

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**Títol:** Posta en marxa de la maqueta “Servomotor Lexium 32” i aplicacions pràctiques amb el controlador d’eixos LMC058

**Documents:** 1. Memòria

**Alumne:** José Gabriel Hernández López

**Tutor:** Albert Figueras Coma

**Departament:** EEEA

**Àrea:** ESA

**Convocatòria** (mes/any): setembre/2017

## Índex

1	INTRODUCCIÓ .....	7
1.1	Antecedents.....	7
1.2	Objecte .....	7
1.3	Especificacions i abast .....	8
2	FASES DEL DESEMBOLUPAMENT .....	9
3	DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA MAQUETA "SERVOMOTOR LEXIUM32" .....	10
3.1	Esquema de connexions dels dispositius de la maqueta .....	12
4	INTRODUCCIÓ AL MOTION CONTROL.....	13
5	SERVOMOTOR BSH .....	15
5.1	Característiques tècniques servomotor.....	15
5.2	Connectors i assignació dels connectors .....	16
5.3	Introducció al encoder absolut .....	17
6	SERVODRIVER LEXIUM 32M .....	19
6.1	Introducció als servodrivers .....	19
6.2	Descripció dels components e interfícies del Driver .....	20
6.2.1	CN1, Alimentació de Xarxa.....	21
6.2.2	CN2, Alimentació de control 24V i funció de seguretat STO .....	22
6.2.3	CN3, Encoder del motor (encoder 1) .....	23
6.2.4	CN4, PTO (simulació encoder ESIM).....	23
6.2.5	CN5, PTI (senyals A/B, senyals P/D, senyals CW/CCW).....	24
6.2.6	CN6, Connector d'entrades i sortides .....	24
6.2.7	CN7, Interfície comunicació .....	26
6.2.8	CN8, Resistència de frenada externa .....	27
6.2.9	CN9, Connector de Bus DC.....	27
6.2.10	CN10, Motor i CN11 Fre de parada .....	28
6.2.11	Slot's .....	28

7	POSTA EN MARXA DEL SERVODRIVER .....	30
7.1	Posta en marxa a través del software SoMove .....	30
7.2	Posta en marxa a través del HMI .....	31
7.2.1	Indicadors visuals .....	31
7.2.2	Roda de navegació.....	32
7.2.3	Botó de ESC.....	33
7.3	Estructura de menú .....	33
8	DESCRIPCIÓ GENERAL DEL CONTROLADOR D'EIXOS MODICOM LMC058 .....	34
8.1	Funcions principals del controlador.....	35
8.1.1	Funcions de comptatge ràpid (HSC) .....	35
8.1.2	Funcions analògiques.....	36
8.1.3	Funció de control de posició .....	36
8.1.4	Funcions de comunicació .....	37
8.2	Descripció de la base compacte LMC058.....	37
8.3	Font d'alimentació del controlador d'eixos .....	40
9	PANELLS DE COMANDAMENT .....	41
9.1	Panell de comandament de la maqueta.....	41
9.2	Panell de comandament extern .....	41
10	ELEMENTS D'ENTRADA I SORTIDA .....	43
10.1	Elements de control i indicadors de la maqueta.....	43
10.2	Elements de control i indicadors del comandament extern .....	46
11	COMUNICACIÓ D'EQUIPS .....	48
11.1	Comunicació entre PC i controlador .....	48
11.2	Comunicació entre el controlador i el servodriver.....	48
11.3	Protocol CANopen.....	49
11.3.1	Característiques CANopen .....	50
11.3.2	Perfils de comunicacions .....	51
11.3.3	Objectes de comunicació.....	51

11.3.4	Estructura red CAN.....	52
11.4	Característiques port CAN0 i CAN1 del controlador.....	53
12	CONFIGURACIÓ DEL SOFTWARE SOMACHINE.....	54
12.1	Introducció.....	54
12.2	Característiques de SoMachine.....	54
12.2.1	Llenguatges de programació.....	54
12.2.2	Programació.....	55
12.2.3	HMI.....	55
12.2.4	Motion.....	56
12.2.5	Busos de comunicació.....	56
12.2.6	Llibreria d'aplicació.....	56
12.3	Interfície SoMachine.....	56
12.3.1	Pantalla Inici.....	57
12.3.2	Pantalla inicial de SoMachine Central.....	60
12.3.3	Pantalla Flux de treball.....	62
12.3.4	Pantalla Versions.....	63
12.3.5	Pantalla Propietats.....	64
12.3.6	Pantalla de programació Logic Builder.....	65
12.4	Unitats de treball.....	70
12.5	Comunicació amb el controlador.....	72
13	PRÀCTICA 1. POSTA EN MARXA DE LA MAQUETA.....	75
13.1	Introducció.....	75
13.2	Objectius.....	75
13.3	Coneixements previs.....	75
13.4	Material necessari.....	76
13.5	Realització pràctica.....	76
13.5.1	Sessió1: Configurar valors inicials de fàbrica.....	77
13.5.2	Sessió 2: Configuració mòdul de bus de camp CANopen.....	79

13.5.3	Sessió 3: Configuració i supervisió de les entrades i sortides digitals .....	82
13.5.4	Sessió 4: Inversió de sentit de gir .....	87
13.5.5	Sessió 6: Limitar la corrent màxima .....	90
13.5.6	Sessió 10: Mode funcionament Jog (entrades/ sortides digitals).....	106
14	PRACTICA 2. CONTROL DE POSICIONAMEN D'UN EIX.....	111
14.1	Introducció .....	111
14.2	Objectiu .....	111
14.3	Coneixements previs .....	112
14.4	Material necessari.....	112
14.5	Desenvolupament automatització. ....	113
14.6	Arquitectura de hardware.....	114
14.6.1	Alimentació dels equips .....	115
14.6.2	Entrades i sortides de la maqueta.....	116
14.6.3	Entrades i sortides del comandament extern .....	117
14.6.4	Arquitectura mestre-esclau .....	118
14.7	Configuració del servodriver .....	120
14.7.1	Configuració paràmetres de fàbrica .....	120
14.7.2	Configuració bus de camp CANopen .....	120
14.7.3	Configuració entrades i sortides del servodriver .....	120
14.7.4	Autotuning .....	121
14.8	Creació del programa .....	122
14.8.1	Creació del nou projecte .....	122
14.8.2	Gestió de llibreries .....	124
14.8.3	Dispositius del controlador.....	125
14.8.4	Assignació de les variables d'entrades i sortides .....	126
14.8.5	Configuració del port CAN .....	127
14.8.6	Configuració del mestre CANopen.....	128
14.8.7	Configuració de l'esclau CANopen .....	128

14.8.8	Configuració de l'eix de moviment .....	132
14.8.9	Creació llista variables globals.....	134
14.8.10	Creació de les POU's.....	135
14.8.11	Descripció dels programes d'aplicacions.....	136
14.8.12	Descripció del programa de activació de moviments.....	144
14.8.13	Configuració de les tasques .....	145
14.8.14	Pantalla de visualització .....	147
14.9	Procediment de la posta en marxa .....	151
14.9.1	Connexions .....	151
14.9.2	Estats previs i situacions .....	151
14.9.3	Seqüència de posta en marxa de les aplicacions .....	153
15	PRÀCTICA 3. LLEVES ELECTRÒNIQUES.....	156
15.1	Introducció.....	156
15.2	Objectiu .....	156
15.3	Coneixements previs .....	157
15.4	Material necessari.....	158
15.5	Introducció a la lleva mecànica.....	158
15.6	Lleves electròniques i taules CAM.....	159
15.7	Desenvolupament de resolució.....	160
15.8	Arquitectura de hardware.....	161
15.8.1	Alimentació dels equips .....	162
15.8.2	Entrades i sortides de la maqueta.....	163
15.8.3	Entrades i sortides del panell de comandament extern.....	165
15.8.4	Arquitectura mestre-esclau .....	166
15.9	Configuració dels servodriver.....	167
15.9.1	Configuració paràmetres de fàbrica .....	167
15.9.2	Configuració del bus de camp CANopen .....	168
15.9.3	Configuració entrades i sortides del servodriver .....	168

15.9.4	Autotuning .....	169
15.10	Creació del programa .....	170
15.10.1	Creació del nou projecte .....	170
15.10.2	Configuració del port CAN.....	171
15.10.3	Configuració del mestre CANopen .....	171
15.10.4	Configuració de l'esclau CANopen per l'eix X .....	172
15.10.5	Configuració de l'esclau CANopen per l'eix Y .....	175
15.10.6	Configuració dels servoactuadors mestre i esclau.....	176
15.10.7	Descripció de les POU's.....	178
15.10.8	Editor de taula de discos de lleves .....	179
15.11	Guia GEMMA .....	183
15.11.1	Posta en l'estat inicial (A6) .....	184
15.11.2	Aturada en l'estat inicial (A1).....	185
15.11.3	Producció normal (F1).....	185
15.11.4	Aturada sol·licitada (A3) .....	186
15.11.5	Aturada sol·licitada final de cicle (A2).....	186
15.11.6	Parada d'emergència (D1) .....	187
16	RESUM DEL PRESSUPOST .....	188
17	CONCLUSIONS .....	189
18	RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	190
19	BIBLIOGRAFIA.....	191
20	GLOSARI .....	193
A	EXSTRUCTURA DE MENU DEL HMI LEXIUM32 .....	195
A.1	LLISTAT DELS MENUS I PARÀMETRES LEXIUM32 .....	196
B	PROGRAMES .....	201

## **1 INTRODUCCIÓ**

Al següent projecte, es planteja fer servir la tecnologia dels servodriviers i controladors aplicada a sistemes de control de posicionament i velocitat en processos de producció industrial per elaborar unes pràctiques de formació i estudi. Inicialment es farà una introducció teòrica de tots els dispositius que formen part del projecte, amb la intenció de tenir una base a l'hora de elaborar la part pràctica. La part pràctica estarà formada per diferents sessions on s'anirà incrementant la seva l'arquitectura i dificultat a mida que avancem amb la finalitat de sincronitzar el moviment de dos eixos.

Amb el treball de desenvolupat d'aquest TFG permetrà tenir coneixement més amplis sobre les noves demandes de control de posicions i velocitats on s'afegeix diferents continguts didàctics que pot cobrir el muntatge de tot l'equip.

### **1.1 Antecedents**

La demanda dels sistemes de producció actuals requereixen de grans coneixements en l'automatització i el departament Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica (EEEA) ha optat per cobrir les mancances que hi ha als laboratoris de PLC's i Automàtica Industrial, on fins ara, tots els muntatges o maquetes són de sistemes discrets, format per les maquetes de rotació amb detecció i comptatge de peces o maquetes Festo on es pot fer el muntatge i control de qualitat, però en cap cas hi ha un sistema de control.

### **1.2 Objecte**

Amb la redacció i l'execució d'aquest projecte, s'elaborarà una sèrie de recursos docents que facilitin la realització de noves activitats al laboratori d'Automàtica Industrial, vinculades amb el temari d'automatització industrial i enfocades al sistemes de control de posicionament i velocitat. Per fer-ho, es farà servir les maquetes "Servomotor Lexium 32" i el controlador d'eixos Modicon LMC058 amb comunicació pel bus de camp CANopen, tot controlat per el software SoMachine-Central.

Per tant, es vol aconseguir familiaritzar-se amb la tecnologia dels servodriviers, servomotors, controladors d'eixos i busos de camp. Per adquirir tots aquest coneixements, es realitzarà una part d'introducció teòrica sobre els nous dispositius i una part pràctica on es farà la posta en marxa de la maqueta "Servomotor Lexium32" on a mesura que avancem coneixements,



s'ampliarà l'arquitectura afegint un altre maqueta igual i el controlador d'eixos LMC058, tot en comunicació pel bus de camp CANopen per realitzar diferents aplicacions de control de posicionament i velocitat amb dos eixos. D'igual manera també es pretén demostrar la importància i avantatges que aporten els nous dispositius adquirits per la universitat.

### **1.3 Especificacions i abast**

Es farà la posta en marxa de les dues maquetes "Servomotor Lexium32" i ampliarem el muntatge amb un controlador d'eixos Modicon LMC058 on es comunicarà tot per un bus de camp. Es realitzarà el cablejat per els mòduls d'entrades i sortides del controlador i per unir els equips. Posteriorment, es realitzarà la configuració i programació per elaborar diferents sessions pràctiques relacionades amb el control de posicionament i velocitat.

## 2 FASES DEL DESEMBOLUPAMENT

Per fer la posta en marxa del control de velocitat i posició amb les dos maquetes "Servomotors Lexium32", necessitem conèixer molt bé la tecnologia dels servodrivvers, servomotors i la dels controladors d'eixos. Aquest dispositius són essencials per arribar al nostre objectiu final de sincronitzar els moviments de dos eixos a través del control de posició i velocitat. L'automatització es desenvoluparà a través del software de programació SoMachine-Central.

Inicialment, farem una introducció teòrica de tots els dispositius de hardware i software que farem servir al present projecte, de forma que puguem conèixer i entendre millor les seves parts i característiques de cada un d'aquest abans de realitzar les sessions pràctiques.

Posteriorment, continuarem amb la part pràctica, realitzarem una pràctica inicial dividida en diferents sessions pràctiques, amb la posta en marxa d'una de les maquetes, de manera que ens puguem familiaritzar amb la tecnologia dels servodrivvers i servomotors introduint diferents aplicacions que ens seran molt útils per desenvolupar les següents pràctiques.

A continuació realitzarem una segona pràctica amb una de les maquetes i el controlador d'eixos Modicon LMC058, on podrem realitzar una automatització amb diferents aplicacions sobre el control de posicionament d'un eix a través del bus CANopen. D'aquesta manera, també ens servirà per introduir-nos a la programació del software del controlador LMC058 i a la tecnologia del bus de camp CANopen.

Finalment, farem una pràctiques més afegint les dos maquetes "Servomotors Lexium32" i el controlador de moviment d'eixos LMC058 amb la finalitat de coordinar i sincronitzar els moviments dels dos eixos a través del bus CANopen controlant la velocitat i posició d'aquests.

### 3 DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA MAQUETA "SERVOMOTOR LEXIUM32"

Per elaborar el projecte disposem de dos maquetes "Servomotor Lexium32" iguals. La maqueta consta dels elements principals d'un sistema de posicionament amb un servodriver monofàsic de referència LXM32MU90M2, connectat a un servomotor de referència BSH0552T01A1A, unit directament (sense reductor) a un mòdul lineal de corretja dentada, delimitat per dos sensors inductius de final de carrera. A la figura 1, podem veure una d'aquestes maquetes.



Figura 1. Maqueta Servomotor Lexium 32

L'alimentació de la maqueta és de 240VAC monofàsica i porta un interruptor general de tall. Al interior de la maqueta hi ha una font d'alimentació de la casa Schneider amb referència ABL28MEM24012. Aquesta font d'alimentació és de 240VAC a 24VDC amb una corrent de sortida de 1.2A pensada per subministrar corrent a la maniobra del panell de control, als sensors inductius, al connector d'entrades i sortides digitals (CN6) del servodriver i al connector d'alimentació de control i funció de seguretat (CN2) del mateix servodriver.

La maqueta disposa d'un mòdul lineal, el qual, està format per dos politges dentades de igual diàmetre, una està fixada a l'eix del servomotor i l'altre està mecanitzada a un eix fixat a l'estructura, les dos politges estan unides per una corretja dentada. La combinació entre el servodriver, el servomotor i la part mecànica fan possible el moviment de la cinta. El recorregut de la cinta el podem mesurar en moviment lineal o angular.

A la figura 2, podem veure una representació del mòdul lineal de la maqueta. Als extrems del mòdul lineal hi ha dos sensors inductius, aquest sensors estan pensats per simular un límit positiu i un límit negatiu. Encastat a la cinta hi ha un cargol metàl·lic, aquest cargol està pensat per simulà una càrrega metàl·lica, d'aquesta forma quant passi per sota del sensor inductiu detectarà el cargol i enviarà una senyal al servodriver per actuar sobre el servomotor.

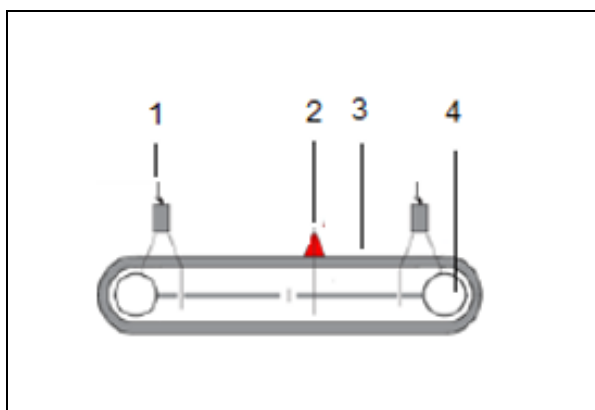


Figura 2. Mòdul lineal de la maqueta

A la taula 1, tenim la descripció dels elements que formen el mòdul lineal de la maqueta.

Núm. identificador	Descripció
1	Sensor inductiu XS508B1PBL2
2	Cargol metàl·lic
3	Corretja dentada
4	Politja dentada (4,78 Ø)

Taula 1. Elements mòdul lineal

A la part inferior de la maqueta, tenim el panell de comandament amb entrades i sortides que utilitzarem per fer la posta en marxa de la maqueta. Al panell hi han tres selectors i un polsador connectats a les entrades digitals del servodriver, també, compte amb tres pilots lluminosos (vermell, verd, blanc) que estan connectats a les sortides digitals del servodriver. Les senyals d'entrada i sortida digitals es poden configurar per realitzar diferents funcions.

A la part esquerra del panell de comandament, tenim una posador d'emergència de seguretat, que està directament cablejada a les entrades de seguretat del servodriver, si aquest es prem, el servodriver deixarà sense tensió el servomotor realitzant la funció de seguretat STO (Safe Torque Off).

### 3.1 Esquema de connexions dels dispositius de la maqueta

A la figura 3, podem veure les connexions dels diferents dispositius d'entrada i sortida de la maqueta. Tots els elements de la maqueta, tenen en comú el servodriver LXM32M com a element principal.

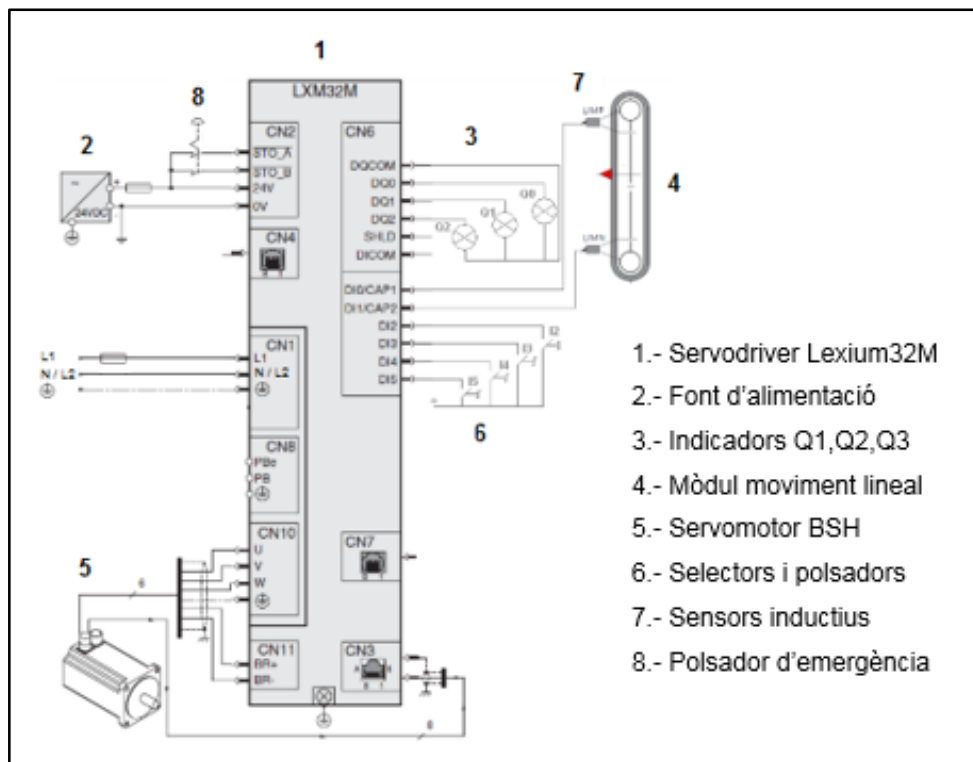


Figura 3. Esquema de connexions de la maqueta

## 4 INTRODUCCIÓ AL MOTION CONTROL

La tecnologia motion control està basada en el control de moviment, on es controla la posició i/o velocitat de les màquines utilitzant dispositius tals com una bomba hidràulica, un accionament lineal o motors elèctrics com pot ser un servomotor.

Per entendre la tecnologia control motion hem de saber que els moviments poden ser lineals o de rotació i que aquests moviments poden ser per un sol eix o per diversos eixos. Quant es tracta de moviments amb un sol eix o moviments coordinats de diversos eixos, podem treballar amb PLC's (controladors lògics programables) però quant es necessita moviments sincronitzats de diversos eixos o interpolar dos o més eixos per seguir una trajectòria o ruta, es requereix de la tecnologia control motion per determinar en cada moment el moviment de cada eix.

Motion és un sub-camp de l'automatització on aquest tipus de control és més complexa i per això és una part importat de la robòtica i màquines CNC (Control Numèric Computeritzat). El control de moviment és molt utilitzat a l'indústria de muntatge per diverses aplicacions on podríem destacar el embalatge, paletització, impressió, tall, etc.

A la figura 4, podem veure l'exemple d'un sistema de control de moviment representat en blocs, i a continuació una breu explicació de cada bloc.

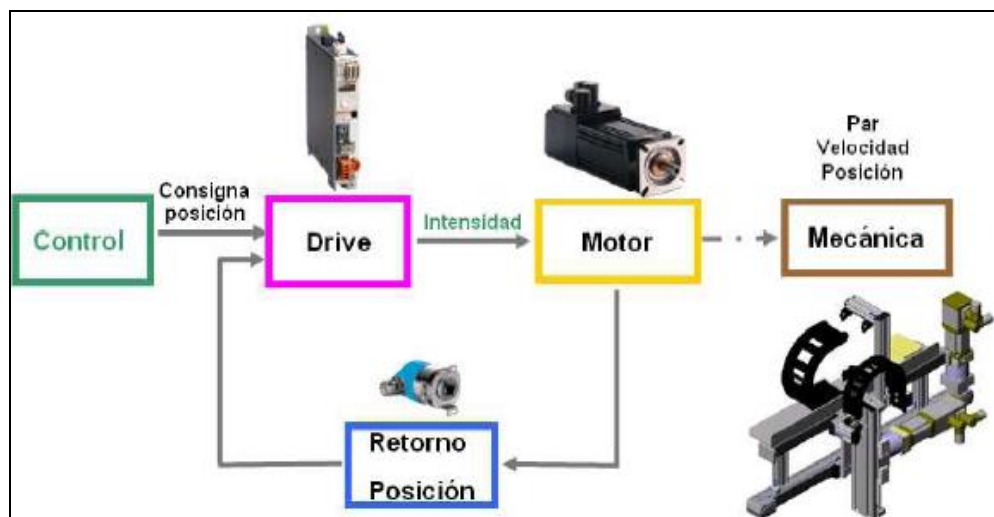


Figura 4. Esquema general de blocs d'un sistema de control de moviment

**Control:** Aquí és on es gestiona la maniobra de l'automatització. Per controlar els eixos en el nostre cas farem servir el controlador d'eixos Modicon LMC058.

**Driver:** Aquests dispositius controlen les funcions a través d'un microprocessador que gestiona la senyal de posició del control, conjuntament amb les dades procedents del llaç tancat, i les transforma en un senyal de corrent elèctric que les enviarà a l'actuador. En els nostre cas, farem servir el servodriver Lexium32.

**Actuador:** Aquest és qui rep la corrent elèctric del driver i la transforma en moviment. En el nostre cas farem servir un servomotor BSH.

**Sensors de retroalimentació:** Aquest són els encarregats de donar la informació de posició i/o velocitat del actuador per ser gestionada pel servodriver per tal de tancar el llaç de posició i/o els bucles de control de velocitat. Nosaltres farem servir un encoder absolut acoblat al servomotor.

**Els components mecànics:** Aquest transformen el moviment de l'actuador en el moviment desitjat. Nosaltres farem servir el sistema de corretja dentada de transmissió, que porta incorporat la maqueta que farem servir al projecte, amb la intenció de simular un moviment lineal d'un eix de coordenades.

Les maneres de control més comuns són:

**Control de velocitat:** Manté el servomotor a una velocitat determinada.

**Control del Par:** Manté al servomotor amb un parell determinat.

**Engranatge electrònic (perfil de lleva):** La posició d'un eix esclau és matemàticament lligada a la posició d'un eix mestre o les lleves electròniques, on un eix esclau segueix un perfil determinat en funció de la posició en la que es troba el mestre.

**Posició (punt a punt):** Calculen la trajectòria de moviment i es basen en el perfil de velocitat d'un moviment tal com un perfil triangular, perfil trapezoïdal, o un perfil de corba-S.

## 5 SERVOMOTOR BSH

El sistema de rotació que tenim dins la maqueta està compost d'un servomotor BSH amb referència BSH0552T11A2A. Aquest ofereix una excel·lent resposta a les necessitats de dinàmica y precisió gràcies a la baixa inèrcia del rotor. Porta incorporat un encoder de tipus absolut de sèrie per conèixer la posició en tot moment del motor. La figura 5, ens mostra el servomotor BSH de la maqueta.

