3014.11	Input Terminal [PIA][PIB] Pulse Scaling Factor De...	1
=	d017	3014.12	Input Terminal [PIA][PIB] Pulse Scaling Factor N...	1
=	d018	3014.13	Input Terminal [PIA][PIB] Pulse Train Filter Time...	0.005

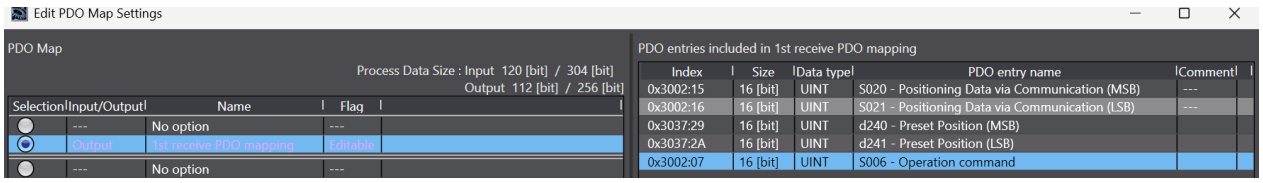
Kullanılan fonksiyonlar dijital girişlere aşağıdaki şekilde atanmıştır.

E001	3005.02	Input Terminal [DI1] Function Selection	144 : Target position update command
E002	3005.03	Input Terminal [DI2] Function Selection	141 : Position clear command
E003	3005.04	Input Terminal [DI3] Function Selection	137 : Speed/position switching
E004	3005.05	Input Terminal [DI4] Function Selection	142 : Position preset command

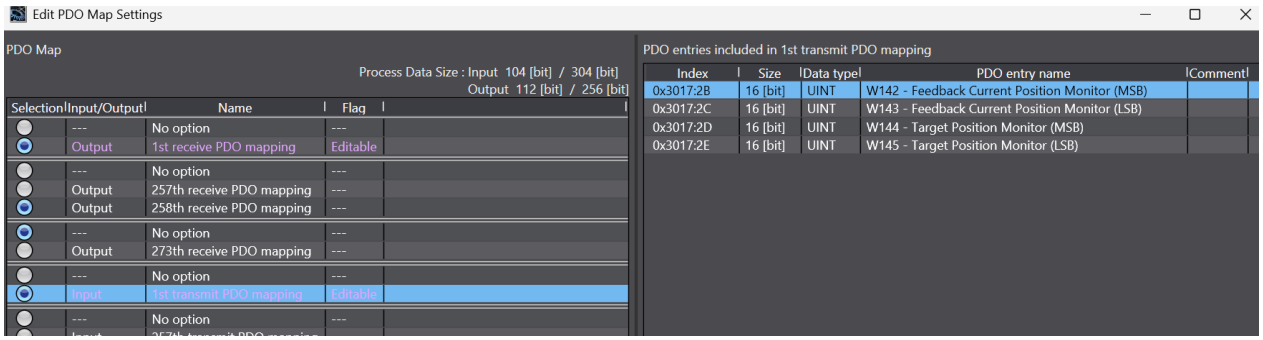
Parametre ayarlarının ardından gerekli PDO'lar aşağıdaki menüden eklenmektedir.



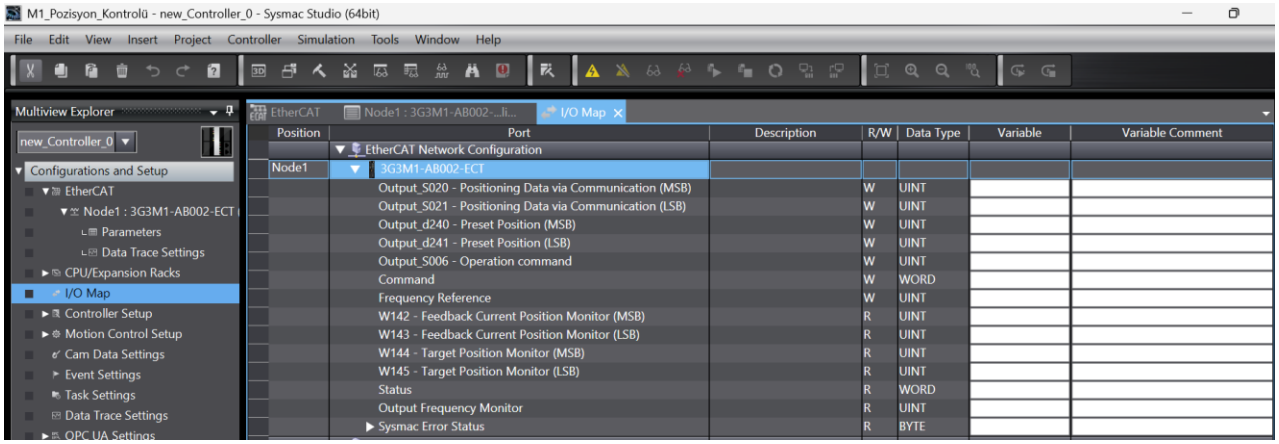
PDO olarak hedef pozisyon için S020 ve S021, preset fonksiyonu için d240 ve d241, fonksiyon tetiklemeleri için S006 eklenmiştir.



İzleme amacıyla güncel konum için W142 ve W143, hedef konum için W144 ve W145 eklenmiştir. İzleme PDO'ları çalışma için zorunlu değildir.



Eklenen PDO'lar I/O Map menüsünden görüntülenebilir ve değişkenlere atanabilir.



Çalışma sırası şu şekildedir: S020 ve S021 adreslerine hedef konum yazılır, ardından 144 (POS-SET) fonksiyonunun atandığı DI1 girişine karşılık gelen S006'nın 2. biti 1 yapılır. Hedef konum W144/W145 monitörlerinde güncellenir ve motor hedefe hareket eder.

Mevcut konum değerini değiştirmek için 142 (PSET) fonksiyonu kullanılır. Önce d240 ve d241 adreslerine istenen konum değeri yazılır, ardından fonksiyonun atandığı DI4 girişine karşılık gelen S006'nın 5. biti 1 yapılır ya da DI4 girişi fiziksel olarak tetiklenir. Değişim W142/W143 monitörlerinden izlenebilir.

Mevcut konum değerini sıfırlamak için 141 (PCLR) fonksiyonu kullanılır. Fonksiyonun atandığı DI2 girişine karşılık gelen S006'nın 3. biti 1 yapılır ya da DI2 girişi fiziksel olarak tetiklenir.

Pozisyon kontrol modu ile hız kontrol modu arasında geçiş için 137 (SPD) fonksiyonu kullanılır. Fonksiyonun atandığı DI3 girişine karşılık gelen S006'nın 4. biti 1 yapıldığında sürücü hız kontrol moduna geçer ve motor frekans referansı ile sürülür.