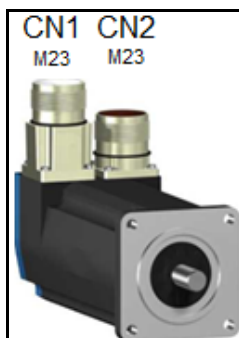


Figura 5. Servomotor BSH0552T11A2A

### 5.1 Característiques tècniques servomotor

El servomotor BSH porta un estator trifàsic síncron (Brushless) i un rotor de 6 pols amb imants permanents de Neodimi-Ferro-Boro (NdFeB) d'alt rendiment. Porta un encoder incorporat amb interfície Hiperface sin/cos per enviar automàticament les característiques tècniques del servomotor al servodriver. Les principals característiques tècniques dels servomotor BSH les podem veure a la taula 2.

Servomotor BSH0552T11A2A			
Freqüència de commutació		8	kHz
Par	Continu en parada ( $M_0$ )	0,8	Nm
	De pic en parada ( $M_{m\grave{a}x}$ )	2,5	Nm
Punt de funcionament nominal	Par nominal	0,74	Nm
	Velocitat nominal rotació	8000	rpm
	Potència nominal de sortida	600	W
	Intensitat nominal	2.2	Arms
Velocitat màxima rotació ( $n_{m\grave{a}x}$ )		9000	rpm
Intensitat màxima		8,8	Arms
Tensió nominal alimentació AC		480	Vrms
Resolució per revolució (encoder)		128	Períodes Sin/Cos
Fre de retenció		Sense fre	-

Taula 2. Característiques tècniques servomotor BSH



## 5.2 Connectors i assignació dels connectors

Com hem pogut veure, el servomotor porta dos connectors elèctrics, el CN1 pel cable d'alimentació i el CN2 pel cable de control del encoder, per envia les dades al servodriver. El cable d'alimentació va equipat amb un connector industrial M23 pel connector CN1 del servomotor i a l'altre extrem porta els fils per connectar directament al connector CN10 del servodriver. El cable de control, també va equipat amb un connector industrial M23 pel connector CN2 del servomotor i a l'altre extrem porta un connector RJ45 per connectar-lo al connector CN3 del servodriver. A la taula 3, podem veure el connector CN1 del motor per la connexió de les fases del motor i del fre de parada, juntament amb l'assignació dels seus pins.

	Pin	Assignació	Significat
	1	U	Fase del motor U
		PE	Conductor de protecció
	3	W	Fase del motor W
	4	V	Fase del motor V
	A	BR+	Tensió d'alimentació del fre de parada 24 Vcc
	B	BR-	Potència de referència del fre de parada 0Vcc
	C	Reservat	Reservat
	D	Reservat	Reservat
		SHLD	Pantalla ( a caixa connector)

Taula 3. Connector CN1 del servomotor amb assignació de pins

A la taula 4, podem veure el connector CN2 per la connexió de senyal del encoder, juntament amb l'assignació i característiques dels seus pins.

	Pin	Senyal	Significat
	1	Reservat	Reservat
	2	Reservat	Reservat
	3	Reservat	Reservat
	4	REFSIN_OUT	Referència per senyal seno, 2,5V
	5	REFCOS_OUT	Referència per senyal coseno, 2,5V
	6	DATA	Dades de recepció, dades de transmissió
	7	DATA	Dades de recepció, dades de transmissió invertits
	8	SIN_OUT	Senyal seno
	9	COS_OUT	Senyal coseno
	10	ENC+10V	Tensió d'alimentació de 7 -12V
	11	ENC_0V	Potència de referència
	12	Reservat	Reservat
		SHLD	Pantalla ( a caixa connector)

Taula 4. Connector CN2 del encoder amb assignació de pins

### 5.3 Introducció al encoder absolut

El servomotor del qual disposem a la maqueta d'aquest projecte porta incorporat un encoder de tipus absolut.

Els encoders absoluts són dispositius que subministren un codi de forma continua al controlador sobre la posició exacte de l'eix al que estan connectats. A través del encoder podrem transmetre al controlador del driver la posició de l'angle per la commutació, la posició per el regulador de control i la velocitat per el regulador de posició. El encoder absolut, ens indiquen la posició actual de seguida que es connecta i guarda la posició quant se li treu la corrent, és a dir, el encoder absolut sempre coneix la seva posició actual i el seu punt d'inici pot ser definit electrònicament a gust de l'operador.

El principi de funcionament d'un encoder absolut parteix d'un disc connectat a l'eix, aquest disc té zones transparents i opacs, aquest es col·loca entre la font de llum (foto emissor) i el receptor (foto receptor). A mesura que el disc gira es generen polsos, aquest polsos són captats per el receptor. Cada pols de llum es converteix en un pols electrònic mitjançant el condicionador de senyal. Manipulant adequadament els polsos podem determinar la posició de l'eix del motor i la velocitat. A la figura 6, podem veure les parts d'un encoder absolut.

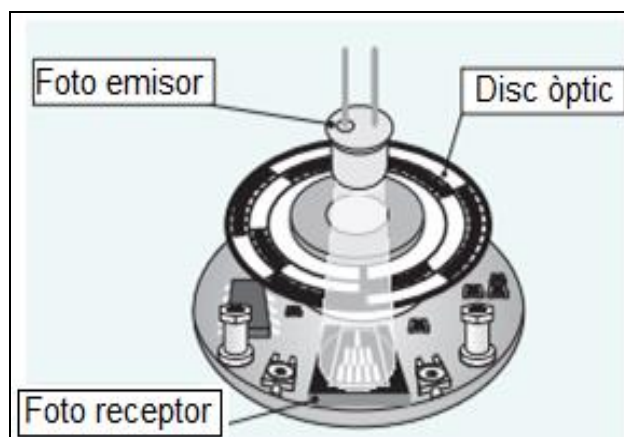


Figura 6. Parts d'un encoder absolut

En el nostre cas, el encoder absolut que tenim incorporat al servomotor, proporcionarà informació al servodriver Lexium 32M per mesurar la velocitat i posició del motor en tot moment.

A la taula 5, podem veure les característiques del encoder incorporat al servomotor BSH:

Encoder servomotor BSH0552T11A2A	
Tipus de encoder	Absolut monovolta
Períodes seno/coseno per volta	128 sin/cos
Numero de punts o resolució subministrada al servodriver	131072 punts/volta, 17 Bit
Precisió del encoder	$\pm 1,3$
Mètode de mesura	Òptic, alta resolució
Interfície	SinCos Hiperface
Fre de retenció	No
Connexions	Connectors angle 90°
Tensió de sortida per encoder	+10 V / 100mA
Rang de tensió de les senyals d'entrada sin/cos	1Vpp amb 2,5 V de offset, 0,5 Vpp amb 100kHz
Resistència d'entrada	120 Oms

Taula 5. Característiques encoder servomotor BSH

El encoder enviarà al controlador del servodriver dos trens de polsos amb un desfasament conegut, contant el número de polsos per revolució podem saber la posició del motor i examinant quina fase és la primera, podem saber la direcció. Existeix una senyal addicional que és única en el disc "Z" i serveix per referenciar l'eix o realitzar el homing d'una màquina.

## 6 SERVODRIVER LEXIUM 32M

### 6.1 Introducció als servodrivers

Els servodrivers, són dispositius que controlen totes les dades a través d'un microprocessador que gestiona les ordres de control d'entrada, la configuració, les dades de posició, velocitat i corrent provinents del sistema en llaç tancat (feedback). Depenent de la configuració de l'equip i de les dades de posició, velocitat i corrent procedents del llaç tancat, el driver controlarà a l'actuador a través del PWM (pulse width modulation) de potència, per ajustar-se als valors de posició, velocitat i corrent del perfil de moviment que contínuament li demana el control d'entrada.

Les maqueta amb les quals es realitza el projecte disposen del servodriver Lexium 32, amb referència LXM32MU90M2 de la marca Schneider. L'actuador del servodriver és un servomotor BSH i el control d'entrada serà el controlador d'eixos LMC058. A la taula 6, podem veure les característiques tècniques del servodriver.

Servodriver LXM32MU90M2	
Potència Nominal	0.5 KW
Tensió d'alimentació	Monofàsica 230VAC
Corrent nominal	3A rms
Corrent màxima de sortida	9A rms

Taula 6. Característiques tècniques servodriver Lexium 32

El Lexium 32M permet la sincronització de fins 8 eixos i la coordinació de 32 d'eixos mitjançant un bus de camp.

Disposa de les funcions estàndard de control i de control de moviment tals com; control de velocitat, posicionament relatiu i absolut, perfils de lleves, funció d'eix elèctric en velocitat i en posició, interpolació lineal i circular de dos eixos, eix mestre per codificador extern, mesura les distàncies i la captura de posició mitjançant entrades dedicades.

Permet la connexió als busos de comunicació més habituals del mercat: Modbus, CANopen, CANmotion, Ethernet, PROFIBUS DP i DeviceNet.

La programació és mitjançant CoDeSys i permet integrar còmodament sistemes de control d'eixos Lexium (bus motion) i altres equips mitjançant CANopen.

Per fer la part pràctica del projecte, tenim dos maquetes idèntiques i disposen d'un servodriver Lexium32M per cada servomotor de manera independent, d'aquesta manera podrem simular dos eixos cartesianes (X,Y).

Al present projecte s'ha cregut convenient fer servir el panell de comandament local (HMI) per fer la configuració inicial del servodriver i posta en marxa de la maqueta, ja que pot ser molt útil modificar paràmetres i configurar l'equip incito, quant no es disposa d'un ordinador amb el software de posta en marxa. Encara que no s'utilitzi en aquest projecte, cal saber que el software de programació per configurar i fer la posta en marxa del servodriver Lexium32 és el SoMove Lite.

## 6.2 Descripció dels components e interfícies del Driver

El model del driver que tenim a la maqueta és de la família dels Lexium32, però el model que defineix les seves característiques és el LXM32MU90M2 i és de la marca Schneider Electric. El driver Lexium32M és l'element principal de la maqueta. A la figura 7, podem veure els diferents parts i connectors que el componen.

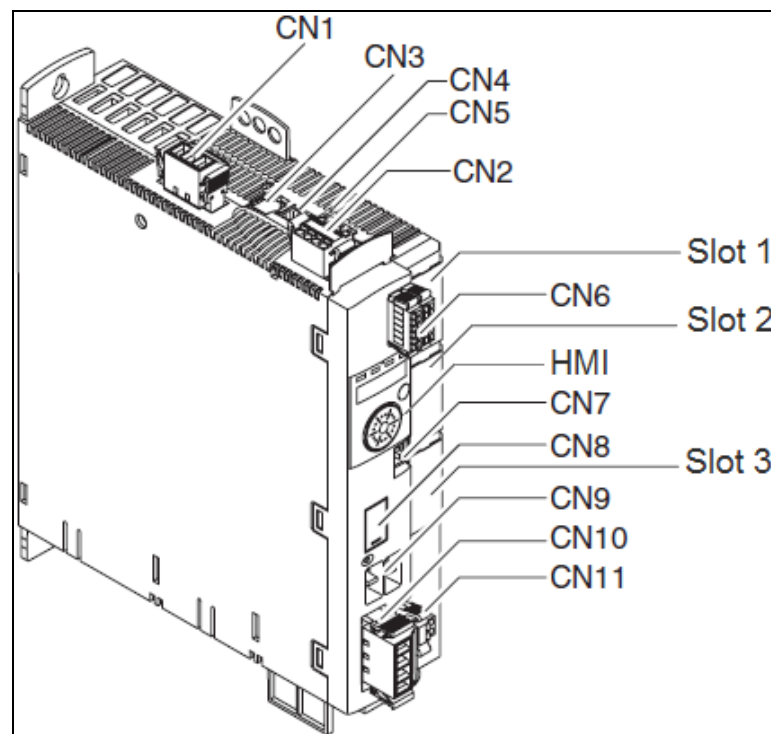


Figura 7. Connexions de senyal del Driver Lexium32M

A la taula 7, podem veure la descripció de cada un dels connectors i a continuació veurem la descripció més detallada per conèixer molt millor el servodriver del que disposem per fer el present projecte.

Connector	Descripció
(CN1)	Connexió de xarxa (alimentació de l'etapa de potència)
(CN2)	Connexió per Alimentació del control 24V Funció de seguretat STO
(CN3)	Connexió del encoder del motor (encoder 1)
(CN4)	Connexions per PTO (Premi Train Out) ESIM (simulació d'encoder)
(CN5)	Connexió per PTI (Premi Train In) Senyals Pols / direcció P/D (PULSE/DIR) Senyals d'encoder A/B (ENC_A/ENC_B) Senyals Pols CW/CCW (CW/CCW)
(CN6)	Entrades i sortides 6 entrades digitals configurables 3 sortides digitals configurables
(CN7)	Interface de comunicació
(CN8)	Connexió per resistència de frenat externa
(CN9)	Connexió per a unió de bus DC
(CN10)	Connexió per fases del motor
(CN11)	Connexió per fre de parada del motor
Slot's	(Slot 1) Ranura per mòdul de seguretat eSM
	(Slot 2) Ranura per mòdul d'encoder (encoder 2)
	(Slot 3) Ranura per mòdul de bus de camp
HMI	Panell de comandament local

Taula 7. Parts del servodriver Lexium32M

### 6.2.1 CN1, Alimentació de Xarxa

A través del connector CN1, s'alimenta l'etapa de potència del servodriver Lexium32 amb una tensió de 230 VAC monofàsica amb toma a terra. A la figura 8, podem veure les connexions.

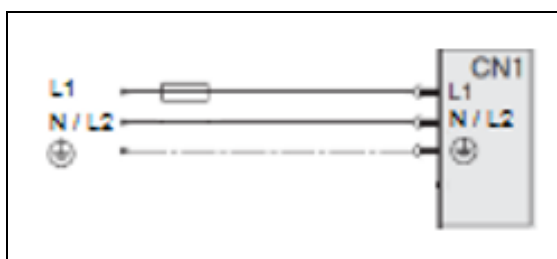


Figura 8. Connexió d'alimentació de l'equip

### 6.2.2 CN2, Alimentació de control 24V i funció de seguretat STO

A la figura 9, podem veure el connector CN2 on tenim l'alimentació del control a 24VDC i els connectors per la funció de seguretat.

La font d'alimentació de 230VAC a 24VDC es troba dins la maqueta i la seva referència és ABL8MEM24012. Mentre l'alimentació de control estigui connectada, es manté la posició del servomotor inclús amb l'alimentació de l'etapa de potència desconnectada.

La funció de seguretat STO (Safe Torque Off) desconnecta el par del motor de forma segura. No es necessari interrompre la tensió d'alimentació. A la maqueta tenim un pulsador de paro amb el qual podem fer una parada d'emergència prement directament el pulsador vermell ubicat a la part esquerra del panell de comandaments de la maqueta. En cas de parada, a través de les entrades negades STO\_A i STO\_B de la funció de seguretat, es desactiva l'etapa de potència immediatament i es produeix un missatge d'error al display de l'equip. Després de restablir el missatge d'error (Fault reset) es possible un reinici.

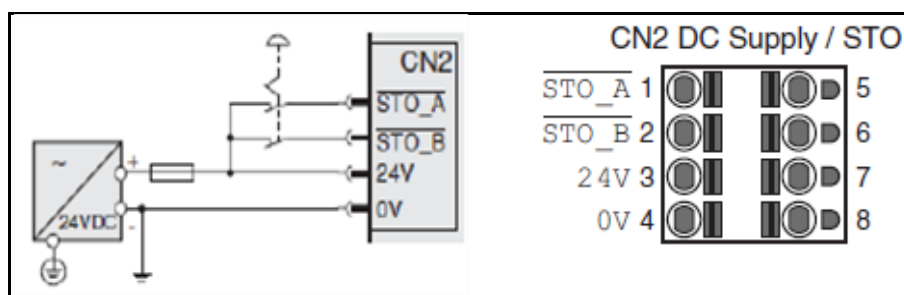


Figura 9. Connexió d'alimentació de control

A la taula 8, podem veure tots els pins del connector 8 i la seva descripció.

Pin	Senyal	Significat
1 - 5	<u>STO_A</u>	Funció de seguretat STO: connexió de dos canals, connexió A
2 - 6	<u>STO_B</u>	Funció de seguretat STO: connexió de dos canals, connexió B
3 - 7	+24 VDC	Alimentació de control de 24V
4 - 8	0VDC	Potencial de referència per alimentació del control de 24V; Potencial de referencia per STO

Taula 8. Pins del connector CN2

### 6.2.3 CN3, Encoder del motor (encoder 1)

El connector CN3, és on es connecta el cable de control que ve del encoder. Aquest cable uneix el servodriver amb connector CN2 del servomotor per transmetre la posició del motor a l'equip. A la descripció del encoder hem vist les especificacions del connector de control CN2 del servomotor i ara veurem les especificacions del connector CN3 de la part del servodriver. A la figura 10, es pot veure el connector CN3 i a la taula 9 les especificacions i descripcions de cada un dels seus pins.

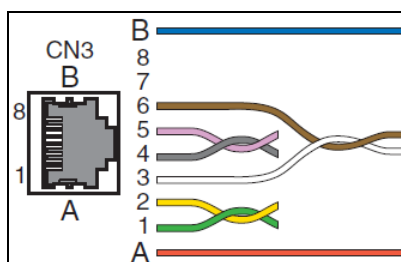


Figura 10. Esquema de connexions del encoder

Pin	Senyal	Motor, pin	Parella	Descripció	E/S
1	COS+	9	2	Senyal coseno	E
2	REFCOS	5	2	Referència per senyal coseno	E
3	SIN+	8	3	Senyal seno	E
4	REFSIN	4	3	Referència per senyal seno	E
5	Data	6	1	Dades de recepció, dades de transmissió	E/S
6	<u>Data</u>	7	1	Dades de recepció, dades de transmissió, invertits	E/S
7	Reserved	-	4	No assignat	-
8	Reserved	-	4	No assignat	S
A	ENC+10V_OUT	10	5	Alimentació del encoder	-
B	ENC_0V	11	5	Potència de referència per l'alimentació del encoder	-
-	SHLD	-	-	Pantalla	-

Taula 9. Descripció del cablejat del connector CN3 del servodriver

### 6.2.4 CN4, PTO (simulació encoder ESIM)

El connector CN4, és la sortida PTO (Pulse Train Output) per on surten les senyals de 5V. En funció del paràmetre "PTO\_mode", poden tractar-se de senyals ESIM (simulació de encoder) o de senyals PTI reconduïdes. Les senyals de sortida PTO poden utilitzar-se com senyals d'entrada PTI per un altre equip. En el nostre projecte no fen servir el connector CN4.



### 6.2.5 CN5, PTI (senyals A/B, senyals P/D, senyals CW/CCW)

El connector CN5, és l'entrada PTI (Pulse Train Input) on poden connectar-se senyals de 5V o senyals de 24V. Les senyals poden ser de pols/direcció (P/D), senyals A/B, o senyals CW/CCW. La senyal d'entrada PTI d'un equip pot venir de la senyal de sortida PTO d'un altre equip. En el nostre projecte no fem servir el connector CN5.

### 6.2.6 CN6, Connector d'entrades i sortides

Al connector CN6, tenim les entrades i sortides digitals configurables. Els cables connecten directament la pestanya del connector amb els dispositius d'entrada o sortida del panell de control de la maqueta que és on tenim els pulsadors, selectors o pilots indicadors d'estat.

A la figura 11, podem veure el connector CN6 i l'esquema de connexions de les entrades i sortides que fem servir a la maqueta.

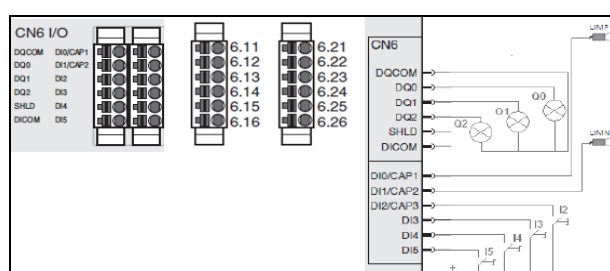


Figura 11. Esquema de connexió del connector CN6

A la taula 10, podem veure les especificacions i descripcions dels pins del connector CN6.

Pin	Senyal	Descripció	E/S
11	DQ_COM	Potencial de referència per DQ0 ... DQ4	-
12	DQ0	Sortida digital 0	S (24V)
13	DQ1	Sortida digital 1	S (24V)
14	DQ2	Sortida Digital 2	S (24V)
15	SHLD	Connexió apantallada connectada a terra	-
16	DI_COM	Potencial de referència per DI0 ... DI5	-
21	DI0/CAP1	Entrada digital 0 / entrada Captura 1	E (24V)
22	DI1/CAP2	Entrada digital 1 / entrada Captura 2	E (24V)
23	DI2/CAP3	Entrada digital 2 / entrada Captura 3	E (24V)
24	DI3	Entrada digital 3	E (24V)
25	DI4	Entrada digital 4	E (24V)
26	DI5	Entrada digital 5	E (24V)

Taula 10. Entrades i sortides digitals LXM32

Depenent de la mode de control i del mode de funcionament ajustat, les entrades i sortides de senyals digitals tenen assignades per defecte diferents funcions de senyal. A continuació farem una descripció de les funcions que tenen assignades per defecte les senyals d'entrades i sortides digitals depenent si estem treballant en modo local o en mode de bus de camp.

La taula 11, mostra l'ajust de fàbrica per les entrades digitals en mode de control local.

Senyal	Jog	Electronic Gear	Profile Torque	Profile Velocity	Motion Sequence
DI0	Enable	Enable	Enable	Enable	Enable
DI1	Fault Reset	Fault Reset	Fault Reset	Fault Reset	Reference Switch (REF)
DI2	Positiva Limit Switch (LIMP)	Positiva Limit Switch (LIMP)	Operating Mode Switch	Operating Mode Switch	Positiva Limit Switch (LIMP)
DI3	Negative Limit Switch (LIMN)	Negative Limit Switch (LIMN)	Velocity Limitation	Velocity Limitation	Negative Limit Switch (LIMN)
DI4	Jog negative	Gear Ratio Switch	Current Limitation	Zero Clamp	Start Motion Sequence
DI5	Jog positive	Halt	Halt	Halt	Data Set Select

Taula 11. Configuració per les entrades digitals en mode local

La taula 12, mostra l'ajust de fàbrica per les sortides digitals en mode de control local.

Senyal	Funció d'entrada de senyal
DI0	Freely Available
DI1	Reference Switch (REF)
DI2	Positive Limit Switch (LIMP)
DI3	Negative Limit Switch (LIMN)
DI4	Feely Available
DI5	Feely Available

Taula 12. Configuració per les sortides digitals en mode de control local

La taula 13, mostra l'ajust de fàbrica per les entrades digitals en mode de control bus de camp.

Senyal	Jog	Electronic Gear	Profile Torque	Profile Velocity	Motion Sequence
DQ0	No Fault	No Fault	No Fault	No Fault	Motion Sequence: Done
DQ1	Active	Active	Active	Active	Active
DQ2	In Position Desviation Window	In Position Desviation Window	Current Threshold Reached	In Velocity Deviation Window	Motion Sequence: Start Acknowledge

Taula 13. Configuració per les entrades digitals en mode bus de camp

La taula 14, mostra l'ajust de fàbrica per les sortides digitals en mode controls bus de camp.

Senyal	Funció d'entrada de senyal
DI0	Freely Available
DI1	Reference Switch (REF)
DI2	Positive Limit Switch (LIMP)

Taula 14. Configuració per les sortides digitals en mode bus de camp

### 6.2.7 CN7, Interfície comunicació

El connector CN7, ens serveix per fer la interfície de comunicació entre el servodriver Lexium32 i el PC amb el software de posta en marxa. A la figura 12, es pot veure les bornes del connector CN7 i a la taula 15, la designació de cada un dels pins del connector.

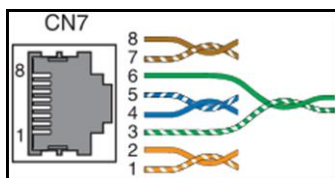


Figura 12. Connector interfície de comunicació

Pin	Senyal	Significat	E/S
1	Reservat	Reservat	-
2	Reservat	Reservat	-
3	Reservat	Reservat	-
6	Reservat	Reservat	-
4	MOD_D1	Senyal bidireccional envio/recepció	Nivell RS485
5	MOD_D0	Senyal bidireccional invertida envio/recepció	Nivell RS485
7	MOD+10V_OUT	Alimentació de 10 V, màx. 100 mA	S
8	MOD_0V	Potència de referència per MOD+10V_OUT	-

Taula 15. Pins connectors interfície comunicació LXM32

Per fer la connexió serial entre el servodriver Lexium32 i el PC amb el software de posta en marxa (SoMove) es necessari un cable convertidor RJ45 a USB-A. La referència d'aquest cable és TCSCMCNAM3002P. A la figura 13, podem veure l'esquema de connexió.

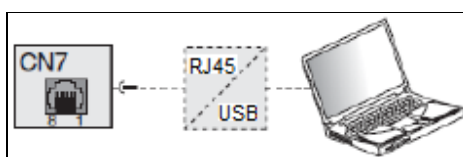


Figura 13. Esquema connexió entre Lexium32 i PC

### 6.2.8 CN8, Resistència de frenada externa

L'equip disposa d'una resistència de frenada interna de  $47\ \Omega$ , si aquesta no fos suficient per la dinàmica de l'aplicació tindríem de fer servir una o varies resistències de frenada externes. La resistència de frenada externa, es fa servir per aplicacions en les que el motor tingui de frenar-se bruscament i la resistència de frenada interna no pugui absorbir el excedent d'energia de frenada. En el nostre cas no fem servir la resistència externa ja per les nostres aplicacions fem servir desceleracions poc elevades i la resistència interna es suficient per absorbir la energia elèctrica produïda per la energia cinètica de la desceleració. A la figura 14, es pot veure el connector de CN8.

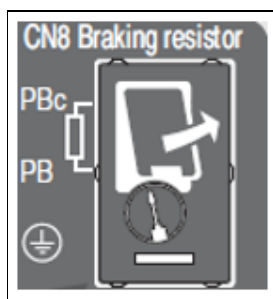


Figura 14. Resistència interna

### 6.2.9 CN9, Connector de Bus DC

El connector CN9, és per un Bus CD, que és fa servir per la connexió en paral·lel de varis Lexium32. A través del bus DC conjunt, varis equips poden utilitzar conjuntament una resistència de frenada externa. En el nostre cas, no fem servir resistència de frenada externa i per tant no farem us d'aquest connector. A la figura 15, es pot veure en connector del bus DC.



Figura 15. Connector Bus DC

### 6.2.10 CN10, Motor i CN11 Fre de parada

Les tres fases del motor van connectades a les bornes (U,V,W) del connector CN10 i el cable de terra a la borna especificada de terra del mateix connector.

Al mateix cable hi han dos conductors del fre (BR+ i BR-) que aniran al connector CN11 respectant la posició de les bornes que el mateix connector indica.

El servomotor que tenim a la maqueta no disposa de fre de parada però igualment els cables han d'estar connectats. A la figura 16, podem veure el connector d'alimentació i el esquema de muntatge.

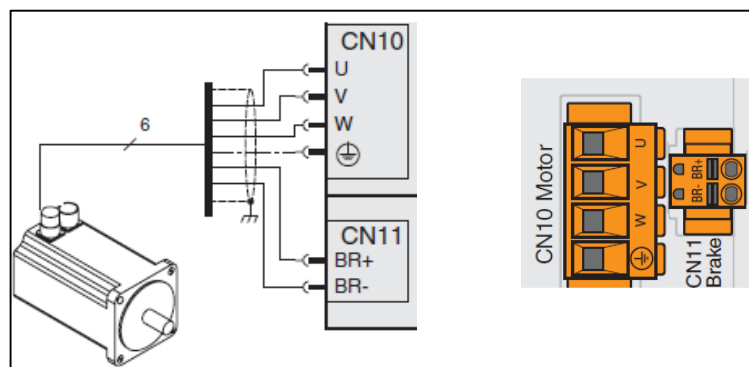


Figura 16. Connector d'alimentació i fre

### 6.2.11 Slot's

L'equip compta amb 3 ranures (slot) per afegir mòduls. A la taula 16, podem veure els mòduls que es poden afegir a les ranures.

<b>Slot 1</b>	Mòdul de seguretat eSM
	Mòdul E/S IOM1
<b>Slot 2</b>	Mòdul d'encoder RSR (interfície del resolverdor)
	Mòdul d'encoder DIG (interfície digital)
	Mòdul d'encoder ANA (interfície analògica)
<b>Slot 3</b>	Mòdul de bus de camp CANopen
	Mòdul de bus de camp Profibus DP
	Mòdul de bus de camp DeviceNet
	Mòdul de bus de camp EtherNet/IP
	Mòdul de bus de camp EtherCAT

Taula 16. Mòduls aplicables al servodriver

En aquest projecte farem servir la ranura 3 per afegir el mòdul de bus de camp CANopen amb referència VW3A3608 de la marca Schneider Elèctric. Aquest mòdul porta dos connexions RJ45, en una de les connexions es connecta el cable de bus que ve del controlador i en l'altre connector sortirà el cable de bus per enllaçar amb un l'altre dispositiu. A la figura 17, podem veure el mòdul CANopen.



Figura 17. Mòdul CANopen

Hem escollit aquesta tarja d'entrada i sortida per comunicar els dos dispositius de moviment (Lexium32M) a través del controlador d'eixos LMC058.

Cal saber que per introduir el mòdul CANopen, el servodriver ha d'estar sense tensió i una vegada introduït es podrà donar tensió al servodriver on a continuació aplicarem la funció FSU (Firs Setup) per reconèixer el mòdul.

## 7 POSTA EN MARXA DEL SERVODRIVER

Per realitzar la posta en marxa, configuració i manteniment de l'equip, hi ha diferents eines. Amb accés als paràmetres principals es pot fer amb la HMI (interfície home-màquina) integrada o un terminal gràfic extern, però si es vol tenir accés a tots els paràmetres es tindrà de fer a través del software SoMove instal·lat prèviament en un PC o a través d'un bus de camp.

Al present projecte s'ha cregut convenient fer servir el HMI integrada a l'equip per realitzar la primera pràctica de posta en marxa, ja que és molt important saber configurar i parametritzar l'equip insitu des de el seu propi HMI integrat, perquè hi han situacions on s'ha d'actuar ràpidament i no sempre es disposa d'un PC amb el software de posta en marxa. Per realitzar les següents pràctiques, es faran a través del bus de camp CANopen amb el software de controlador d'eixos.

### 7.1 Posta en marxa a través del software SoMove

SoMove és el software per fer la posta en marxa, configuració y manteniment de diferents dispositius de control de motors de la casa Schneider Elèctric, com podrien ser variadors de velocitat, arrencadors progressius, sistemes de gestió de motors o servodriver. La interfície de SoMove és molt fàcil i visual, i a diferència del HMI integrada es poden fer totes les configuracions disponibles i es poden graficar les respostes.

El cable de comunicació entre el Lexium 32 i el PC amb el software instal·lat, té la següent referència TCSMCNAM3M002P. El connector USB del cable s'ha de connectar al PC i el connector RJ45 de l'altre extrem del cable anirà al connector CN7 (interfície de posta en marxa) del frontal del servodriver. A la figura 18, podem veure la connexió entre l'equip i el PC.

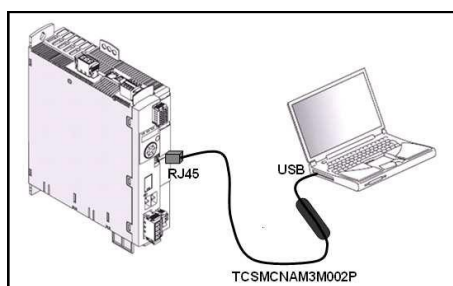


Figura 18. Connexió amb el PC

## 7.2 Posta en marxa a través del HMI

El HMI integrada ens dona l'opció de fer la posta en marxa des de el mateix equip. Es molt important i pràctic entendre la interfície d'aquest panell al igual que saber com parametritzar diferents funcions a través de la seva configuració. A través HMI, podrem comprovar l'estat actual de l'equip i configurar diferents paràmetres sense necessitat de connectar-nos a un PC amb el software de posta en marxa o del bus de camp.

Per entendre millor les parts del HMI integrat, descriurem les seves parts. A la figura 19, podem veure la HMI integrada i les seves parts.



Figura 19. HMI integrada

### 7.2.1 Indicadors visuals

A la figura 20, tenim el conjunt dels indicadors visuals del HMI, i els podem separar en quatre blocs, LED's d'estat, LED's de menú, LED's d'advertència i indicadors 7 segments per 4 dígit.



Figura 20. Indicadors visuals del panell de comandament



LED d'estat: A sobre del display, tenim 4 LED's indicadors que segons el color i posició de l'activació podem interpretar l'estat de l'equip. A la taula 17, podem veure els diferents estats que es pot tenir.

Fault	Edit	Value	Unit	Significat
				Estat de funcionament en fallo
				El valor del paràmetre pot editar-se
				Valor del paràmetre
				Unitat del paràmetre seleccionat

Taula 17. Significat dels LED's d'estat

LED's de menú: la part esquerra del display, tenim tres indicadors que es ficaran en verd per indicar la modalitat de menú.

OP: Indica que estem al menú per realitzar operacions com podria ser el Jog (moviments manuals), Tunning (Autoajustament) o viatge de referència (homing).

Mon: Indica que estem al menú de supervisió de paràmetres del servomotor com corrent, posició actual, estat de les entrades, etc.

ConF: Indica que estem al menú per accedir als diferents submenús per la configuració dels diferents paràmetres com gestió d'errors, comunicacions, etc.

LED's d'advertència: A la part dreta del display tenim dos punts indicadors que faran intermitència per avisar quant un paràmetre estigui fora de rang.

Indicador 7 segments: Al centre del display tenim 4 dígit de 7 segments que ens indicarà el codi de paràmetre, el seu valor o el número d'error.

### 7.2.2 Roda de navegació

Girant la roda de navegació, es pot navegar pels diferents nivells de menús, funcions o paràmetres, i també ens servirà per augmentar o disminuir valors.

Prement la roda de navegació de forma breu (1seg.) es confirma el menú, funció o paràmetre seleccionat o memoritza el valor seleccionat a la EEPROM. Però si prement la roda de

navegació de forma prolongada ens mostrarà una descripció del paràmetre o la unitat del valor del paràmetre seleccionat.

### 7.2.3 Botó de ESC

Amb el botó ESC (escapament) és possible sortir de paràmetres i menús. Si es mostra un valor i encara no s'ha confirmat, prement el botó ESC es torna a l'últim valor memoritzat.

## 7.3 Estructura de menú

L'estructura de funcionament està formada per diferents nivells de menús. Quant l'equip estigui alimentat però sense l'etapa de potència activada, el HMI mostrarà el codi "FSu" (configuració inicial) i quant l'equip estigui amb l'etapa de potència activa preparat per funcionar, el HMI mostrarà el codi "rdy" (preparat) .

Si partim de l'estat de "rdy" on l'equip està preparat per funcionar tenim tres menús principals. Un dels menús principals és el "oP" on el farem servir per seleccionar les diferents operacions que vulguem realitzar, el següent menú principal és "Mon" que el farem servir per supervisar els paràmetres del servomotor i el tercer menú principal és "ConF" que es seleccionarà per configurar els paràmetres.

A la figura 21, podem veure un exemple del seguiment de les seqüències de selecció del menú principal i del submenú. A l'annex B, es pot veure tota l'estructura de menús, submenús i paràmetres configurables.

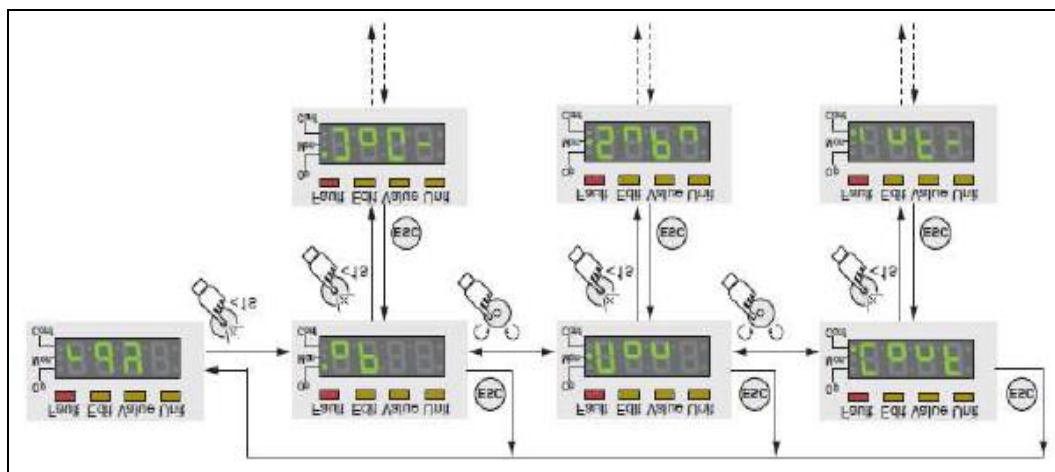


Figura 21. Estructura del menú

## 8 DESCRIPCIÓ GENERAL DEL CONTROLADOR D'EIXOS MODICOM LMC058

El controlador d'eixos Modicon LMC058 és de la casa Schneider Elèctric i constitueix la solució òptima per al control d'eixos, incloses les funcions d'automatització. Com a part del concepte de "control flexible de màquines" de Schneider Electric, satisfà les necessitats d'una gran varietat d'aplicacions de tots els sectors industrials.

Aquest controlador d'eixos ha estat dissenyat per als fabricants d'equips originals (OEM) que requereixen eixos sincronitzats i que es centren en aplicacions com ara l'embalatge, les línies de transport i emmagatzematge, les màquines de tractament de metall, fusta, etc. i ofereix solucions d'alt rendiment per a funcions de control de velocitat, comptatge, control d'eixos i comunicacions.

El controlador d'eixos Modicon LMC058 inclou de sèrie 42 E/S digitals, un port sèrie, un port Ethernet, un mestre CANopen i un mestre CANmotion destinat al control de fins a 8 eixos sincronitzats, amb un temps de cicle de 2 ms per a 4 eixos.

Atenent a termes de rendiment, el controlador d'eixos Modicon LMC058 presenta un processador de doble nucli. El nucli 1 està exclusivament destinat a la gestió de les tasques dels programes i el nucli 2 està destinat a l'execució de les tasques de comunicació que, d'aquest mode, no afecta en absolut al rendiment d'execució de les aplicacions. El software de programació i configuració és el SoMachine.

El controlador d'eixos Modicon LMC058 té capacitat per gestionar 2400 E/S, una memòria RAM de 64 Mbytes per emmagatzemar dades i programes, i una memòria Flash de 128 Mbytes per a còpies de seguretat de dades i aplicacions. A més posseeix una velocitat d'execució per a una instrucció booleana de 22 ns és a dir, pot executar per milisegon més de 45.000 instruccions booleanes.

A si mateix, el controlador d'eixos Modicon LMC058 s'ha dissenyat per minimitzar els costos d'assemblatge, cablejat, posta en servei i manteniment. Per això, tots els mòduls tenen terminals extraïble, totes les connexions elèctriques porten terminals amb ressort agilitzant el procés de cablejat, cada terminal compte amb un punt de prova per mesurar la tensió, el port sèrie i port Ethernet integrats porten una connexió RJ45 a 45° amb gran visibilitat amb la finalitat d'una ràpida connexió dels busos de comunicació, la modalitat de les bases i dels

mòduls de extensió garanteixen les mínimes necessitats d'inversió en configuració gràcies a la capacitat de entre 2 i 42 canals per mòdul d'extensió.

Per realitzar el present projecte es farà us d'un controlador d'eixos Modicon LMC058. A la figura 22, es pot veure el controlador.



Figura 22. Controlador d'eixos Modicon LMC058

## 8.1 Funcions principals del controlador

### 8.1.1 Funcions de comptatge ràpid (HSC)

El controlador d'eixos Modicon LMC058 té 8 comptadors integrats d'alta velocitat amb una freqüència de comptatge de 200 kHz per canal així com 4 sortides reflexes. La disponibilitat d'aquests comptadors juntament amb el port mestre CANopen facilita i agilitza la creació de funcions multi-eix. A la figura 23, es pot veure un exemple amb funcions de comptatge ràpid.

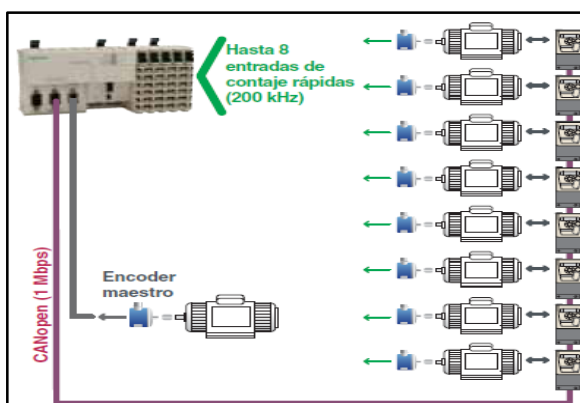


Figura 23. Exemple de funció multi-eix

### 8.1.2 Funcions analògiques

El controlador d'eixos Modicon LMC058 inclou de sèrie quatre entrades analògiques amb una resolució de 12 bits. A més, hi ha una gran gamma de mòduls d'extensió, tant modulars com compactes, així com de funcions de programació avançada per a aquelles màquines que requereixen funcions per al processament de dades emeses per sensors o accionadors de tensió o intensitat, sensors de temperatura o sensors de control PID. A la figura 24, es pot veure un exemple de funcions amb entrades analògiques.

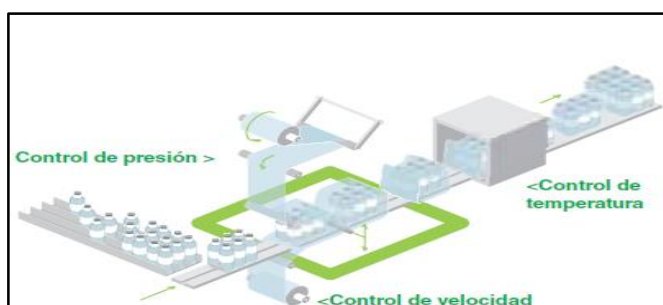


Figura 24. Exemple funcions Analògiques

### 8.1.3 Funció de control de posició

Es poden crear aplicacions per al control de posició d'eixos independents i ser controlades mitjançant el port mestre CANopen integrat o bé crear seqüències i utilitzar les E/S per a la comunicació amb el controlador d'eixos LMC058 o crear aplicacions mitjanant el port mestre CANmotion integrat per el control de posició d'eixos independents y/o sincronitzats per aplicacions més sofisticades com podria ser engranatges electrònics, perfil de lleves o interpolació. A la figura 25, es pot veure un exemple de control de posició.

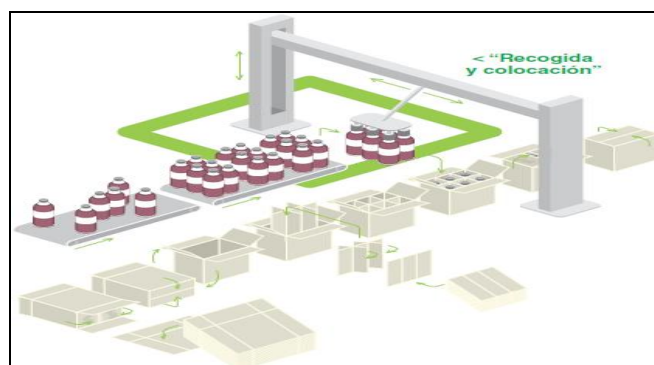


Figura 25. Funció de control de posició

#### 8.1.4 Funcions de comunicació

El controlador d'eixos Modicon LMC058 posseeixen un port de comunicació Ethernet, un port mestre CANmotion/CANopen i un port sèrie incorporat on:

El port 'Ethernet' RJ45 (10/100 Mbps, MDI/MDIX) integrat, disposa de les següents característiques, com poden ser, Modbus Ethernet TCP, Dispositiu Ethernet IP, SoMachine per Ethernet, així com els protocols UDP, TCP i SNMP. A més, disposa d'un servidor Web i d'un servidor FTP integrats.

El bus CANmotion i CANopen utilitzen un doble par trenat blindat. Cada extrem del bus haurà d'estar equipat amb un final de línia.

El port CANopen admet fins a 32 esclaus i pot configurar-se entre 125 Kbps i 1 Mbps. L'arquitectura basada en CANopen pot utilitzar per la comunicació amb diferents dispositius com ara variadors de velocitat, servodriver, etc., així com per distribuir mòduls de E/S el més pròxims possibles als sensors i accionadors. El configurador de CANopen està integrat en el programari SoMachine i aquest també pot usar-se per importar arxius de descripció estàndard en format EDS.

Els port CANmotion dona l'opció de configurar i controlar fins 8 servodriver Lexium 32 i pot configurar-se entre 250kbps i 1 Mbps. Aquest bus s'utilitza per sincronitzar els servodriver. El temps de cicle del bus CANmotion garanteix que s'actualitzin les posicions de l'eix.

El port sèrie es pot configurar com RS232 o RS485 i incorpora els dos protocols més utilitzats com són el Modbus ASCII/RTU mestre o esclau i la cadena de caràcters ASCII).

### 8.2 Descripció de la base compacte LMC058

Schneider Elèctric disposa de dos models de controladors d'eixos Modicon LMC058 per cobrir els diferents requisits de control de les aplicacions. Al nostre projecte, disposem del controlador "LMC058 LF2SO" on els mòduls de E/S es programen a través del software SoMachine V4.1.

A la taula 18, trobem un resum de les característiques tècniques del controlador d'eixos Modicon LMC058 LF42SO que s'han anat explicant i d'altres dades d'interès.

Tipo de controlador lògic		LMC058 LF42SO
Memòria d'usuari	RAM	64 Mbytes (Programa + dades)
	Flash	128 Mbytes
Temps d'instruccions booleanes		22 ns
Mida de programa d'usuari		128 K instruccions de programa
Alimentació		24 VDC
Connexió de canals		Amb borner de ressort extraïble (inclosos)
Entrades	Digitals	26 entrades de 24 VDC incloses 8 entrades de comptatge (200kHz)
	Analògiques	-
Sortides digitals	Transistor	16 sortides (0,5 A) incloses 4 sortides reflexes
	Relé	-
Ports de comunicació integrats	Miniport USB-B	Port de programació per software SoMachine
	Port USB-A	Connexió d'un dispositiu de memòria USB per la transferència de programes, arxius de dades o actualitzacions de firmware
	Port RJ45 (MBS)	Port sèrie RS232
		Port sèrie 485 (proporciona 250 mA, 5 V per alimentació HMI)
		Protocols: Modbus ASCII/RTU mestre o esclau, ASCII (cadena de caràcters)
	Connector SUB-D (mascle de 9 contactes) (CAN0)	Mestre de bus CANopen (32 esclaus)
	Connector SUB-D (mascle de 9 contactes) (CAN1)	Mestre de bus CANmotion
	Connector SUB-D (femella de 15 contactes) (encoder)	Entrada de encoder (incremental o SSI)
Ports de comunicació opcionals		-
Port RJ45 (Ethernet)		Ethernet TCP IP, servidor Web, FTP, Ethernet Modbus TCP

Taula 18. Característiques tècniques controlador d'eixos

A la figura 26, es pot veure el controlador d'eixos LMC058LF42S0 on destaquem les parts principals de la base compacte per fer una descripció general.

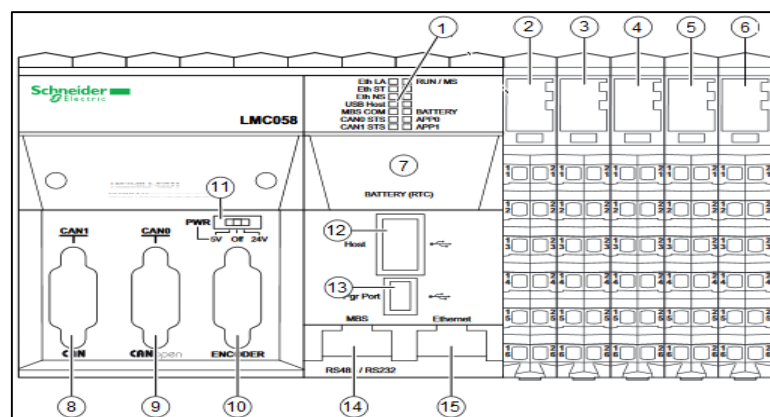


Figura 26. Controlador d'eixos LMC058LF42S0

1. Bloc de visualització amb 4 LEDs d'estat del controlador d'eixos (RUN/MS, BATTERY, APP0 i APP1) i 7 LEDs d'estat del port de comunicació integrat (Eth LA, Eth ST, Eth NS, USB Host, MBS COM, CAN 0 STS, CAN 1 STS)
2. Mòdul de distribució d'alimentació del controlador (POWER) dividit en tres circuits que són el circuit d'alimentació de mòduls experts incrustats ( DM72F0 i DM72F1) de 24VCC, circuit d'alimentació principal de 24VCC per el controlador, el bus de camp i circuit per els segments d'entrades i sortides digitals a 24 VCC. Disposa de connector extraïble, bloc de visualització i pestanya de bloqueig.
3. Mòdul DM72F0 de E/S, 5 entrades ràpides de comú positiu (200kHz, 24 VCC), 2 sortides ràpides de contrafase (100kHz, 2VCC, 0.2A) i 2 entrades normals de comú positiu (24VCC), cadascun amb un connector extraïble amb pestanya de bloqueig, un bloc de visualització que mostra dels estats de les E/S
4. Mòdul DM72F1 de E/S, 5 entrades ràpides de comú positiu (200khz, 24VCC), 2 sortides ràpides de contrafase (100kHz, 2VCC, 0.2A) i 2 entrades normals de comú positiu (24VCC), cadascun amb un connector extraïble amb pestanya de bloqueig, un bloc de visualització que mostra dels estats de les E/S
5. Mòdul DI12DE de 12 entrades digitals de comú positiu (24 VCC), cadascun amb un connector extraïble amb pestanya de bloqueig, un bloc de visualització que mostra dels estats de les E/S
6. Mòdul DO12TE de 12 sortides digitals de comú negatiu (24VCC, 0.5A), cadascun amb un connector extraïble amb pestanya de bloqueig, un bloc de visualització que mostra dels estats de les E/S
7. Una ranura per a la bateria RTC (rellotge en temps real)



8. Un connector SUB-D mascle de 9 contactes, marcat com CAN0, per la connexió amb el bus CANopen
9. Un connector SUB-D mascle de 9 contactes, marcat com CAN1, per la connexió amb el bus CANopen o CANmotion
10. Un connector SUB-D femella de 15 contactes, marcat com ENCODER, per la connexió amb l'encoder mestre
11. Un selector per als 3 estats de tensió de alimentació del encoder (+5 V, OFF, +24 V)
12. Un connector USB-A (marcat com Host) per connectar un dispositiu de memòria USB per la transferència programes, dades o actualitzacions de firmware
13. Un mini connector USB-B (marcat com Prg Port) per a la connexió amb el PC de programació
14. Un connector RJ45 (marcat com Ethernet) per a la connexió amb la xarxa Ethernet i/o el terminal gràfic Magelis XBTGT
15. Un connector RJ45 (marcat com MBS) per a la connexió sèrie RS232 o RS485

### 8.3 Font d'alimentació del controlador d'eixos

A la figura 27, podem veure la font d'alimentació modular ABL7RE2403 de la casa Schneider, situada a la mateixa guia on tenim el controlador d'eixos. Aquesta font, disposa d'un rang ampli d'entrada de voltatge (100 ...240VAC) i una sortida estable de voltatge (24VDC) amb una corrent de sortida de 3A.



Figura 27. Font d'alimentació ABL7RE2403

A través d'aquesta font de tensió, s'alimenta el mòdul de distribució (POWER) del controlador d'eixos i també subministra tensió al panell de comandament extern per les entrades i sortides digitals que van connectades al mateix controlador d'eixos.

## 9 PANELLS DE COMANDAMENT

A la part pràctica del projecte farem servir dos panell de comandament, el panell de comandament de la pròpia maqueta i un panell de comandament extern, el qual s'ha construït expressament per realitzar les automatitzacions amb el controlador d'eixos LMC058.

### 9.1 Panell de comandament de la maqueta

A la figura 28, podem veure el panell de comandament de la maqueta, el qual disposa de quatre entrades i tres sortides digitals que van connectades directament al servodriver i també tenim un pulsador d'emergència que en cas de ser premut desactivaria en qualsevol moment l'etapa de potència del servodriver. Mitjançant la configuració del servodriver se li podem donar diferents funcions a les entrades i sortides digitals, encara que normalment es fan servir per funcions de seguretat.



Figura 28. Panell de comandament de la maqueta

### 9.2 Panell de comandament extern

A la figura 29, podem veure el panell de comandament extern, el qual ha sigut creat expressament per poder realitzar les diferents aplicacions pràctiques del present projecte.



Figura 29. Panell de comandament extern

El panell de comandament, s'alimenta amb la mateixa font de tensió de 24VDC que alimenta el controlador d'eixos Modicon LMC058. El panell, disposa de deu dispositius de comandament connectats directament a les entrades digitals del mòdul d'entrades del controlador d'eixos. D'aquest deu dispositius, vuit són polsadors de palanca, un és interruptor de palanca i un altre és un selector de tres posicions. Al panell també disposa de 14 LED's indicadors de color vermells per visualitzar l'estat d'activació de les diferents funcions aplicades. D'acord amb les característiques dels mòduls d'entrades i sortides del controlador d'eixos, tenim els comuns dels dispositius de les entrades connectats a +24Vdc i els comuns dels LED's indicadors per les sortides connectats a 0Vdc.

Les diferents entrades d'aquest panell de comandament, van connectades a les respectives entrades del mòdul d'entrades digitals (DI12DE) del controlador d'eixos, on aquest mòdul té com a comú el 0Vdc. Si s'activa qualsevol selector del comandament del panell, s'aplicarà +24Vdc a l'entrada pertinent del mòdul d'entrades del controlador, quedant així l'entrada en qüestió activada.

Les diferents sortides d'aquest panell de comandament van connectades a les respectives sortides del mòdul de sortides digitals (DO12TE) del controlador d'eixos, on aquest mòdul donarà +24Vdc a la sortida que estigui activada, de tal manera, que tenint els comuns dels LED's indicadors connectats a 0Vcc, s'activarà el LED identificat amb aquesta sortida.

## 10 ELEMENTS D'ENTRADA I SORTIDA

Al panell de comandament de la maqueta "Servomotor Lexium32" te diferents selectores i indicadors, i el mòdul lineal de la maqueta disposa de dos sensors.

Independent de la maqueta, disposem d'un panell de comandament extern, on trobem elements d'entrades que permeten activar les diferents aplicacions programades al controlador d'eixos i elements de sortides per visualitzar l'estat de les funcions quant la sortida del controlador passa a un estat alt.

### 10.1 Elements de control i indicadors de la maqueta

El panell de comandament de la maqueta disposa d'un pulsador d'emergència, tres pilots lluminosos (verd i vermells), quatre entrades digitals que es faran servir per simular diferents sensors per les aplicacions (1 pulsador + 3 selectores). La maqueta també disposa dos sensors inductius situats al mòdul lineal.

Pulsador d'emergència XB5-AS542 mostrat a la figura 30, és de tipus girar per desenclavar. El pulsador està compost d'un tirador de color vermell fixat a una base de fixació amb dos blocs de contacte tancats (NC). Amb una intensitat de treball a 24Vdc de 3A.

Està directament cablejada a les entrades de seguretat del servodriver. S'utilitza per realitzar una parada d'emergència deixant sense tensió el servomotor.



Figura 30. Pulsador d'emergència

Pilot lluminosos XB5-AVB3 mostrat a la figura 31, està compost d'un projector fixat a una base de fixació amb un bloc de contacte per l'alimentació a 24Vdc per el LED que porta integrat.

A la maqueta hi ha un vermell i dos vers, cablejats a tres de les sortides digitals del servodriver que són configurables.



Figura 31. Pilot lluminós verd

Polsador XBS-AA31 mostrat a la figura 32, és de tipus rasant i està compost d'un polsador amb estat ON-OFF fixat a una base de fixació amb un bloc de contacte obert (NO), amb una intensitat de treball a 24Vdc de 3A.

A la maqueta hi ha un polsador negre, cablejat a una de les entrades digitals del servodriver que és configurable.



Figura 32. Polsador rasant

Selector de maneta curta XB4-BD33 mostrat a la figura 33, està compost d'una maneta amb estat ON-OFF, fixat a una base de fixació amb un bloc de contacte obert (NO), amb una intensitat de treball a 24Vdc de 3A.

A la maqueta hi ha tres selectors de color negra, cablejats a tres de les entrades digitals del servodriver que són configurables.



Figura 33. Selector de maneta curta

Sensor inductiu XS508B1PBL2 mostrat a la figura 34, es fan servir per detectar la presència o absència d'objectes metàl·lics sense necessitat de tenir contacte, utilitzant una bobina elèctrica que genera un camp magnètic. Ens podem trobar detectors PNP o NPN segons la configuració interna del sensor, la qual s'ha de tenir en compte per la seva connexió.

Aquest sensor està incorporat al mòdul lineal de la maqueta d'aquest projecte i els fem servir per marcar el límits de seguretat superior i inferior.



Figura 34. Sensor inductiu XS508B1PBL2

A la següent taula 19, es pot veure les característiques del sensor inductiu.

Sensor inductiu XS508B1PBL2	
Tipus de sensor	Sensor inductiu
Nom del sensor	XS5
Disseny del sensor	Cilíndric M8
Mida	33mm
Material	Metall
Tipus de senyal de sortida	Discret
Tècnica de cablejat	3 Fils
Rang de detecció [Sd]	> 0... 2,5 mm
Detecció distància nominal [Sn]	1,5 mm
Funció de sortida discreta	1 NC
Corrent de sortida	Corrent Continu
Tipus de sortida discreta	PNP
Connexió elèctrica	Cable 2m
Voltatge alimentació nominal [Us]	12...24 VDC
Capacitat de commutació	200mA DC
Grau de protecció IP	IP67

Taula 19. Característiques sensor inductiu

A la maqueta tenim dos sensors inductius iguals, i l'alimentació l'agafen directament de la font de tensió de 24Vdc de la maqueta. Aquest sensors, estan controlats per les entrades digitals del servodriver i per tant són configurables. En el nostre cas, depenent de l'aplicació que realitzem, els farem servir per delimitar l'àrea de treball, com a límit de seguretat o com a senyal per realitzar el viatge de referència (homing) del mòdul lineal.

## 10.2 Elements de control i indicadors del comandament extern

El panell de comandament extern disposa de diferents elements d'entrades, dels quals 7 són interruptors de palanca dos posicions, 1 és interruptor de palanca tres posicions i 2 pulsadors de palanca una posició. També disposa de 14 indicadors lluminosos com a elements de sortides.

Interruptor de palanca 2P 351310 mostrat a la figura 35, disposa dos posicions (ON-ON) amb tres pins soldables, amb una intensitat màxima de treball a 28Vdc de 3A.

Aquest, van cablejats al mòdul d'entrades del controlador d'eixos, per aplicar una tensió de senyal de 24Vdc.



Figura 35. Commutador de palanca

Interruptor de palanca 3P 351311 mostrat a la figura 36, disposa tres posicions (ON-OFF-ON) amb tres pins soldables, amb una intensitat màxima de treball a 28Vdc de 3A.

Aquest, va cablejat al mòdul d'entrades del controlador d'eixos per aplicar una tensió de senyal de 24Vdc.



Figura 36. Interruptor de palanca

Polsador de palanca 1P E2553 mostrat a la figura 37, disposa d'una posició retorn amb tres pins soldables, amb una intensitat màxima de treball a 28Vdc de 3A.

Aquest, van cablejats al mòdul d'entrades del controlador d'eixos, per aplicar una tensió de senyal de 24Vdc.



Figura 37. Polsador de palanca

Indicador lluminós ILC5024R mostrat a la figura 38, és un LED indicador verd amb cable, amb una alimentació de 24Vdc i un consum de 10mA, amb una intensitat lluminosa de 25 mcd.

Al panell de comandament extern, disposem de 14 LED's (10 vermells + 4 verds). Aquest, van cablejat al mòdul de sortides del controlador d'eixos on reben per aplicar una tensió de senyal de 24Vdc.



Figura 38. LED indicador



## 11 COMUNICACIÓ D'EQUIPS

Com ja hem vist anteriorment, els equips amb els quals farem el present projecte disposen de diferents ports de comunicació però per les característiques del nostre projecte sobre el control de moviment, es farà ús exclusiu d'algun d'aquest.

### 11.1 Comunicació entre PC i controlador

Per realitzar la comunicació entre el controlador d'eixos Modicon LMC058 i el PC equipat amb el software de programació SoMachine Central, farem servir un cable de comunicació amb referència TCSXCNAMUM3P, que enllaçarà el port de programació USB mini-B del controlador d'eixos amb el port USB del PC. Aquest port de programació està dedicat a la programació, depuració, manteniment i monitorització de les aplicacions del controlador, a més, també pot carregar un programa o actualitzar el firmware sense que el controlador estigui alimentat. A la figura 39, podem veure la connexió entre el PC i el controlador.

La primera vegada que connectem el controlador d'eixos al PC de programació, s'haurà d'instal·lar el controlador de comunicació USB, aquesta operació només s'haurà de realitzar una vegada però és necessària per detectar i identificar el nou hardware. Una vegada realitzada la connexió, el PC instal·larà els controladors automàticament.

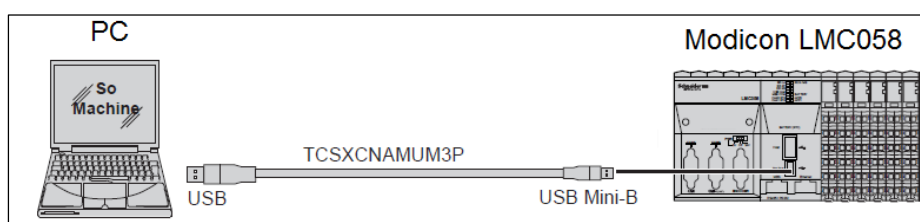


Figura 39. Connexió entre el PC i el controlador

### 11.2 Comunicació entre el controlador i el servodriver

Pel que fa a la comunicació entre el controlador d'eixos Modicon LMC058 i el servodriver Lexium 32M, ho farem mitjanant el bus de camp CANopen. Per aquesta connexió, farem servir el cable de comunicació de bus de camp CANopen, amb referència VW3M3805R010, que enllaçarà amb el port CAN1 (CANopen/CANmotion) del controlador d'eixos amb el mòdul CANopen del servodriver. El servodriver LXM32M actuarà directament sobre el servomotor

per gestionar la potència necessària del desplaçament de l'eix. A la figura 40, podem veure la connexió entre els equips.

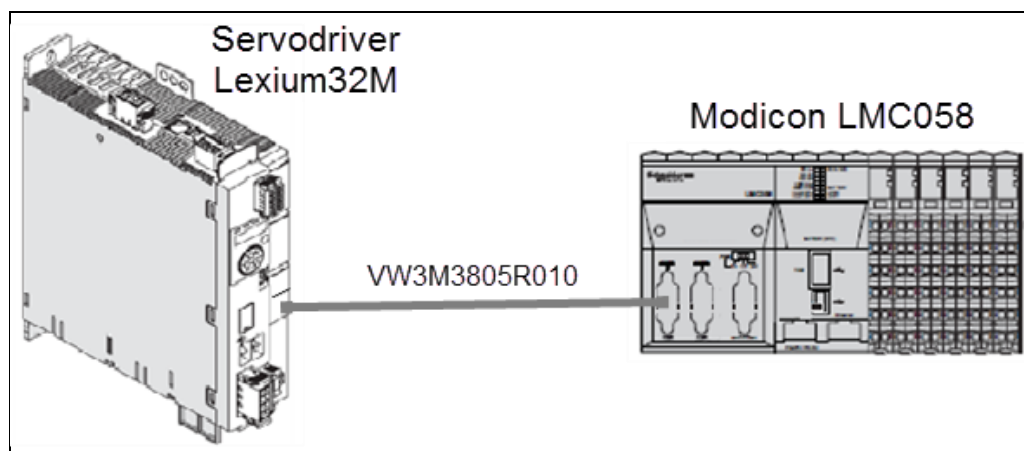


Figura 40. Connexió entre controlador i servodrivers

### 11.3 Protocol CANopen

CANopen és un protocol de comunicació d'alt nivell, d'ús industrial, basat en el bus CAN (Controller Area Network). CANopen ha sigut desenvolupat per CiA (CAN in Automation) formada per fabricants i usuaris del bus CAN.

El bus CAN només especifica les dos primeres capes, la capa física (capa 1) i la capa d'enllaç de dades (capa 2) del model OSI (Open System Interconnection). Donat que CAN no inclou tasques de capes superiors tals com direccionalment, control d'accés, transport de blocs de dades majors que una trama, etc., s'han anat creant diferents protocols en capes superiors.

Per la necessitat de definir com assignar i utilitzar els identificadors i les dades es va definir el protocol CANopen on implementa la capa d'aplicació (capa 7) per proporcionar un conjunt de serveis i protocols per als dispositius en xarxa i així garantir la interoperabilitat entre dispositius de diferents fabricants. Pràcticament només es fan servir les capes 1,2 i 7 del model OSI, i això simplifica la arquitectura. La relació entre el model OSI y els estàndards CAN i CANopen ho podem veure a la següent figura 41.

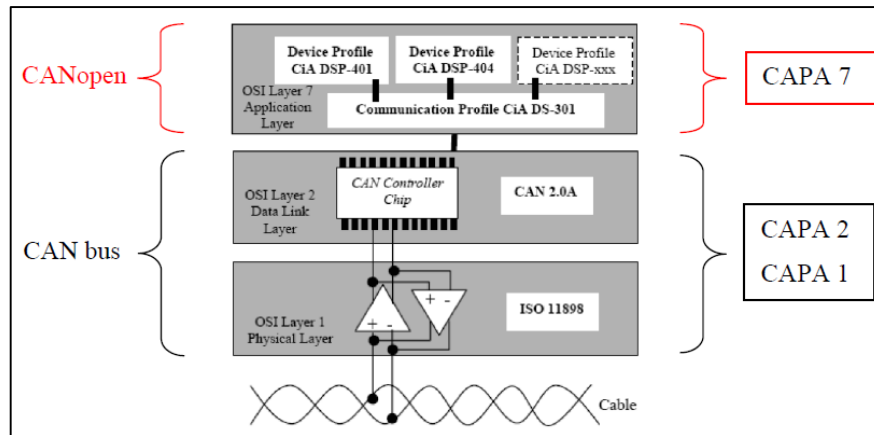


Figura 41. Visió esquemàtica dels estàndards CAN i CANopen en el model OSI

### 11.3.1 Característiques CANopen

Les principals característiques de bus CANopen són les següents:

És un sistema de bus obert.

Es un bus multi-mestre que permet realitzar intercanvis de dades en temps real als equips de sistema de control sense sobrecarregar el protocol.

És un sistema modular que engloba dispositius senzills i complexes.

Permet la interconnexió i la possibilitat de canviar els dispositius.

Es tracta d'una configuració normalitzada de xarxes.

Permet l'accés a tots els paràmetres dels dispositius.

Existeix una sincronització entre els dispositius.

La transferència de dades és cíclica, activada per esdeveniments i síncrona (tant per la lectura com escriptura).

### 11.3.2 Perfils de comunicacions

El model de comunicació CANopen suporta tres tipus de model de comunicació:

**Mestre / Esclau:** En tot moment hi ha un únic mestre que dirigeix les comunicacions per a una determinada funcionalitat, la resta de dispositius es consideren esclaus. El mestre fa una petició i l'esclau adreçat respon (si cal).

**Client / Servidor:** És una relació entre un únic client i un únic servidor. El client fa una petició que provoca que el servidor faci una determinada tasca. Després de finalitzar la tasca, el servidor respon a la petició.

**Productor / Consumidor:** Un node actua de productor del missatge i zero, un o més mes nodes actuen com consumidors del missatge. Hi ha dos models diferents:

**Model Push** → Servei no confirmat sol·licitat i ofert pel productor. En CANopen s'usa per a transmissió de dades a alta velocitat.

**Model Pull** → Servei confirmat sol·licitat pel consumidor. En CANopen es pot usar per petició de dades amb confirmació de lliurament. No és tan ràpid com el push.

### 11.3.3 Objectes de comunicació

El model de comunicació de CANopen defineix diferents serveis de missatgeria i tipus d'objectes de comunicació (missatges) que són els següents:

**Service Data Object (SDO):** Els objectes de dades de serveis o objectes de comunicació explícita, inclou tot lo relacionat a la transmissió de paràmetres de configuració. Són missatges de servei de baixa prioritat i són utilitzats per llegir i escriure qualsevol de les entrades del diccionari de objectes d'un dispositiu CANopen.

**Process Data Object (PDO):** Els objectes de dades de procés o objectes de comunicació implícita, inclou tot lo relacionat amb les operacions en temps real del dispositiu. Son missatges d'alta prioritat i són utilitzats pel intercanvi de dades de processos en temps real

entre el master CANopen i les unitats. Existeix dos tipus de PDOs, el tipus TPDP s'utilitza per transmetre un PDO i el tipus RPDO s'utilitza per rebre un PDO.

Synchronisation Object (SYNC): S'utilitza per sincronitzar totes les plicacions del bus.

Time Stamp Object (TIME): Proveeix una referència de temps comú a tots els nodes del bus.

Emergency Object (EMCY): Envia informació d'errors interns als nodes si aquests es produeixen i l'objecte està implementat.

Network Management Object (NMT): S'encarrega d'enviar i controlar Informació de la Màquina d'estats dels nodes que estiguin connectats al bus.

#### 11.3.4 Estructura red CAN

És una interfície de dos fils en mode diferencial per un par trenat apantallat, on la seva velocitat de transmissió depèn de la longitud del bus. El bus ha de ser tancat i els nodes es connecten al fil CAN\_H i al fil CAN\_L. Per tancar el bus, ha de portar una resistència de final de bus de 120Ω a l'inici i final de bus. A la figura 42, podem veure la seva estructura.

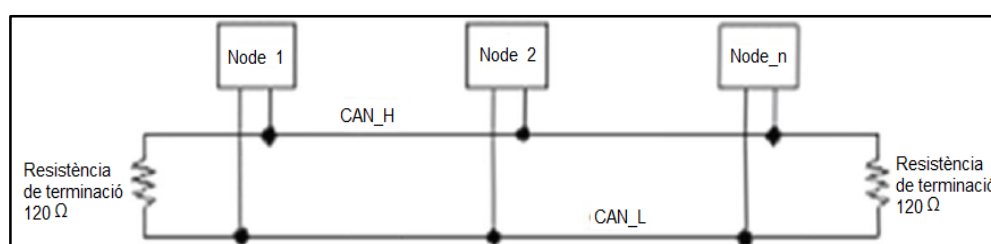


Figura 42. Estructura red CAN

La velocitat de transmissió de dades, és variable depenent de la longitud del bus com es pot observar a la taula 20.

Longitud màxima (m)	20	40	100	250	500	1000	2500
Velocitat transmissió dades (Kbps)	1000	800	500	250	125	50	20

Taula 20. Relació velocitat CANopen/CANmotion

## 11.4 Característiques port CAN0 i CAN1 del controlador

El controlador d'eixos Modicon LMC058 disposa de dos port de hardware CAN (Controller Area Network), el port CAN0 per la connexió amb el bus CANopen i el port CAN1 per la connexió amb el bus CANmotion, el qual disposa d'un protocol dedicat al bus motion, el qual presenta grans avantatges per sistemes de control de moviment.

El port CAN0 per el bus CANopen disposa d'un connector mascle SUB-D de 9 contactes i actua com mestre CANopen. Aquest mestre s'encarrega de la configuració, l'intercanvi i el diagnòstic d'un màxim de 32 dispositius esclaus com variadors de velocitat, arrencadors de motor, etc.

El port CAN1 per el bus CANmotion disposa d'un connector SUB-D mascle de 9 contactes i actua com mestre CANmotion. Aquest mestre està basat en CANopen i proporciona sincronització entre el controlador de moviment i les unitats connectades. La connexió CANmotion està dissenyat per al control de moviment d'eixos, i s'encarrega d'assegurar la configuració i sincronització de moviment de fins a 8 servodriviers Lexium 32eixos amb la capacitat per crear eixos virtuals. El temps de cicle del bus CANmotion garanteix l'actualització de les consignes de posició per la sincronització dels eixos.

Els dos ports poden ser configurats per al seu ús com un mestre CANopen. No obstant això, només el CAN1 es pot configurar com un port mestre per CANmotion.

## 12 CONFIGURACIÓ DEL SOFTWARE SOMACHINE

### 12.1 Introducció

SoMachine és un software de programació per el desenvolupament de solucions OEM (fabricants d'equips originals) que ens permet desenvolupar, configurar i ficar en funcionament una màquina sencera des de un sol software, incloent la lògica, el control de motors, la interfície de l'usuari HMI i les funcions d'automatització de xarxa relacionades. A la figura 43, es pot veure esquemàticament el que engloba el software SoMachine.

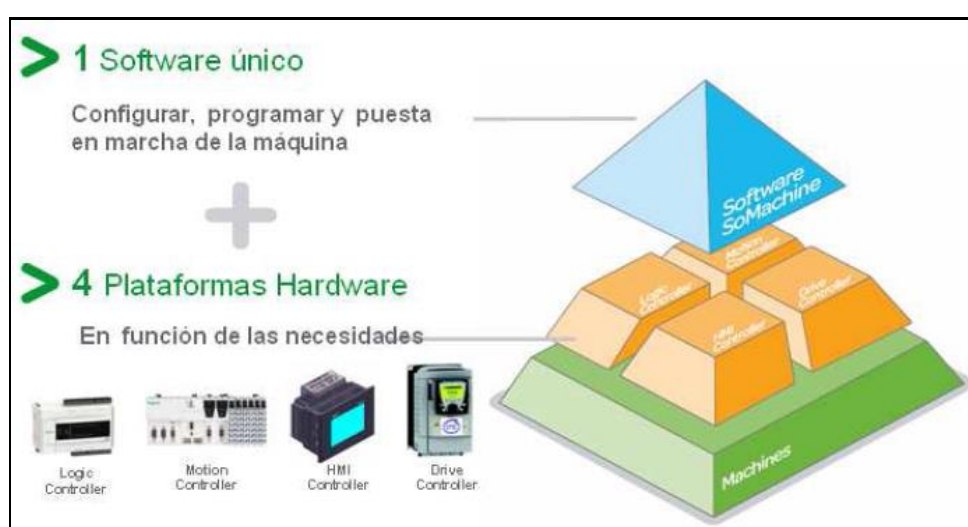


Figura 43. Descripció global del software SoMachine

SoMachine simplifica el flux de treball ja que l'usuari pot dissenyar una solució completa amb un sol software per els quatre tipus de controladors (Lògics, Motion, HMI i Drivers), un sol arxiu de projecte per accedir a tots els equips del projecte, una sola connexió de cable a un equip i una sola descàrrega que transfereix tota la aplicació de la màquina.

### 12.2 Característiques de SoMachine

#### 12.2.1 Llenguatges de programació

El Software SoMachine inclou els 6 llenguatges IEC (International Electrotechnical Commission) que indica la normativa IEC 61131-3. En funció dels requisits, es poden combinar els llenguatges, es dir, dintre d'una aplicació poden utilitzar diferents pous amb llenguatges diferents. Els diferents llenguatges de programació són; Llenguatge Llista

d'Instruccions (IL), Llenguatge de Contactes (LD), Llenguatge Grafcet (SFC), Gràfic de Funció Contínua (CFC), Llenguatge de Text Estructurat (ST), Diagrama de Blocs de Funcions (FBD).

### 12.2.2 Programació

Pel que fa a serveis de programació, el software ja esmentat disposa d'una gran varietat de possibilitats entre les que poden destacar-se:

La possibilitat de creació per part de l'usuari d'estructures de dades (DUT), funcions i blocs de funció (FB).

La monitorització o seguiment gràfic de les variables així com la disponibilitat de finestres de visualització (Trace).

La possibilitat de realitzar canvis en línia.

Crear punts d'interrupció.

Simulació de les aplicacions.

Possible executar pas a pas aquestes aplicacions.

### 12.2.3 HMI

Si atenem a la interfície usuari-màquina (HMI), cal destacar els següents serveis disponibles a SoMachine:

Llibreries gràfiques que posseeixen més de 4.000 objectes en 2D i 3D.

Objectes pre-configurats com poden ser botons, commutadors, gràfics, etc.

Objectes simples de dibuix tals com línies, rectangles, el·lipses, etc.

Alarmes i taules d'acció.



Java scripts i compatibilitat amb arxius multimèdia (wap, png, jpg ,emf, bmp).

Receptes.

Gràfics.

#### 12.2.4 Motion

Si el que volem és sincronitzar els moviments de diferents eixos, disposa del servei motion que inclou:

Equips inclosos pre-configurats.

Editor de CAM.

Trazas.

Visualització associades als blocs de funcions.

#### 12.2.5 Busos de comunicació

Mestre: CANopen, CANmotion, Modbus Serial Line, AS-interface

Connectivitat: Profibus-DP, Ethernet IP, Modbus TCP

#### 12.2.6 Llibreria d'aplicació

Blocs de funcions Motion de la llibreria CoDeSys

### 12.3 Interfície SoMachine

Es necessari disposar de la versió 4.1 o posteriors, ja que aquesta disposa d'unes biblioteques de control de moviment i accionament per el control dels dispositius i accionaments a través del bus CANopen.

La navegació dintre del SoMachine V4.1 és molt visual i intuïtiva, està basada en un entorn de treball CodeSys (Controller Development System). CodeSys és un sistema de desenvolupament per a controladors.

La interfície d'usuari proposa les tasques que s'han de realitzar durant tot el cicle de desenvolupament del projecte ja que habilita aquelles opcions o eines que es poden utilitzar en cada pas del procés.

A la següent figura 44, podem veure la ruta d'accés per accedir al software SoMachine.

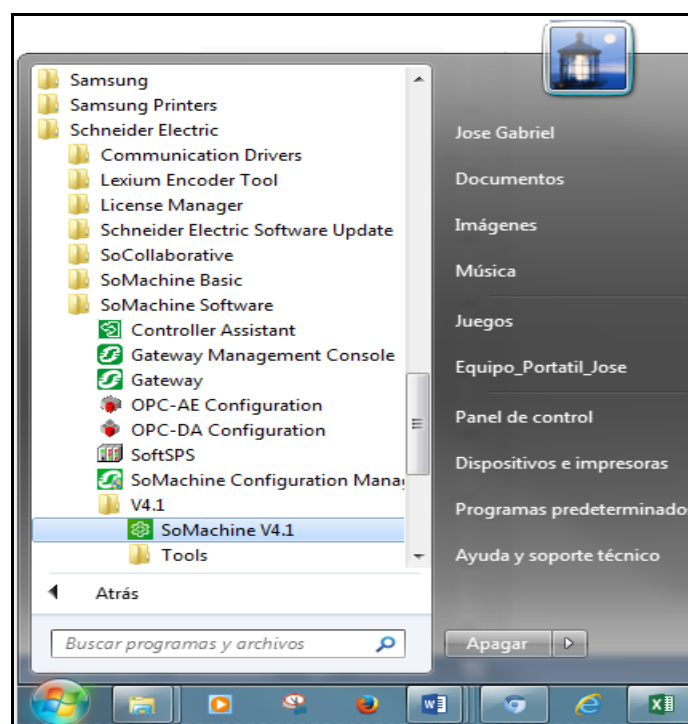


Figura 44. Ubicació SoMachine V4.1

SoMachine compta amb diferents pantalles, dissenyades per gestionar tot el procés d'automatització d'una manera més clara i entenedora. A continuació es farà una descripció de cada una d'aquestes pantalles.

### 12.3.1 Pantalla Inici

La pantalla "Empezar", apareix un cop iniciat el programa SoMachine. A la taula 21, podem veure les diferents funcions d'aquesta pantalla.

Núm. identificador	Descripció
1	Projectes recent
2	Connectar amb el controlador
3	Nou projecte
4	Obrir projecte
5	Notícies de Schneider Electric
6	Lista de projectes oberts recentment

Taula 21. Funcions pantalla inici

La següent figura 45, es pot veure la pantalla “Empezar” amb les funcions numerades.

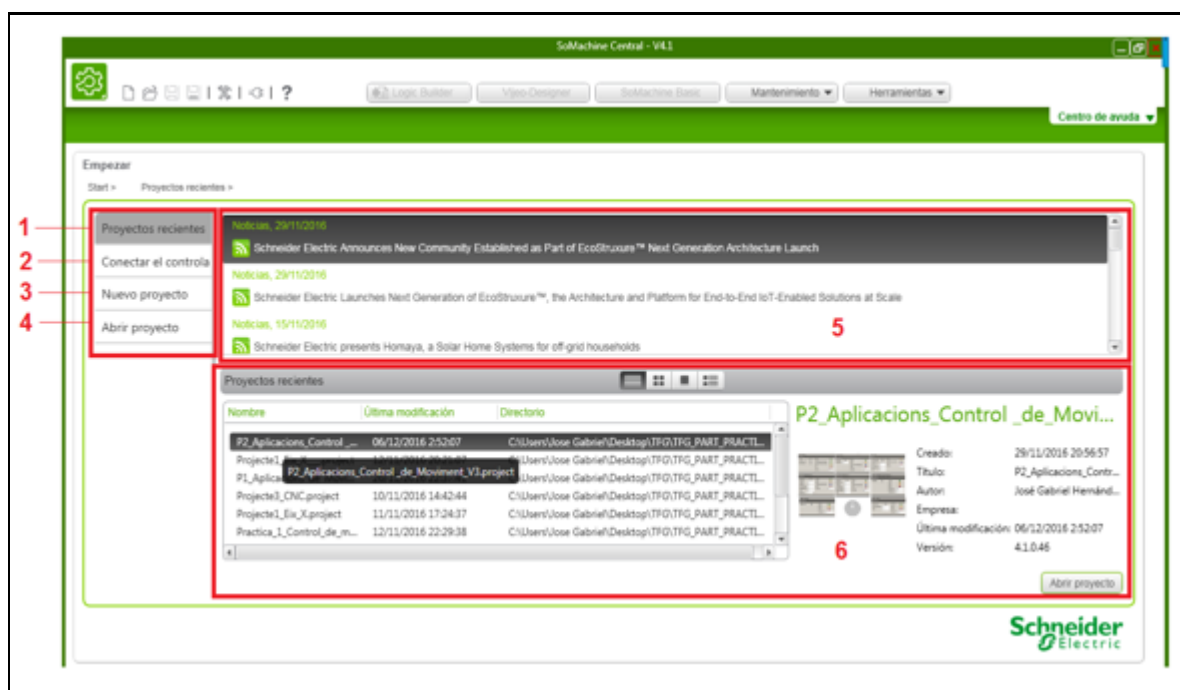


Figura 45. Pantalla Inici

Projectes recents (1): Des de aquesta pestanya podrem veure una llista dels últims projectes i biblioteques obertes amb nom, última modificació i direcció. Si es selecciona un dels projectes de la llista, es mostren alguns detalls del projecte dins l'àrea d'informació situat a la dreta ( Creador, Títol, Autor, Empresa, Última modificació i Versió). A la part de dalt, trobem un àrea de notícies sobre les novetats de Schneider Electric.

Connectar el controlador (2): Des de aquesta pestanya podrem veure la llista dels controladors que es troben en red i estan disponibles. Si seleccionem un controlador de la llista podem realitzar diferents tasques:

Obrir un projecte basat en un controlador connectat.

Crear un nou projecte basat en un controlador connectat.

Crear un nou projecte basat en una plantilla.

Carregar un projecte des d'un controlador connectat.

Descarregar un projecte en un controlador connectat.

Utilitzar eines de manteniment al controlador connectat.

Nou projecte (3): Des de aquesta pestanya es pot crear un nou projecte, ja sigui començant des de zero o a partir d'una plantilla. Les diferent opcions per crear un nou projecte són les següents:

Crear un projecte mitjançant un assistent.

Crear un projecte des d'una plantilla de projecte.

Crear un projecte buit.

Crear una nova biblioteca.

Obrir Projecte (4): Des de aquesta pestanya podrem trobar un projecte, biblioteca o arxiu. Des de aquí també podrem convertir automàticament un projecte de SoMachine Basic o un projecte de Twido en un projecte de SoMachine.

Notícies de Schneider Electric (5): En aquesta secció podem veure les últimes notícies i novetats de Schneider Electric.

Llista de projectes oberts recentment (6): En aquesta secció podem veure la llista de dels últims projectes oberts recentment. Si seleccionem un projecte podem veure la informació del projecte i clicant a la pestanya de "obrir projecte" s'obrirà el projecte i SoMachine ens mostrarà la finestra de SoMachine Central.

### 12.3.2 Pantalla inicial de SoMachine Central

SoMachine Central és la interfície principal per:

Administració de projectes.

Inici de les diferents eines proporcionades per SoMachine V4.1.

Gestió del flux de treball d'un projecte.

Gestió de les versions d'un projecte.

Oferta de funcions de projectes i sistemes.

A la següent figura 46, SoMachine ens mostra la finestra de SoMachine Central amb la pantalla "Flujo de Trabajo" després d'obrir un projecte existent o crear un nou projecte. En aquesta pantalla podem destacar les següents parts; barra d'eines (1), barra d'accés a les eines de SoMachine (2), centre d'ajuda (3), gestió del projecte (4).

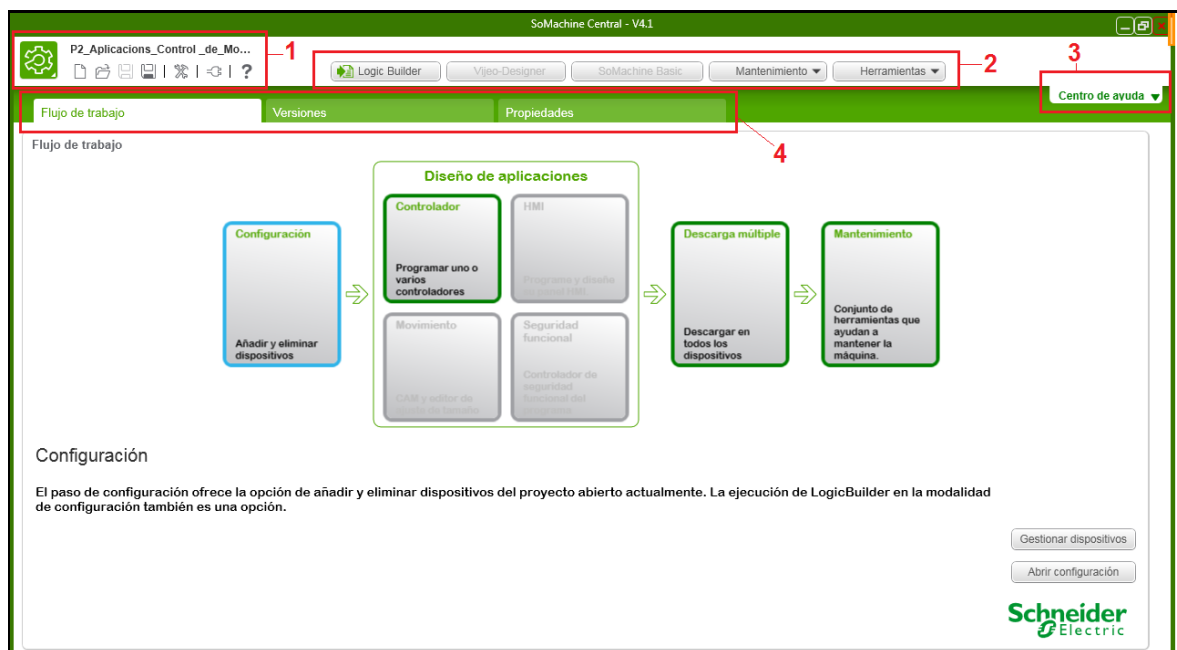


Figura 46. Pantalla flux de treball

Barra d'eines (1): És la part del menú general de la finestra de SoMachine Central. Les icones de la barra d'eines mostren la informació sobre l'acció que pot realitzar aquesta eina. A la figura 47, podem veure la barra d'eines i a la següent taula 22 la seva descripció.



Figura 47. Barra d'eines

Núm. identificador	Descripció
1.1	Obrir Menú principal
1.2	Crear un nou projecte
1.3	Obrir un projecte existent
1.4	Guardar el projecte actual
1.5	Guardar el projecte actual amb un nom nou
1.6	Obrir el quadre de diàleg de opcions del sistema
1.7	Connectar amb el controlador
1.8	Obrir el centre d'ajuda

Taula 22. Icones Barra d'eines

Barra d'accés a les eines de SoMachine (2): Aquesta barra compte amb cinc pestanyes amb diferents eines per les aplicacions del projecte. A través de la barra, es podrà canviar d'aplicació sense necessitat de tancar l'aplicació on s'estigui treballant. A la figura 48, podem veure la barra d'accés a les eines de SoMachine i a la taula 23 les seves descripcions.



Figura 48. Barra d'accés a les aplicacions

Núm. ident.	Eines	Descripció
2.1	Logic Builder	Obre SoMachine Logic Builder en modalitat configuració
2.2	Vijeo-Designer	Obre el Vijeo-Designer
2.3	SoMachine Basic	Obre el SoMachine Basic
2.4	Manteniment	Mostra una selecció on es pot aplicar les eines de manteniment
2.5	Eines	Mostra una selecció on es pot aplicar les eines

Taula 23. Pestanyes barra d'accés a les aplicacions

Centre d'ajuda (3): Aquesta pestanya obre el centre d'ajuda on podem agafar informació detallada sobre la programació, configuració i aplicacions del SoMachine.

Gestió de projecte (4): En aquesta secció tenim tres pestanyes i cada una d'elles obre una pantalla. A la figura 49, podem veure la secció de gestió del projecte i a la taula 24 les seves descripcions.



Figura 49. Secció de gestió de projecte

Núm. identificador	Descripció
4.1	Pantalla de Flux de treball
4.2	Pantalla de Versions
4.3	Pantalla de Propietats

Taula 24. Pestanyes de gestió de projecte

### 12.3.3 Pantalla Flux de treball

Després d'obrir un projecte existent o crear un nou projecte, es mostra la pantalla “Flujo de trabajo” (Flux de treball). Aquesta pantalla mostra una representació gràfica de la gestió del flux de treball del projecte. Per interactuar, es clicarà a cada una de les àrees del flux de treball. A la figura 50, es pot veure la pantalla de flux de treball. Si seguim l'estructura del flux de treball, trobem diferents àrees que a continuació es descriuran.

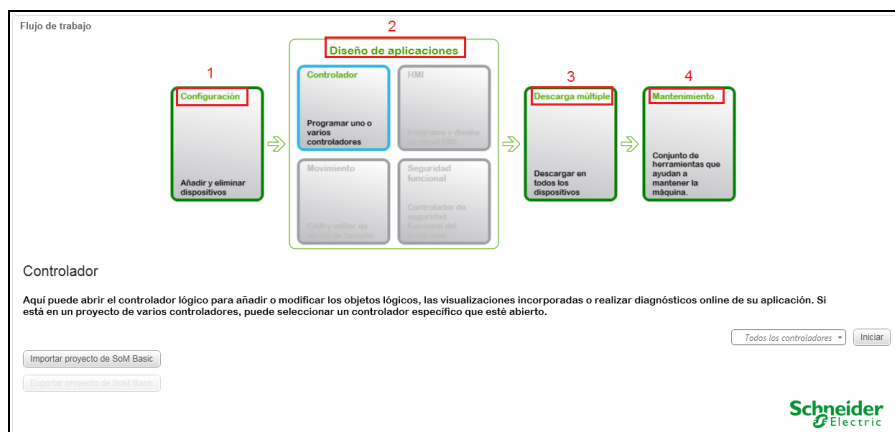


Figura 50. Pantalla Flux de treball

Configuració (1): Es aquesta àrea es pot afegir, eliminar i configurar els dispositius i la comunicació del projecte que està obert. Fent clic a la pestanya "Gestionar dispositivos" s'obre un quadre de diàleg que permet afegir i eliminar dispositius. Si fem clic a la pestanya "Abrir configuración" iniciarem la pantalla de "Logic Builder" per programar i configurar el projecte obert.

Disseny d'aplicacions (2): Aquesta àrea està formada per quatre blocs, els quals serviran per fer la programació i configuració dels diferents grups de dispositius.

Controlador: En aquesta blocs es pot obrir el controlador lògic per afegir o modificar els objectes lògics, les visualitzacions incorporades o realitzar diagnòstics online de la aplicació. Si cliquem a la pestanya "Iniciar" iniciarem la pantalla de "Logic Builder" per programar i configurar el projecte obert.

HMI: En aquest grup es pot programar i dissenyar l'aplicació HMI. Si es clica a la pestanya "Abrir configuración" activarà la pestanya Vijeo-Designer i es podrà treballar en els dispositius HMI.

Moviment: No està disponible per aquesta versió de SoMachine.

Seguretat funcional: No està disponible per aquesta versió de SoMachine

Descarga múltiple (3): En aquesta àrea es pot fer la descàrrega simultània del projecte en tots els dispositius seleccionats.

Mantenimiento (4): En aquesta àrea hi ha diferents eines per mantenir els equips del projecte.

#### 12.3.4 Pantalla Versions

A la següent figura 51, tenim la pantalla de "Versiones" (Versions). Al costat dret de la pantalla es troben les versions disponibles del projecte i al costat dret de la pantalla, es troba l'àrea d'informació on es pot observar les propietats de la versió del projecte seleccionat.



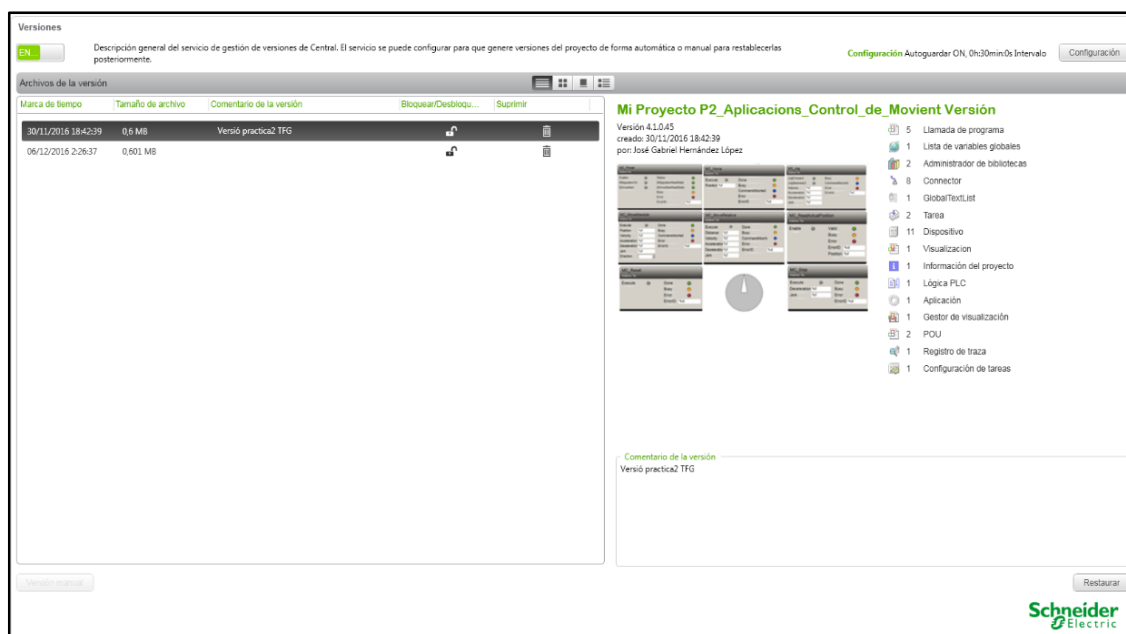


Figura 51. Pantalla Versions

A la pantalla “Versiones” es pot gestionar diferents funcions de control tals com:

Bloquejar o desbloquejar una versió

Eliminar una versió

Restaurar una versió

Guardar una nova versió manualment

Configurar la creació de versions de projecte

### 12.3.5 Pantalla Propietats

A la següent figura 52 podem veure la pantalla “Propiedades”, on podem veure informació de lectura del projecte tal com; nom de l'arxiu, ruta de l'arxiu, data/hora de la última modificació i estadístiques.

També, permet editar y guardar informació adicional del projecte com; título, autor, empresa, versió, comentari, imatge, informació personalitzada i documents adjunts.

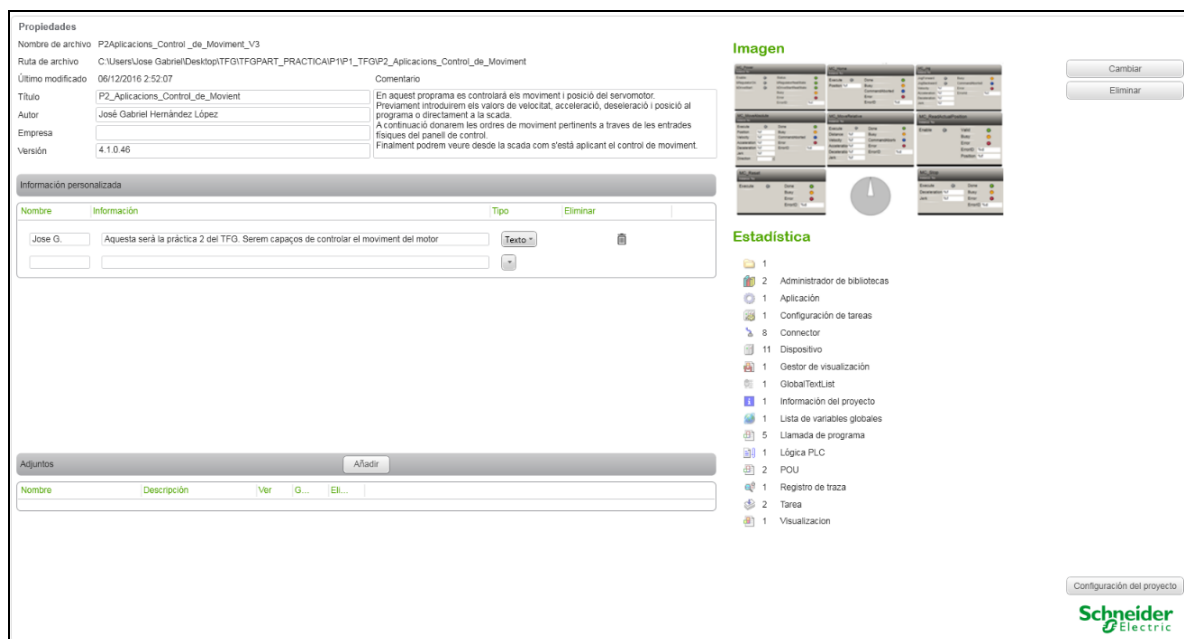


Figura 52. Pantalla Propietats

### 12.3.6 Pantalla de programació Logic Builder

Logic Builder proporciona l'entorn de configuració i programació per als projectes de SoMachine creats amb SoMachine Central.

Mostra els diferents elements d'un projecte en vistes separades que es poden organitzar en la interfície d'usuari de SoMachine i en l'escriptori, en funció de les necessitats individuals. Aquesta estructura de vistes permet afegir elements de hardware i software al projecte d'una manera ràpida i còmode mitjançant el mètode d'arrossegar i deixar anar.

Els principals quadres de diàleg de configuració que permeten crear contingut per al projecte, es proporcionen en el centre de la pantalla de Logic Builder. A més de la fàcil configuració i programació, Logic Builder també proporciona potents funcions de diagnòstic i manteniment.

Per obrir la finestra de programació Logic Builder ho podem fer directament des de la finestra general de SoMachine Central, seleccionant la pestanya de “Flux de treball” i des de aquesta finestra seleccionant directament a la pestanya Logic Builder o també seleccionant el bloc “Controlador” dintre de l'àrea “Disseny d'aplicacions”. A la següent figura 53, es pot veure la pantalla de programació Logic Builder amb diferents àrees marcades a la interfície de programació.

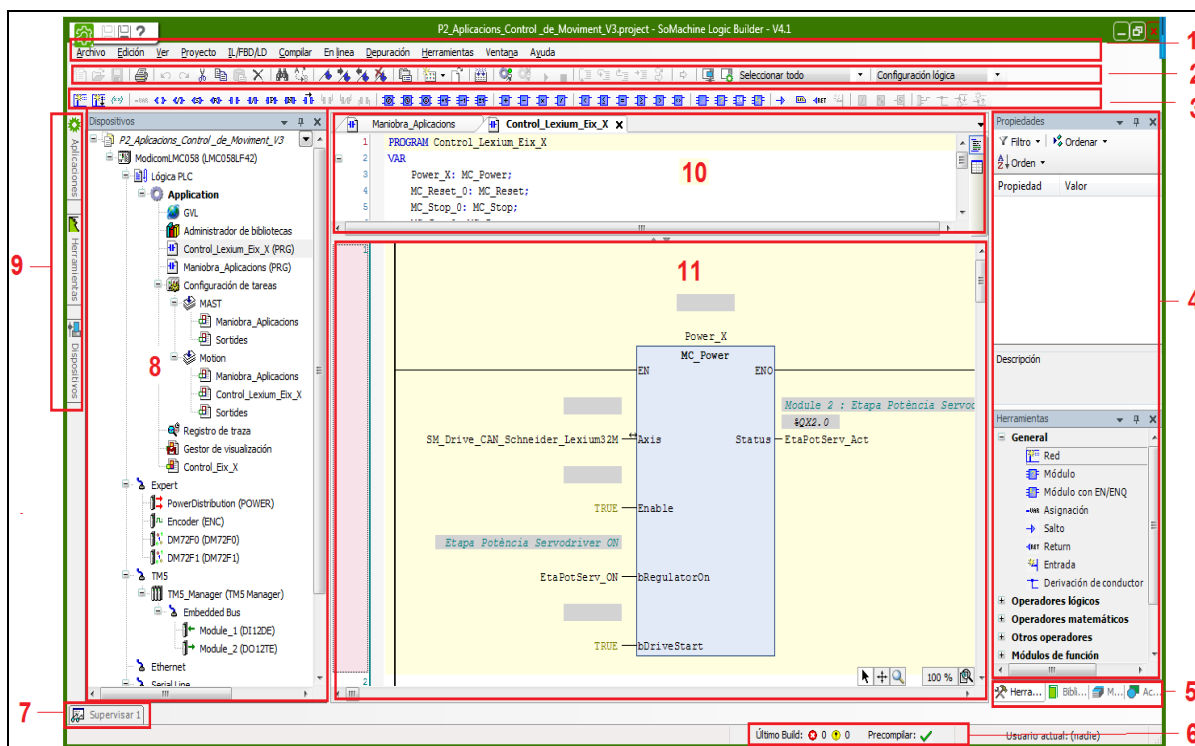


Figura 53. Pantalla de programació Logic Builder

A la taula 25, podem veure el nom de les diferents àrees de la pantalla de programació Logic Builder, i a continuació la descripció de cada una d'aquestes.

Núm. Identificador	Descripció àrea interfície
1	Barra de menú principal
2	Barra d'eines
3	Barra d'eines de programació ràpid
4	Àrea de catàleg de varies pestanyes
5	Pestanyes de catàlegs
6	Pestanya de missatge de compilació
7	Pestanya de supervisió
8	Àrea de navegador de varies pestanyes
9	Pestanyes de navegadors
10	Àrea de declaració de variables
11	Àrea de programació

Taula 25. Parts de la pantalla de programació Logic Builder

Barra de menú principal (1): Proporciona menús en els quals s'inclouen diferents comandos estàndards disponibles per el projecte.

Barra d'eines (2): Proporciona icones d'eines disponibles per executar segons l'activitat del projecte.

Barra d'eines de programació ràpid (3): Aquesta barra proporciona l'accés ràpid als elements principals de programació, les icones de la barra de programació, variaran en funció del llenguatge de programació triat per a aquest POU.

Àrea de catàleg de varies pestanyes (4): L'àrea de catàleg consta de diferents pestanyes on s'identifiquen els objectes de hardware i software disponibles.

Pestanyes de catàlegs (5): En aquesta àrea es mostrarà les pestanyes de catàleg de hardware o software segons s'apliqui a la barra d'eines.

Dintre del catàleg de hardware tenim diferents pestanyes on es podrà escollir diferents dispositius de hardware per afegir al projecte tan sols arrossegant i deixant.

Controlador: Conté els controladors lògic, HMI, Drive i Motion que poden inserir-se.

HMI & iPC: Conté els dispositius HMI e iPC que poden inserir-se.

Varios: Conté dispositius de tercers que poden inserir-se.

Devices & Módulos: Conté els mòduls E/S i els dispositius de comunicació, control de motors, seguretat i gestió d'energia que es poden inserir-se.

Dintre del catàleg de software tenim diferents pestanyes on es podrà escollir diferents dispositius de software per afegir al projecte tan sols arrossegant i deixant.

Variables: Conté diferents blocs de variables. Els blocs estan classificats en tipus de variables (Variables locals, Variables de POU, Variables globals) i dins de cada tipus de variable tenim les variables que es fan servir al projecte.

Actives: Conté les unitats de programació (POU) creades al projecte.

Macros: Conté plantilles de funcions creades que ajuden a realitzar operacions.

Eines: Conté diferents blocs d'eines que es poden fer servir a la programació del projecte, els blocs estan classificada en grups ( General, Operadors lògics, Operadors matemàtics, Altres operadors, Mòduls de funció, Elements de diagrama de contactes, mòduls) i dins de cada grup hi han diferents funcions.

Biblioteques: Conté diferents tipus d'elements de software.

Pestanya de missatge de compilació (6): Aquesta pestanya ens proporciona missatges sobre actualitzacions, errors al compilar o advertències de la programació donant-nos una petita descripció del possible problema.

Pestanya de supervisió (7): Aquesta pestanya obre un editor per crear una taula de variables del projecte. En aquesta taula es poden supervisar, escriure o forçar els valors de les variables en mode online.

Àrea de navegador de varies pestanyes (8): En aquesta àrea es mostra els diferents elements que componen el programa, estan organitzats en forma d'estructura d'arbre per a una millor comprensió. El navegador està format per tres pestanyes que són "pestanya de dispositius", "pestanya d'aplicacions" i "pestanya de eines".

Pestanyes de navegadors (9): Ara veurem els tres tipus de navegadors disponibles. Segons les necessitant del projecte seleccionarem i fixarem un dels tres.

Pestanya de navegació de "Dispositivos" → Permet gestionar els dispositius en el quals s'ha d'executar l'aplicació. Cada objecta de l'estructura representa un objecte de hardware específic (controlador, mòdul E/S, node de bus de camp, actuadors, etc.). Per afegir un dispositiu a l'estructura, simplement s'ha d seleccionar un dispositiu del catàleg de hardware i arrossegat-lo al l'estructura de dispositius. A la següent figura 54, es pot veure la finestra del navegador amb la pestanya de "Dispositius".

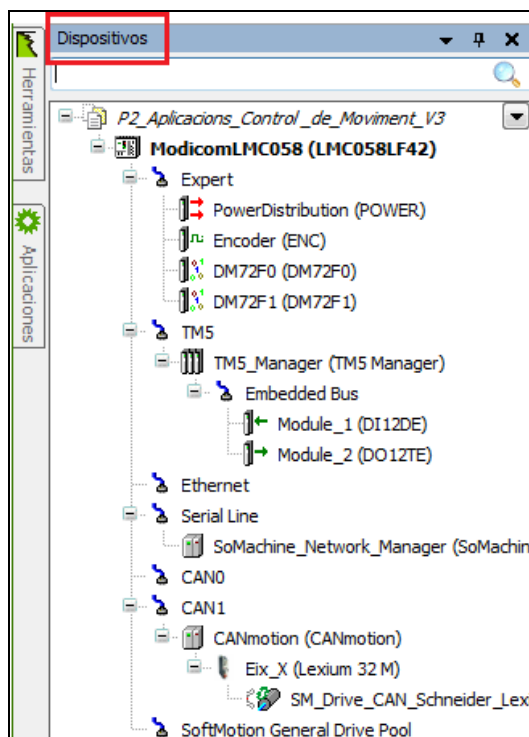


Figura 54. Finestra de dispositius

Pestanya de navegació de "Aplicaciones" → Permet gestionar objectes com seqüències de programació, llista de variables globals, configuració de tasques de les aplicacions o altres objectes d'aplicacions del projecte en una sola vista. A la figura 55, es pot veure la pestanya "Aplicaciones".

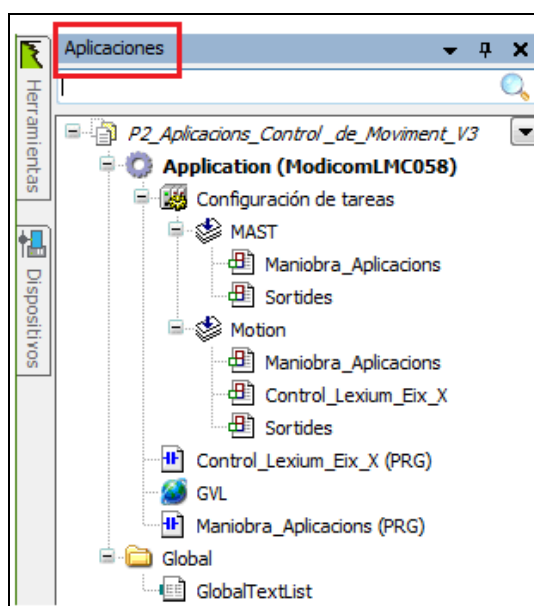


Figura 55. Navegador de Aplicacions

Pestanya de navegació de "Herramientas" → Permet gestionar objectes com administradors de biblioteques, gestors de visualització, registre de trazas a si com altres elements del projecte. A la figura 56, es pot veure la pestanya "Herramientas".

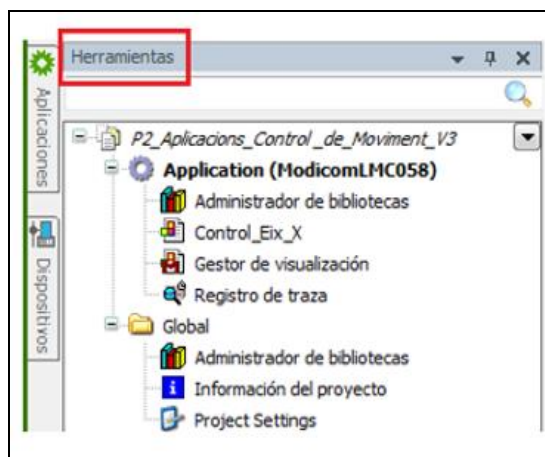


Figura 56. Navegador de Eines

Àrea de declaració de variables (10): Quant s'obre una unitat de programa (POU) a la part superior tindrem l'àrea de declaració de variable, on es podran editar les variables de la POU.

Àrea de programació (11): És l'àrea on es realitzarà la lògica de programació del POU seleccionat, el format de visualització dependrà del llenguatge de programació seleccionat.

## 12.4 Unitats de treball

Dins d'un sistema de posicionament, els equips treballen amb unitats internes, amb les quals nosaltres no treballem i per tal de poder treballar amb un tipus d'unitats de posició, velocitat i acceleració conegudes, haurem de realitzar un escalat per traduir aquestes unitats internes dels equips en unitats d'usuari i viceversa. A la següent figura 57, podem veure un esquema sobre el tractament de les unitats.

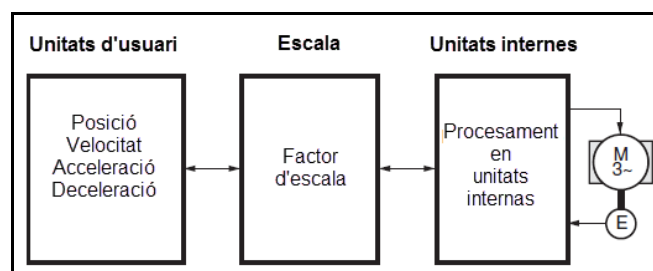


Figura 57. Conversió d'unitats

Les unitats d'usuari (usr) són valors de posicions, velocitats, acceleracions i desceleració. A conseqüència de l'escalat s'expressaran amb la nova unitat respecte al segon:

Per posicions: usr

Per velocitats: usr/s

Per acceleracions i desceleracions: usr/s

Per exemple si les unitats són en mil·límetres serà:

Per posicions: mm

Per velocitats: mm/s

Per acceleracions i desceleracions: mm/s<sup>2</sup>

Per realitzar l'escalat de la nostra maqueta, és necessari tenir en compte la part mecànica a la qual està connectat el servomotor, per lo que tenim que determinar si la mecànica te incorporat algun reductor, i si la volem escalar com un eix rotatori on es treballaria en unitats de graus o si la volem escalar com un eix lineal on es treballaria en unitats de mil·límetres.

A la figura 58, podem veure una representació del mòdul lineal de la maqueta. Aquest mòdul no te cap relació de transmissió entre el servomotor i les politges, ja que l'eix del servomotor està acoblat directament a la politja motriu del mòdul lineal de la maqueta i la politja d'arrossegament te el mateix radi que la politja motriu.

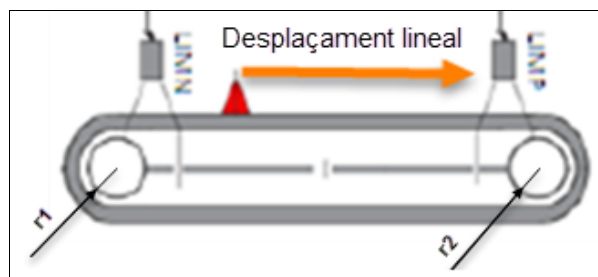


Figura 58. Mòdul de desplaçament lineal

Una dada important que podem extreure del mòdul lineal, és la longitud lineal que recorrerà la cinta transportadora quant la politja realitzi una revolució. Si sabem que el radi de la nostra politja fa 23,9 mm, podrem calcular la longitud amb la fórmula de la longitud d'una roda. Per tant, si  $r$  és el radi de la nostra politja, quant aquesta realitzi una volta, la cinta transportadora



haurà recorregut una longitud lineal de 150 mm. A la següent equació es defineix l'expressió per calcular la longitud d'una roda.

$$L = 2 \cdot \pi \cdot r \quad (\text{Eq.1})$$

Una altre dada important que necessitem saber per realitzar l'escalat, és la resolució del encoder que tenim incorporat al servomotor. La resolució, fa referència al numero de polsos generats per l'encoder del servomotor en una revolució. Si mirem les característiques del encoder podem veure que la seva resolució és de 17 bit. Si definim n com a número de bits podem calcular els increments (polsos/revolució) que generaran en una revolució del servomotor. Per tant, amb 17 bits, l'encoder generarà 131072 polsos en una revolució o mirant-ho d'un altre manera podem dir que en una revolució del servomotor, podem registrar 131072 posicions diferents. Podem expressar els increments com la següent expressió.

$$\text{Increments} = 2^n \quad (\text{Eq.2})$$

Amb el valor de longitud calculat en una revolució i el valor de polsos generat per l'encoder en una revolució, ja es podrà configurar l'escalat de l'eix mitjançant la pantalla de configuració de l'eix dins del programa SoMachine Central.

## 12.5 Comunicació amb el controlador

La comunicació des del PC al controlador es realitza mitjançant la porta d'enllaç SoMachine. Una porta d'enllaç és la configuració de comunicacions per transferir, executar i monitoritzar les aplicacions al controlador.

Per crear la porta d'enllaç, connectarem el controlador al PC amb el software SoMachine instal·lat mitjanant el cable USB. Farem doble clic al controlador de la finestra de dispositius i s'obrirà la fitxa del controlador a la dreta, on seleccionarem la pestanya de "Selección del controlador". A continuació farem doble clic al controlador del cable USB que es mostrarà a la llista de controladors, d'aquesta manera inclourem el nom del node del controlador seleccionat a la part inferior de la pantalla per establir la connexió. A la següent figura 59, es pot veure les parts del seguiment per escollir el controlador que volem.

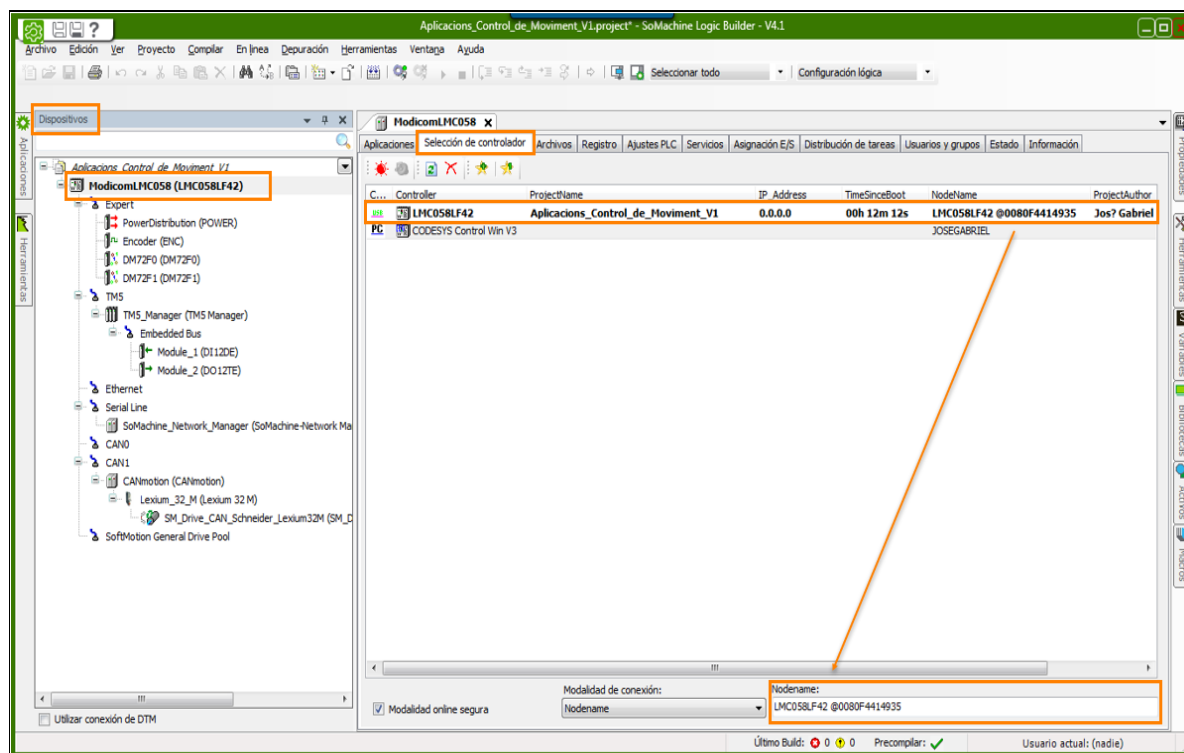


Figura 59. Selecció de controlador

Finalment, clicarem a sobre de la icona d'inici de sessió del menú en línia i si la configuració de porta d'enllaç és correcte, apareixerà la següent advertència, on farem "Alt + F" per confirmar el missatge. A la figura 60 podem veure el missatge d'advertència abans de iniciar la sessió.

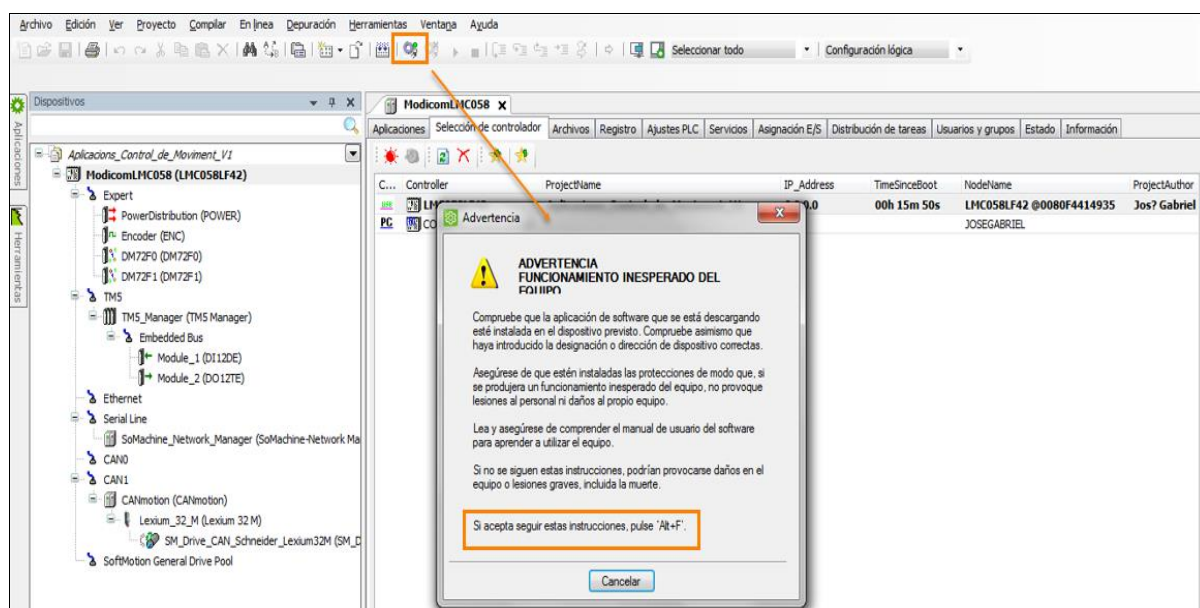


Figura 60. Confirmació per l'inici de sessió

SoMachine descarregarà l'aplicació i connectarà per iniciar la sessió al nostre controlador. Un cop connectat, podem veure unes icones de color verd a l'arbre de dispositius, indicant la comunicació correcta. A la figura 61 es poden veure les icones de comunicació en verd.

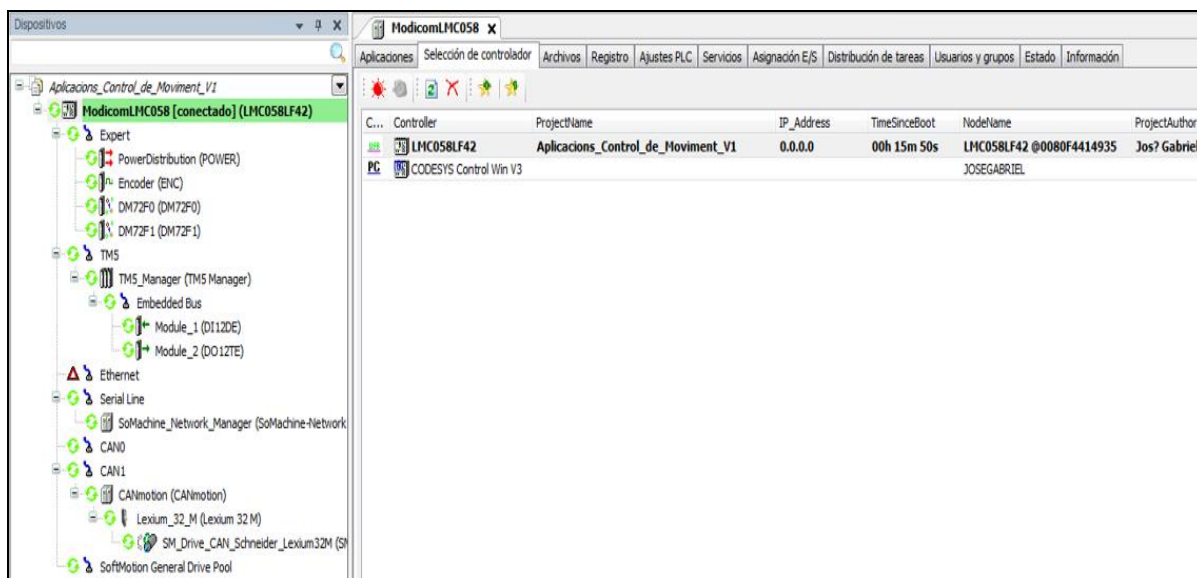


Figura 61. Sessió en línia

## **13 PRÀCTICA 1. POSTA EN MARXA DE LA MAQUETA**

### **13.1 Introducció**

Com ja hem vist, la maqueta "Servomotor Lexium 32" disposa de diferents dispositius com el servomotor, el mòdul lineal, el panell de comandament d'entrades i sortides, la font d'alimentació però el dispositiu principal és el servodriver Lexium32M, que serà l'encarregat de processar totes les senyals d'entrades i sortides per realitzar el control de moviment i velocitat de les diferents aplicacions d'aquesta pràctica.

En aquesta pràctica es farà la posta en marxa de la maqueta a través del panell de control integrat (HMI) del servodriver Lexium 32 i del panell de comandament local de la pròpia maqueta.

A través de la posta en marxa de la maqueta, es pretén aprendre a configurar i conèixer el funcionament del servodriver Lexium32 des de el HMI integrat, ja que és molt interessant i necessari realitzar operacions, in situ, quant no disposem de un PC amb el software de posta en marxa.

### **13.2 Objectius**

Familiaritzar-se amb la maqueta Servomotor Lexium32.

Aprendre a configurar el servodriver Lexium 32M i visualitzar diferents paràmetres des de el panell de control integrat (HMI).

Realitzar la posta en marxa de la maqueta modificant paràmetres, afegint funcions i aplicant diferents modes de funcionament.

### **13.3 Coneixements previs**

Coneixements general de la maqueta Servomotor Lexium32, coneixements del servodriver Lexium32M i coneixements del servomotor BSH.

### 13.4 Material necessari

Maqueta Servomotor Lexium32

### 13.5 Realització pràctica

S'ha cregut convenient dividir aquesta pràctica en 10 sessions, les quals formen part de les principals configuracions i modes de funcionament que posteriorment farem servir i ens seran de gran utilitat.

Sessió 1: Configurar valors inicials de fàbrica

Sessió 2: Configuració del mòdul de bus CANopen

Sessió 3: Configuració i supervisió de les entrades i sortides digitals

Sessió 4: Inversió de sentit de gir

Sessió 5: Limitar la velocitat màxima

Sessió 6: Limitar la corrent màxima

Sessió 7: Moviment Manual (Jog)

Sessió 8: Mode de funcionament homing

Sessió 9: Executar un autotuning

Sessió 10: Mode Jog (entrades/sortides digitals)

Totes les configuracions, es faran a través del panell de control integrat (HMI) del servodriver i les entrades i sortides digitals que farem servir seran les de la pròpia maqueta. Per realitzar el seguiment de la configuració i modes de funcionament ens podem guiar amb l'estructura i descripció del menú HMI LXM32M que tenim al Annex 1.

### 13.5.1 Sessió1: Configurar valors inicials de fàbrica

#### Introducció:

Quant el servodriver Lexium32M surt de fàbrica, porta uns valors de configuració assignats per defecte i posteriorment l'usuari pot variar aquesta configuració, quedant els canvis gravats a la memòria EEPROM de l'equip. Hi ha situacions, on és recomanable partir dels valors de configuració inicials de fàbrica per realitzar nous canvis.

A la taula 26, es poden veure els paràmetres assignats de fàbrica per el servodriver de la maqueta.

Valor paràmetre	Descripció
Fieldbus Control Mode	Determinació del mode de control
Motion Sequence	Modo de funcionament
A/B Signals	Selecció del tipo de senyal per la interfície PTI
Off	Mode d'utilització de la senyal PTO
4096 Enclnc	Revolucions amb 131072 increments per revolució
13200 [1 usr_V]	Limitació de la velocitat
9.00 Arms	Limitació de la corrent
9.00 Arms	Valor del corrent per Quick Stop
9.00 Arms	Valor de corrent per parada
Modulo Off	Activació de Mòdul
Inversion Off	Inversió de la direcció del moviment
Simulation Off	Simulació de la posició absoluta al desconnectar/connectar
Encoder 1	Font per l'ajust de la posició absoluta d'encoder
No	Inductància de red
Off	Desplaçar l'àrea de treball d'encoder
0 [1 usr_p]	Posició mínima del rang Mòdul
3600 [1usr_p]	Posició màxima del rang Mòdul
Shortest Distances	Direcció del moviment absolut amb Mòdul
Multiple Range Off	Rangs múltiples per moviments absoluts amb Mòdul
Deceleration ramp (Quick Stop)	Codi d'opció Quick Stop
Decereration Ramp	Codi d'opció Parada

Taula 26. Configuració de fàbrica del Lexium32M

#### Objectiu:

Configurar el servodriver Lexium32M a valors originals de fàbrica a través del panell de control integrat (HMI).

## Procediment:

L'estat "rdy" (preparat) ens indica que es troba a punt de partida inicial sense cap error i que està preparat per connectar. Des de l'estat de "rdy" clicarem la roda de navegació i la fem girar fins trobar el mode "ConF" (configuració).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar menú "fcs-" (configuració de fàbrica ).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el paràmetre "rstf" (restaurar valors de fàbrica).

Cliquem la roda per confirmar el paràmetre "rstf"

Cliquem la roda per entrar al seu menú i la fem girar fins trobar el valor "yes" (si).

Cliquem la roda per guardar el nou valor de paràmetre editat. En aquest moment el servodriver ja disposa dels paràmetres inicials de fàbrica.

Per defecte surt el missatge "fsu-" (configuracions inicials), el qual ens indica que per començar a treballar amb el dispositiu es requereixen unes configuracions inicials, però això es veurà a la propera sessió pràctica. Per tant, ara clicarem al botó de "ESC" per sortir d'aquest paràmetre i tornar al punt de partida inicial.

Veurem que ara al punt de partida inicial ens surt l'estat "nrdy", aquest estat ens indica que no està apunt per connectar. En aquest cas, no es apunt perquè s'han canviat valors de paràmetres al tornar al estat de fàbrica i per tant, s'ha de reinicià l'equip.

A la figura 62, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.

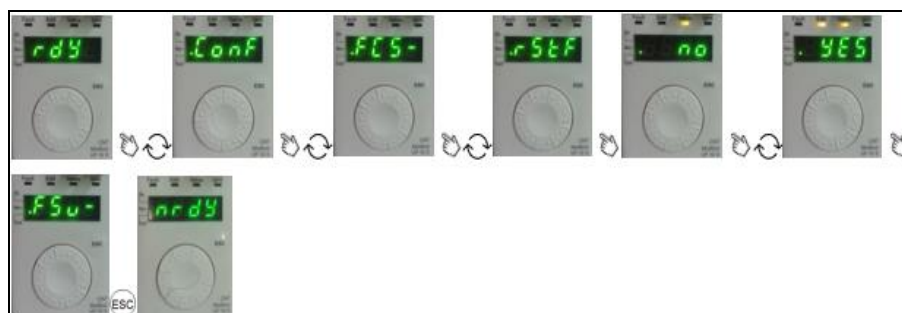


Figura 62. Configuració inicial

### 13.5.2 Sessió 2: Configuració mòdul de bus de camp CANopen

#### Introducció:

Tal i com s'ha vist a la sessió 1, el servodriver necessita algunes configuracions inicials després de carregar els valors de fàbrica. En el nostre cas, aquesta necessitat és deguda a que el servodriver ha detectat un mòdul de comunicació, que prèviament hem incorporat, instal·lat a una de les seves ranures (slot 3) i per tant, demana la seva configuració abans de continuar.

En aquest projecte es preveu que el control dels servodrivers Lexium32M per les següents pràctiques sigui a través del bus de camp CANopen, i per aquest motiu s'ha instal·lat a la ranura 3 del servodriver el mòdul de bus de camp CANopen (VW3A3608). Aquest mòdul de bus de camp el farem servir per comunicar els dos servodrivers de les maquetes amb el controlador LMC058. A la següent figura 63, podem veure el mòdul de bus de camp instal·lat als dos servodrivers.



Figura 63. Mòdul de bus CANopen

Per configurar el bus CANopen es necessari identificar el dispositiu amb una direcció CANopen (Can Address), aquesta direcció serà el número de node que representarà al servodriver dintre de l'arquitectura de l'aplicació. També cal especificar una velocitat de transmissió (Baudrate) del bus CANopen.

#### Objectiu:

Configurar a través del HMI, el control del servodriver Lexium32M per un bus de comunicació CANopen, assignant la direcció CANopen amb un número de node, i una velocitat de transmissió del bus de comunicació CANopen aplicable per una longitud màxima de 100 metres de cable.



## Especificacions:

Direcció CANopen "CoAd": 1 (número de node)

Velocitat de transmissió CANopen "Cobd": 500 Kbit/s

## Procediment:

Després de configurar el servodriver a valors inicials de fàbrica, veurem el missatge "FSu" al display del HMI. Això ens informa de que és necessari fer una configuració inicial abans de començar. En aquest cas, s'han de configurar els paràmetres del bus de comunicació CANopen.

### Configuració de la direcció CANopen del servodriver:

Des de l'estat de configuració inicial "FSu-", cliquem al botó "ESC" per tornar a l'estat d'inici "rdy" (preparat) i començar a navegar pel menú.

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda i la fem girar fins entrar al mode "ConF".

Cliquem la roda i la fem girar fins entrar al menú "CoM-" (comunicació).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el paràmetre "CoAd" (direcció CANopen) per assignar un número de node.

Cliquem la roda per visualitzar el valor actual del paràmetre (en aquest cas és 0).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el valor de node desitjat "1" (nou valor de node).

Cliquem la roda per confirmar el nou valor de node i a continuació premem al botó de "ESC" per tornar al menú "CoM-".

A la següent figura 64, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.

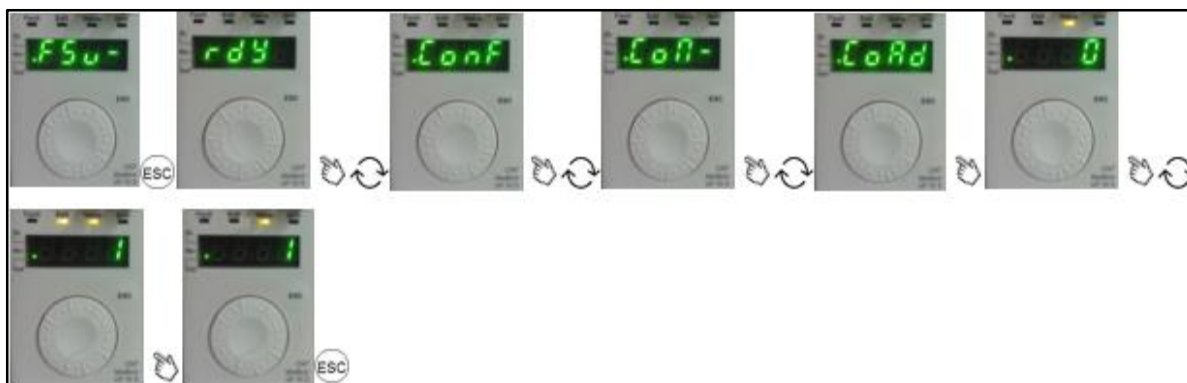


Figura 64. Direcció CANopen

Configuració de la velocitat de transmissió CANopen:

Des de l'estat "CoM-" fem girar la roda fins trobar al paràmetre "Cobd" (velocitat de transmissió CANopen).

Cliquem la roda per visualitzar el valor actual del paràmetre de velocitat de transmissió CANopen (en aquest cas 250) i fem girar la roda fins trobar el nou valor desitjat "500".

Cliquem la roda per confirmar el nou valor de velocitat de transmissió CANopen.

Cliquem la tecla "ESC" per retrocedir fins l'estat inicial.

A la següent figura 65, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.



Figura 65. Velocitat de transmissió CANopen

### 13.5.3 Sessió 3: Configuració i supervisió de les entrades i sortides digitals

#### Introducció:

El servodriver Lexium 32M, porta incorporat un connector d'entrades i sortides digitals (CN6). Els dispositius d'entrades i sortides de la maqueta tals com sensors inductius, pulsadors, interruptors o pilots indicadors estan connectats aquest connector i en funció de l'ús que se li vulgui donar se li poden aplicar diferents funcions.

Les funcions de senyals d'entrades i sortides digitals del servodriver Lexium 32M venen amb una configuració assignada per defecte depenent del mode de control i del mode de funcionament ajustat.

A través del panell de control integrat al servodriver (HMI), les funcions de senyals d'entrades i sortides digitals es poden ajustar amb les funcions que millor s'adaptin a les nostres necessitats de treball.

L'estat de les entrades i sortides del servodriver les podrem supervisar a través de display del HMI integrat. A la següent figura 66, tenim una mostra de l'estat de les entrades digitals codificades en bits del 0 al 7.

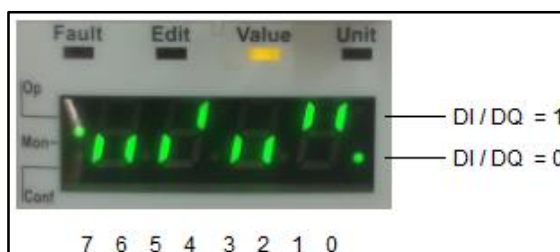


Figura 66. Estat de les entrades i sortides digitals

#### Objectiu:

Configurar a través del HMI totes les senyals d'entrades i sortides digitals de la maqueta. Una vegada feta la configuració, s'ha de supervisar l'estat actual de totes les entrades i sortides de la maqueta a través del HMI integrat al servodriver.

**Especificacions:**

La configuració de funcions per les senyals d'entrada i sortides digitals per aquesta sessió pràctica sobre els dispositius d'entrades i sortides de la maqueta s'assignaran com es mostra a la taula 27.

Dispositius E/S	Senyal E/S	Funció	Descripció funció
Sensor inductiu LIMP	DI0	Positive Limit Switch (LIMP)	Final de cursa límit positiu
Sensor inductiu LIMN	DI1	Negative Limit Switch (LIMN)	Final de cursa límit negatiu
Polsador I2	DI2	Fault Reset (FRES)	Reinicia errors
Interruptor I3	DI3	Enable (ENAB)	Habilita l'etapa de potència
Interruptor I4	DI4	Freely Available (NONE)	Disponible
Interruptor I5	DI5	Freely Available (NONE)	Disponible
Indicador Q0	DQ0	No Faut (NFLT)	Servei d'operació habilitat
Indicador Q1	DQ1	Active (ACTI)	Estat funcionament activat
Indicador Q2	DQ2	Halt Acknowledge (HALT)	Confirmació de parada

Taula 27. Funcions per les senyals d'entrades i sortides digitals

**Procediment:****Configuració de les senyals d'entrades digitals:**

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda i la fem girar fins trobar al mode "ConF".

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el menú d'entrades i sortides "i-o-" (entrades/sortides).

Cliquem la roda per visualitzar les entrades digitals i fem girar la roda fins trobar el paràmetre "di0" (entrada digital 0).

Cliquem la roda per entrar dintre del menú de funcions i la fem girar fins trobar la funció "LiMP" (final de cursa límit positiu).

Cliquem la roda per confirmar la funció "LiMP".

Premem botó "ESC" per tornar al menú d'entrades i fem girar la roda fins trobar el paràmetre "di1" (entrada digital 1).

Cliquem la roda per entrar dintre del menú de funcions i la fem girar fins trobar la funció "LiMn" (final de cursa límit negatiu).

Cliquem la roda per confirmar la funció "LiMn".

Premem botó "ESC" per tornar al menú d'entrades i fem girar la roda fins trobar el paràmetre "di2" (entrada digital 2).

Cliquem la roda per entrar dintre del menú de funcions i la fem girar fins trobar la funció "FrES" (reinicia errors).

Cliquem la roda per confirmar la funció "FrES".

Premem botó "ESC" per tornar al menú d'entrades i fem girar la roda fins trobar el paràmetre "di3" (entrada digital 3).

Cliquem la roda per entrar dintre del menú de funcions i la fem girar fins trobar la funció "EnAb" (habilita l'etapa de potència).

Cliquem la roda per confirmar la funció "EnAb".

Polsem botó "ESC" per tornar al menú d'entrades i fem girar la roda fins trobar el paràmetre "di4" (entrada digital 4).

Cliquem la roda per entrar dintre del menú de funcions i la fem girar fins trobar la funció "nonE" (disponible).

Cliquem la roda per confirmar la funció "nonE".

Premem botó "ESC" per tornar al menú d'entrades i fem girar la roda fins trobar el paràmetre "di5" (entrada digital 5).

Cliquem la roda per entrar dintre del menú de funcions i fem girar la roda fins trobar la funció "nonE" (disponible).

Cliquem la roda per confirmar la funció "nonE".

Premem botó "ESC" per tornar al menú i fem girar la roda fins trobar el paràmetre de sortida "do0".

Cliquem la tecla "ESC" per retrocedir fins l'estat inicial.

A la següent figura 67, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.

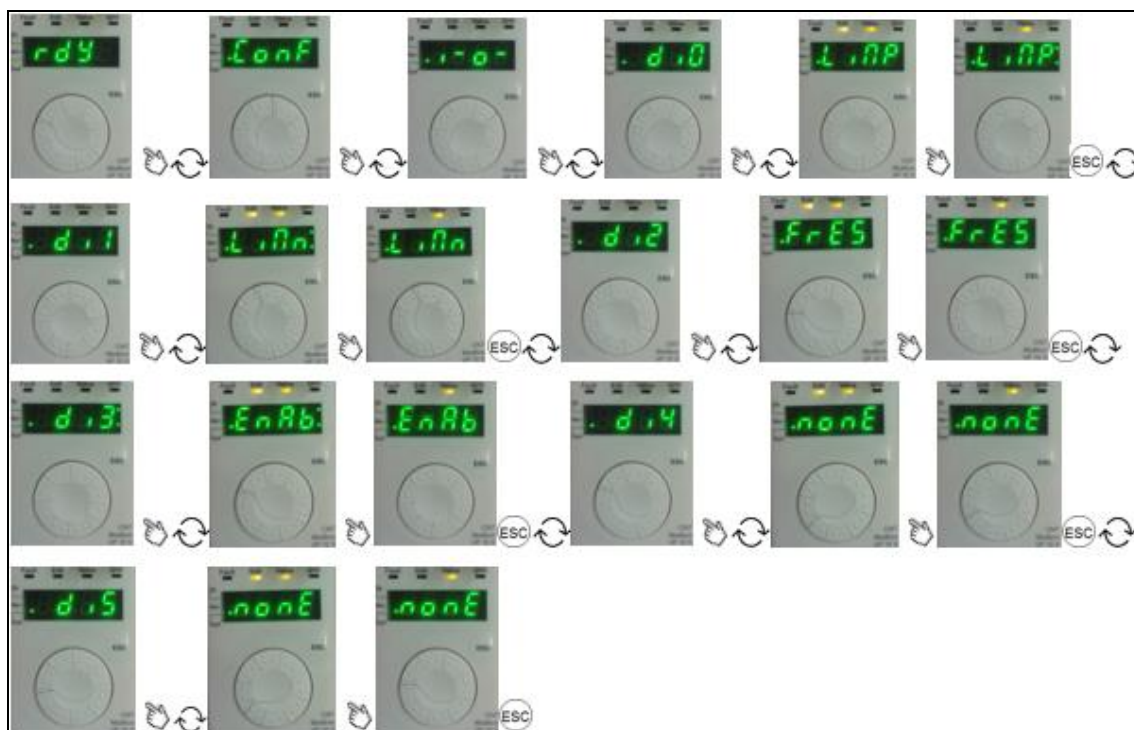


Figura 67. Funcions per les entrades digitals

Configuració de les senyals de sortides digitals:

Des del paràmetre de sortida "do0" cliquem la roda per entrar dintre del menú de funcions i girem la roda fins trobar la funció "nFLt" (Servei d'operació habilitat).

Cliquem la roda per confirmar la funció "nFLt".

Premem botó "ESC" per tornar al menú de sortides i girem la roda fins trobar el paràmetre "do1" (sortida digital 1).

Cliquem la roda per entrar dintre del menú de funcions i la fem girar fins trobar la funció "Acti" (estat de funcionament activat).

Cliquem la roda per confirmar la funció "Acti".

Premem el botó "ESC" per tornar al menú de sortides i girem la roda fins trobar el paràmetre "do2" (sortida digital 2).

Cliquem la roda per entrar dintre del menú de funcions i la fem girar fins trobar la funció "hALt" (confirmació de parada).

Cliquem la roda per confirmar la funció "hALt".

Premem botó "ESC" varies vegades per retrocedir fins l'estat inicial. Ara veurem que surt l'estat "nrdY". Això és degut a que s'han canviat valors de paràmetres, i per tant, és necessari reiniciar l'equip.

A la següent figura 68, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.

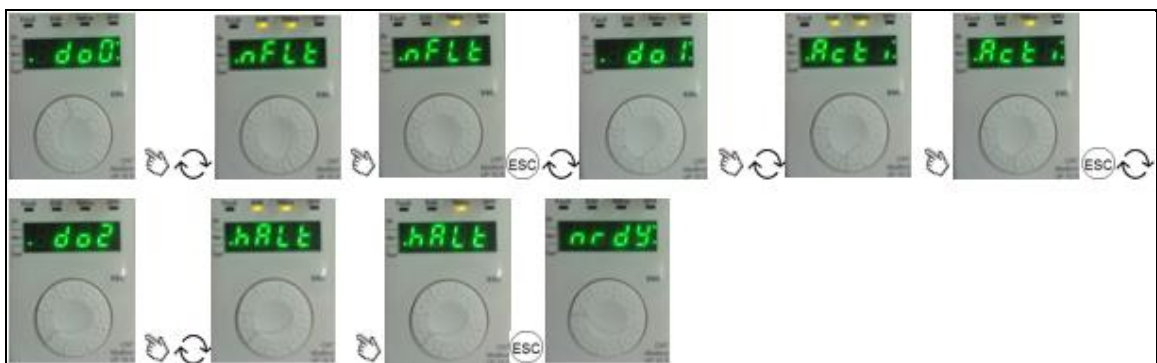


Figura 68. Funcions per les sortides digitals

Visualització de les senyals d'entrades i sortides digitals:

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda, i la fem girar fins trobar el mode "Mon" (supervisió).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el paràmetre "diMo" (estat de les entrades digitals).

Cliquem la roda per visualitzar l'estat actual de les entrades digitals.

Clicarem la tecla "ESC" per tornar a la llista de paràmetres de supervisió i farem girar la roda fins trobar el paràmetre "doMo" (estat de les sortides digitals).

Cliquem la roda per visualitzar l'estat actual de les sortides digitals.

Cliquem la tecla "ESC" per retrocedir fins l'estat inicial.

A la següent figura 69, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.



Figura 69. Visualització d'estat de les entrades i sortides digitals

#### 13.5.4 Sessió 4: Inversió de sentit de gir

Introducció:

En servomotor pot fer moviments en sentit horari o antihorari. Si la direcció en que gira el servomotor no correspon a la desitjada, es pot invertir el seu sentit de gir. Per servomotors connectats a controladors mai s'intercanvien les fases per invertir el sentit de moviment, simplement s'activarà el paràmetre de canvi de sentit.

Objectiu:

Invertir el sentit de moviment del servomotor a través del paràmetre d'inversió de la direcció de moviment.



## Procediment:

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda i fem girar fins trobar al mode "Conf".

Cliquem la roda i la girar fins trobar el menú "ACG-" (configuració d'eix).

Cliquem la roda per entrar a la llista dels seus paràmetres i la fem girar fins trobar el paràmetre "inMo" (inversió de la direcció de moviment).

Cliquem la roda per visualitzar l'estat actual (oFF) d'aquest paràmetre.

Cliquem la roda per variar l'estat actual i la fem girar fins trobar l'estat "on".

Cliquem la roda per activar la funció d'inversió de la direcció de moviment.

Cliquem la tecla "ESC" per retrocedir fins l'estat inicial.

A la següent figura 70, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.



Figura 70. Inversió de la direcció de gir

## Sessió 5: Limitar la velocitat màxima

### Introducció:

Quant es connecta el motor a una part mecànica, es necessari ajustar els límits de velocitat de la màquina. D'aquesta forma evitem vibracions de l'equip.

### Objectiu:

Limitar la velocitat màxima del servomotor dins del sistema de moviment a un valor apropiat on el mòdul lineal de la maqueta no produeixi vibracions.

### Especificacions:

Velocitat màxima (nMAX): 900 usr/s (unitats d'usuari per segon)

### Procediment:

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda i la fem girar fins trobar al mode "Conf".

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el menú "drC-" (configuració del driver).

Cliquem la roda per entrar a la llista dels seus paràmetres i la fem girar fins trobar el paràmetre "nMAX" (velocitat màxima).

Cliquem la roda per visualitzar el valor actual (900usr/s).

Cliquem la roda per variar el valor actual i la fem girar fins trobar el nou valor desitjat (11000usr/s).

Cliquem la roda per confirmar el canvi del nou valor de velocitat.

Cliquem la tecla "ESC" per retrocedir fins l'estat inicial.

A la següent figura 71, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.



Figura 71. Velocitat màxima

### 13.5.5 Sessió 6: Limitar la corrent màxima

#### Introducció:

A través de la regulació o limitació de corrent del sistema, es determina el par d'accionament que s'entrega al motor. Es recomanable limitar el par d'accionament per evitar danys en els equips, ja que en situacions com podria ser una enganxada, retenció o mal funcionament és produeix un increment de la intensitat i si no s'ha limitat la intensitat el motor continuaria.

#### Objectiu:

Limitar la intensitat per sota de la intensitat màxima del servomotor per tal de protegir-lo de sobrecàrregues.

#### Especificacions:

Límit de corrent (i MAX): 8.00 Arms

#### Procediment:

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda i la fem girar fins trobar al mode "ConF".

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el menú "drC-" (Configuració d'eix).

Cliquem la roda per entrar a la llista dels seus paràmetres i la fem girar fins trobar el paràmetre "iMAX" (límit de la corrent).

Cliquem la roda per visualitzar el valor actual de la intensitat màxima (9.00 Arms).

Cliquem la roda per variar valor actual i la girem fins trobar el nou valor (8.00 Arms).

Cliquem la roda per fixar el nou valor de velocitat màxima.

Cliquem la tecla "ESC" per retrocedir fins l'estat inicial.

A la següent figura 72, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.



Figura 72. Límit de corrent

## Sessió 7: Moviment Manual (Jog)

### Introducció:

Pot resultar molt pràctic fer moviments manuals i controlar la velocitat del servomotor a través del propi panell de control integrat (HMI) del servodriver, ja que ens podem trobar en situacions on necessitem forçar la posició del servomotor o comprovar la velocitat i/o sentir de gir per diagnosticar un resultat.

Des del HMI, es pot forçar la marxa de moviment del servomotor, independentment de la seva programació quant estigui connectat a un controlador o PLC.

### Objectiu:

Realitzar una sèrie de moviments manuals (Jog), a través del HMI integrat al servodriver. A través d'aquest moviment s'ha de comprovar el moviment en sentit positiu i sentit negatiu de la cinta transportadora del mòdul lineal de la maqueta. Els moviments s'han de poder fer a velocitat lenta i velocitat ràpida en els dos sentits de la marxa.

### Especificacions:

Velocitat lenta (JGh): 120 usr/s (unitats d'usuari per segon)

Velocitat ràpida (JGhi): 500 usr/s

Moviment lent en direcció positiva: JG-

Moviment ràpid en direcció positiva: JG=

Moviment lent en direcció negativa: -JG

Moviment ràpid en direcció negativa: JG=

Quant s'activi el mode de funcionament jog (moviment manual) s'activarà l'etapa de potència del servodriver i girant el botó de navegació es podrà seleccionar el tipus de moviment desitjat. El moviment del servomotor s'inicia prement de forma continua el botó de navegació i quant es deixi lliure es parará.

Procediment:

Configuració velocitat lenta i ràpida mode jog.

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda i la fem girar fins trobar al mode "oP" (operació).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar al mode "JoG" (moviment manual).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el paràmetre "JGLo" (velocitat lenta).

Cliquem la roda per visualitzar el valor actual de la velocitat lenta (60 usr/s).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el nou valor desitjat (120 usr/s).

Cliquem la roda per gravar el nou valor de velocitat lenta.

Cliquem al botó de "ESC" per tornar al menú de velocitat lenta "JGLo" i fem girar la roda fins trobar el paràmetre "JGHi" (velocitat ràpida).

Cliquem la roda per visualitzar valor actual de velocitat ràpida (180 usr/s).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el nou valor desitjat (500 usr/s).

Cliquem la roda per gravar el nou valor de velocitat ràpida.

Cliquem al botó "ESC" per tornar al menú del funcionament manual jog "JOG-".

A la següent figura 73, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.



Figura 73. Velocitat ràpida i lenta

Moviment servomotor a velocitat lenta i rapida en sentit positiu i negatiu:

Des de el menú de funcionament manual jog "JOG-" cliquem la roda i la fem girar fins trobar el paràmetre "JGSt" (Iniciar mode de funcionament Jog).

Cliquem la roda per confirmat el paràmetre "JGSt" i visualitzar el tipus de moviment actual.

Girem la roda fins trobar el tipus de moviment "JG-" (moviment lent en direcció positiva) i cliquem la roda de manera prolongada per activar el moviment seleccionat. Per parar el moviment deixem la roda lliure. Una vegada parat el moviment girem la roda per seleccionar el següent tipus de moviment "JG=" (moviment ràpid en direcció positiva).

Cliquem la roda de manera prolongada per activar el moviment seleccionat. Per parar el moviment deixem la roda lliure. Una vegada parat el moviment girem la roda per seleccionar el següent tipus de moviment "-JG" (moviment lent en direcció negativa).

Cliquem la roda de manera prolongada per activar el moviment seleccionat. Per parar el moviment deixem la roda lliure. Una vegada parat el moviment girem la roda per seleccionar el següent tipus de moviment "=JG" (moviment ràpid en direcció negativa).

Clicarem la roda de manera prolongada per activar el moviment seleccionat. Per parar el moviment deixarem la roda lliure.

A la següent figura 74, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.

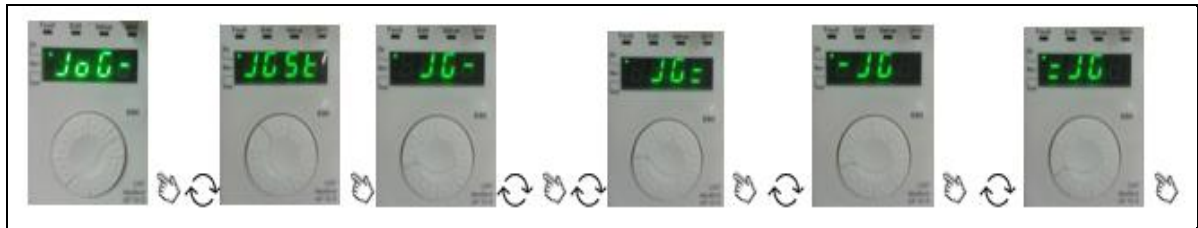


Figura 74. Moviments manuals

## Sessió 8: Mode de funcionament Homing

### Introducció:

Una de les operacions més importants als sistemes de posicionament d'eixos és el Homing (referenciar l'eix). El punt de referència de l'eix o punt zero, és un punt de referència conegut, el qual, el podem identificar com el punt de sortida de la màquina. L'operació de Homing, és una seqüència de moviments pre-definits que normalment es requereixen per tal de conèixer la posició absoluta del motor respecte la posició zero de la màquina.

La posició zero de la màquina, es porta a terme mitjançant la recerca d'una posició coneguda al llarg del recorregut mecànic, aquesta posició l'anomenarem punt de referència, a continuació, es determina el punt zero de la màquina aplicant un dels mètodes de referenciat i un cop aconseguit aquest punt zero, ja tindrem el punt inicial de partida per realitzar els diferents moviments de posició.

A continuació, descriurem els diferents mètodes de referenciat que es poden aplicar per trobar el punt zero de la màquina, però tots tenen en comú la mateixa funció, referenciar a l'eix.

### Moviment de referència a un interruptor de referència:

Es realitza un moviment fins l'interruptor de referència. En aconseguir l'interruptor de referència, el motor s'atura i es produeix un moviment a un punt de commutació de l'interruptor de referència. Des del punt de commutació de l'interruptor de referència s'efectua un moviment fins al següent pols índex del motor. La posició del pols índex serà el punt zero de la màquina i per tant, el nou punt de referència dels moviments absoluts de la màquina.

#### Moviment de referència a un final de cursa:

Es realitza un moviment fins al final de cursa positiu o negatiu. A l'arribar al final de carrera, el motor s'atura i es produeix un moviment fins al punt de commutació del final de cursa. Des del punt de commutació del final de cursa, s'efectua un moviment al següent pols índex del motor. La posició del pols índex serà el punt zero de la màquina i per tant, el nou punt de referència dels moviments absoluts de la màquina.

#### Moviment de referència al pols índex:

Es realitza un moviment des de la posició actual fins al següent pols índex. La posició del pols índex serà el punt zero de la màquina i per tant, el nou punt de referència dels moviments absoluts de la màquina.

#### Establiment de mida:

Es fica la posició actual del motor a un valor de posició desitjat i per tant, aquest serà el punt de referència dels moviments absoluts de la màquina.

#### Objectiu:

Realitzar al mode de funcionament Homing per trobar el punt zero del mòdul lineal de la maqueta. Per trobar el punt zero del mòdul lineal, s'aplicarà el mètode de moviment de referència a un final de cursa en direcció positiva.

#### Especificacions:

Abans de realitzar el mode de funcionament Homing cal fer algunes configuracions i canviar alguns paràmetres del servodriver. A continuació es descriurem els ajustos necessaris:

Configurar les funcions de senyals d'entrades i sortides digitals: Tenint en compte que s'aplicarà el mètode de moviment de referència a un final de cursa en direcció positiva, tindrem la senyal d'entrada digital del sensor inductiu "LIMP" com a límit positiu per agafar el punt de referència fixe del mòdul lineal, la senyal d'entrada del sensor inductiu negatiu "LIMN" en aquest cas no es farà servir i el deixarem de manera disponible, el polsador "I2"



el farem servir per reiniciar els errors, l'interruptor "I3" ens servirà per habilitar l'etapa de potència del servodriver i els interruptors "I4" i "I5" els deixarem sense cap funció de manera disponible. Per les senyals de sortides digitals tindrem l'indicador "Q0" per indicar-nos si està habilitat el servei d'operacions del servodriver, l'indicador "Q1" per indicar-nos si està en marxa el funcionament actual i finalment l'indicador Q2 per confirmar-nos si hi ha una parada produïda per un error. A la següent taula 28, es pot veure un resum de la configuració descrita.

Dispositius E/S	Senyal E/S	Funció	Descripció funció
Sensor inductiu LIMP	DI0	Positive Limit Switch (LIMP)	Final de cursa límit positiu
Sensor inductiu LIMN	DI1	Freely Available (NONE)	Disponible
Polsador I2	DI2	Fault Reset (FRES)	Reinicia errors
Interruptor I3	DI3	Enable (ENAB)	Habilita l'etapa de potència
Interruptor I4	DI4	Freely Available (NONE)	Disponible
Interruptor I5	DI5	Freely Available (NONE)	Disponible
Indicador Q0	DQ0	No Faut (NFLT)	Servei d'operació habilitat
Indicador Q1	DQ1	Active (ACTI)	Estat funcionament activat
Indicador Q2	DQ2	Halt Acknowledge (HALT)	Confirmació de parada

Taula 28. Funcions per les senyals d'entrades i sortides digitals en mode homing

Independentment de les senyals d'entrades i sortides digitals, el panell de comandament també disposa d'un paro d'emergència que en cas de ser premut desconnectarà el par motor i desactiva l'etapa de potència del servodriver.

Configurar la velocitat de destí per trobar el final de cursa (hMn): 30 usr/s.

Escollir el mètode de homing: Pel mode de funcionament Homing, es poden escollir diferents mètodes a través del paràmetre "MEth". Per aquesta sessió pràctica farem ús del mètode 2, que fa referència al mètode de moviment de referència a un final de cursa.

A la següent taula 29, es poden veure les diferents modalitats aplicables al servodriver basats en els mètodes descrits a la introducció de la sessió pràctica.

Mètode	Descripció
1	LIMN amb pols índex
2	LIMP amb pols índex
7	REF+ amb pols índex, inv., exterior
8	REF+ amb pols índex, inv., interior
9	REF+ amb pols índex, no inv., interior
10	REF+ amb pols índex, no inv., exterior
11	REF- amb pols índex, inv., exterior
12	REF- amb pols índex, inv., interior
13	REF- amb pols índex, no inv., interior
14	REF- amb pols índex, no inv., exterior
17	LIMN
18	LIMP
23	REF+, inv., exterior
24	REF+, inv., interior
25	REF+, no inv., interior
26	REF+, no inv., exterior
27	REF-, inv., exterior
28	REF-, inv., interior
29	REF-, no inv., interior
30	REF-, no inv., exterior
33	Pols índex, direcció negativa
34	Pols índex, direcció positiva
35	Establiments de mesura

Taula 29. Mètodes de homing del LXM32M

Per tal d'entendre millor el que succeirà quant apliquem el mode de funcionament Homing aplicant el mètode 2, es descriu continuació la seqüència de moviments que farà l'eix del servomotor. A la figura 75, es poden seguir els moviments i canvi de sentit que farà el servomotor per tal d'arribar a la posició zero de la màquina.

1. La cinta transportadora, porta un cargol metàl·lic encastat per tal de ser detectat al pas del sensor inductiu. L'eix del servomotor girarà en sentit horari a velocitat de homing fins que el sensor inductiu (LIMP) detecti el cargol i activi la senyal d'entrada del servodriver. Aquesta posició serà el límit positiu del recorregut mecànic.
2. Una vegada rebut el valor de senyal d'entrada, l'eix canvia de sentit i es mou a velocitat lenta en sentit antihorari fins que el sensor inductiu (LIMP) deixa de detectar el cargol. Aquesta posició serà el punt de commutació o primer punt de referència.
3. Des del punt de commutació del sensor inductiu, s'efectua un moviment en el mateix sentit (antihorari) fins al següent pols índex del servomotor. La posició del pols índex serà

el punt zero de la màquina i per tant, el nou punt de referència dels moviments absoluts de la màquina.

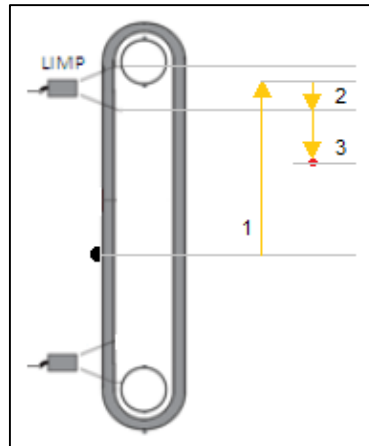


Figura 75. Moviment de referència (homing)

Procediment:

Configurar les senyals d'entrades i sortides digitals.

A la següent figura 76, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir. En cas de necessitar ajudar per realitzar l'ajust, es pot consultar la sessió pràctica 3 que tracta de la configuració de les entrades i sortides digitals.

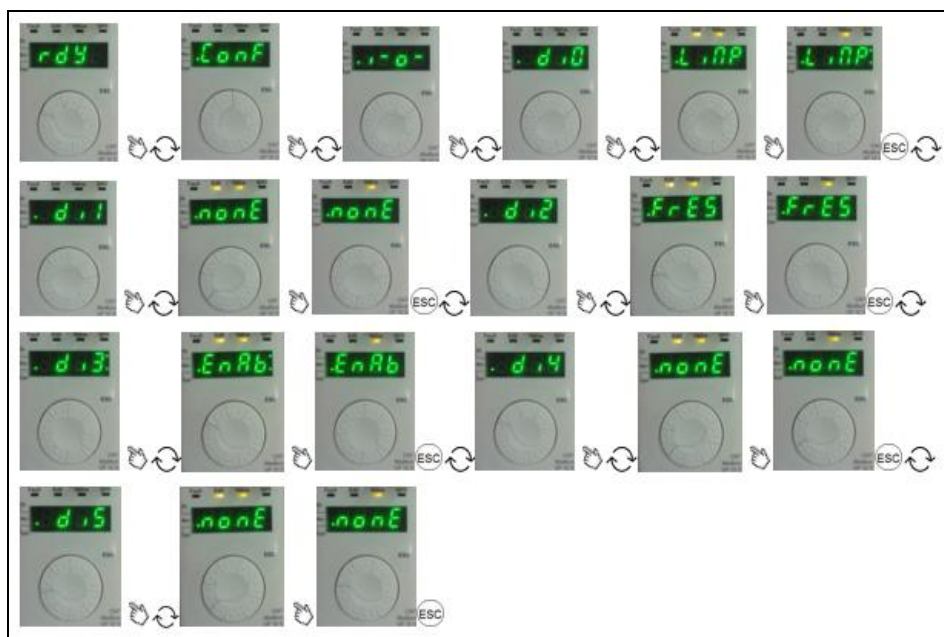


Figura 76. Funcions de senyals digitals per les entrades

### Configuració de les senyals de sortides digitals:

A la següent figura 77, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir. En cas de necessitar ajudar per realitzar l'ajust, es pot consultar la sessió pràctica 3 que tracta de la configuració de les entrades i sortides digitals.

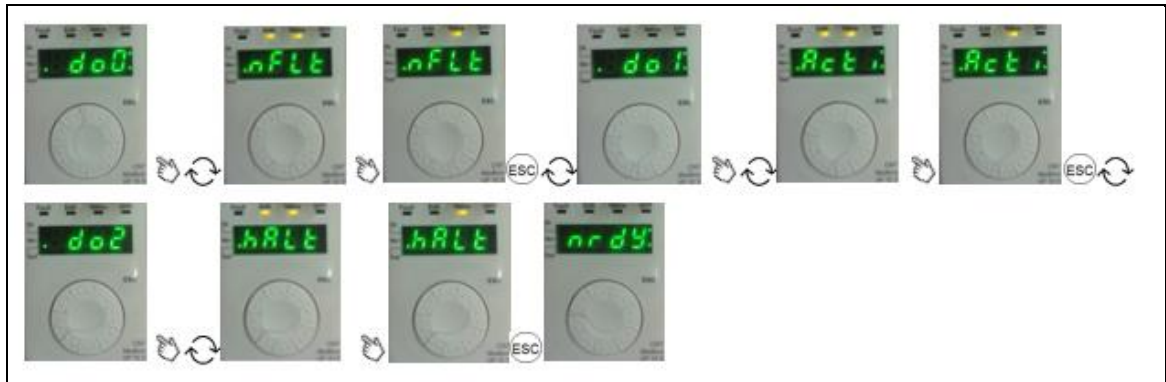


Figura 77. Funcions de senyals digitals per les sortides

### Configuració de la velocitat del moviment homing:

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda i la fem girar fins trobar el mode "oP".

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar al mode "hoM-" (viatge de referència).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el paràmetre "hMn" (velocitat de destí per la trobar l'interruptor).

Cliquem la roda per visualitzar el valor actual de la velocitat de destí.

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el valor de velocitat que volem.

Cliquem la roda per gravar el nou valor de velocitat de destí a 30 us/s.

A la següent figura 78, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.

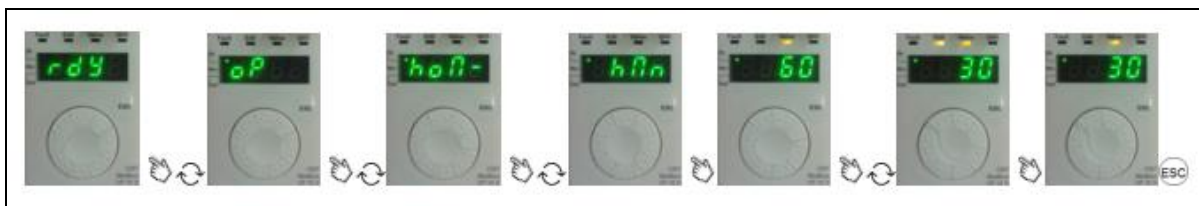


Figura 78. Velocitat de homing

Escollir mètode homing:

Cliquem al botó de "ESC" per tornar al menú de mode "hoM-" i fem girar la roda fins trobar el paràmetre "MEth" (Mètode preferent per homing).

Cliquem la roda per visualitzar el codi del mètode homing actual.

Cliquem la roda per variar la modalitat del paràmetre i la fem girar fins trobar el mètode de homing desitjat.

Cliquem la roda per gravar el nou ajust amb la modalitat del mètode de homing 2.

A la següent figura 79, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.



Figura 79. Mètode LIMP amb pols índex (2)

Iniciar el homing:

Cliquem al botó de "ESC" varies vegades fins arribar a l'estat inicial "rdy".

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda i la fer girar fins trobar al mode "oP".

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar al mode "hoM-" (viatge de referència).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el paràmetre "hMSt" (iniciar mode de funcionament Homing).

Cliquem la roda per iniciar el mode funcionament Homing.

Mentre s'està realitzant la seqüència de moviments del Homing ens sortirà l'estat de "Find". (realitzant moviment) i quant finalitzi el Homing canviarà l'estat a "donE" (seqüència de moviment finalitzada).

A la següent figura 80, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.

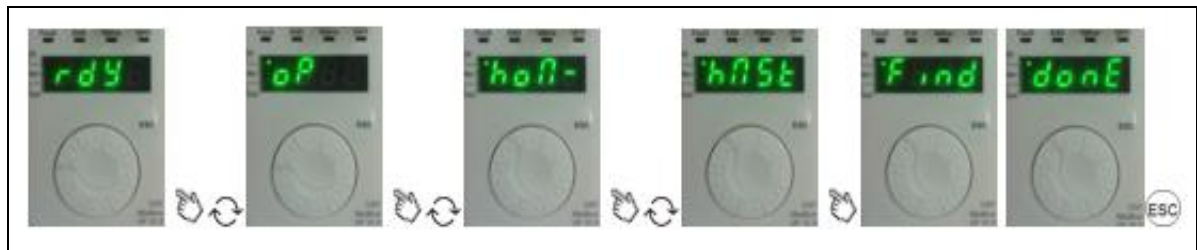


Figura 80. Aplicació moviment homing

## Sessió 9: Mode de funcionament autotuning

### Introducció:

El mode de funcionament autotuning (auto ajustament) es fa servir per ajustar la regulació dels accionaments, tenint en compte factors externs com podria ser la càrrega que suporta el servomotor.

Durant el autotuning, s'activa el servomotor i realitzen petits moviments en sentit positiu i negatiu, determinat el parell de fricció com un parell de càrrega de efecte constant i ho té en compte en el càlcul del moment de inèrcia del sistema complet. Mitjançant el autotuning s'optimitzen els paràmetres per als ajustos del regulador.

Els ajustos de la regulació dels accionaments es poden realitzar de forma automàtica, semiautomàtica o manual.

Easy Tuning: Automàtic. Es realitza la compensació del regulador de forma totalment automàtica.

Comfort Tuning: Semiautomàtic. Es realitza la compensació del regulador automàtica on l'usuari pot pre-indicar els paràmetres de sentit o amortiment.

Manual: L'usuari pot ajustar els valors de regulació a través dels paràmetres corresponents. Modo avançat.

Objectiu:

Aplicar el mode de funcionament autotuning semiautomàtic per ajustar la regulació dels accionaments del servomotor. Especificar un tipus de moviment positiu i negatiu amb retorn a la posició inicial, a través del paràmetre de direcció de moviment per al autotuning. L'aplicació, es realitzarà manualment a través del panell HMI integrat al servodriver.

Especificacions:

Abans de realitzar el mode de funcionament autotuning s'han de configurar les funcions que volem per les senyals d'entrades i sortides digitals de la maqueta. Degut al curt recorregut que hi ha entre el sensor inductiu positiu i el sensor inductiu negatiu del mòdul lineal de la maqueta, deixarem les dos senyals d'entrada dels sensors inductius lliures i simularem els límits de seguretat mitjançant els interruptors de la maqueta.

Configuració de les senyals d'entrada i sortides digitals: Tenint en compte que els límits de posició no els aplicarem amb els sensors inductius, tindrem les entrades digitals "DI0" i "DI1" en estat disponible, la senyal d'entrada del pulsador "DI2" li aplicarem la funció de reinici d'errors per restablir la comunicació quant sobrepassi els límits de seguretat, la senyal d'entrada de l'interruptor "DI3" li aplicarem la funció d'activar l'etapa de potència del servodriver. Finalment a les entrades dels interruptors "DI4" i "DI5" li aplicarem la funció de límit positiu i negatiu per simular els límits de seguretat del moviment mecànic. En cas de sobrepassar algun d'aquest límits es parará el servomotor i apareixerà un codi de d'error, el

qual es podrà restablir amb la senyal d'entrada "DI2" sempre i quant estiguem dintre dels límits de seguretat.

La següent taula 30, mostra el resum de la configuració que s'ha d'assignar a la senyal de les entrades i sortida digitals per realitzar el mode de funcionament Autotuning.

Dispositius E/S	Senyal E/S	Funció	Descripció funció
Sensor inductiu LIMP	DI0	Freely Available (NONE)	Disponible
Sensor inductiu LIMN	DI1	Freely Available (NONE)	Disponible
Polsador I2	DI2	Fault Reset (FRES)	Reinicia errors
Interruptor I3	DI3	Enable (ENAB)	Habilita l'etapa de potència
Interruptor I4	DI4	Positive Limit Switch (LIMP)	Final de cursa límit positiu
Interruptor I5	DI5	Negative Limit Switch (LIMN)	Final de cursa límit negatiu
Indicador Q0	DQ0	No Faut (NFLT)	Servei d'operació habilitat
Indicador Q1	DQ1	Active (ACTI)	Estat funcionament activat
Indicador Q2	DQ2	Halt Acknowledge (HALT)	Confirmació de parada

Taula 30. Funcions de les senyals d'entrades i sortides digitals en mode autotuning

Abans de començar el moviment de autotuning, deixarem els interruptors I4 i I5 en estat actiu, d'aquesta forma al servodriver entendre que els límits estan correctes. En el cas de desactivar l'interruptor I4 o I5, el servodriver entendre que els límits s'han sobrepassat i parará l'operació de autotuning.

Independentment de les senyals d'entrades i sortides digitals, el panell de comandament també disposa d'un paro d'emergència que en cas de ser premut desconnectarà el par motor i desactiva l'etapa de potència del servodriver.

Procediment:

Configuració de les senyals d'entrades digitals:

A la següent figura 81, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir. En cas de necessitar ajudar per realitzar l'ajust, es pot consultar la sessió pràctica 3 que tracta de la configuració de les entrades i sortides digitals.



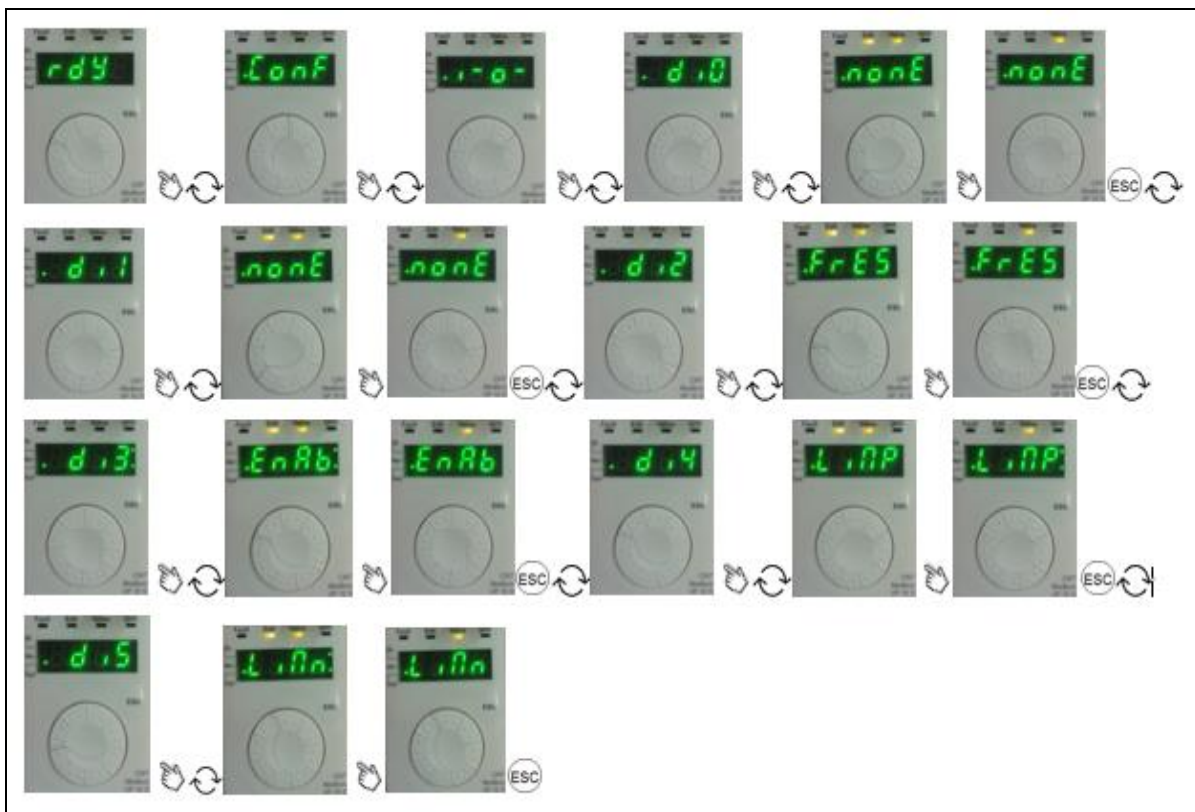


Figura 81. Funcions per les senyals d'entrada digitals

Configuració les senyals de sortides digitals:

A la figura 82 es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir. En cas de necessitar ajudar per realitzar l'ajust, es pot consultar la sessió pràctica 3 que tracta de la configuració de les entrades i sortides digitals.

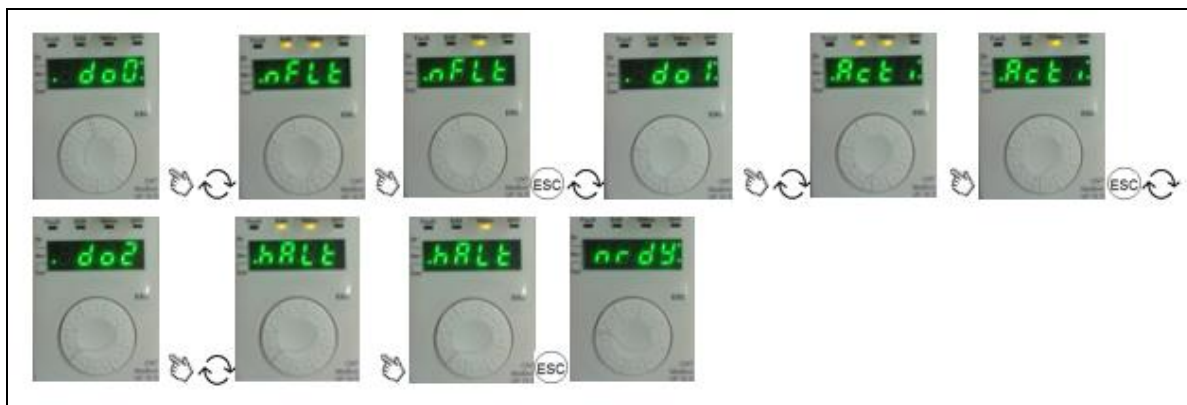


Figura 82. Funcions per les senyals de sortides digitals

### Configuració de la direcció de moviment:

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda i la girem fins trobar al mode "oP".

Des de el mode "oP" cliquem la roda per entrar al seu menú i la fem girar fins trobar el mode "tun-" (auto ajustament).

Des de el mode "tun-" cliquem la roda i la girem fins trobar el paràmetre "Stin" ( direcció del moviment per l'autotuning).

Cliquem la roda per entrar dintre del menú dels paràmetres i girem roda fins trobar el valor escollit "PnH" (Positive Negative Home.)

Cliquem la roda per guardar el nou valor del paràmetre i cliquem "ESC" per tornar al menú del mode "tun-".

A la figura 83, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.



Figura 83. Direcció de moviment per autotuning

### Aplicació mode funcionament autotuning:

Des de el mode "tun-" cliquem la roda, i la fem girar fins trobar el paràmetre "tuSt" (iniciar autotuning).

Cliquem la roda per iniciar el moviment en mode autotuning. Una vegada iniciat el moviment podrem veure al display el percentatge realitzat en aquest moment i quant finalitzi el autotuning veurem que ens indica la funció "done" (final del moviment).

A la figura 84, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.

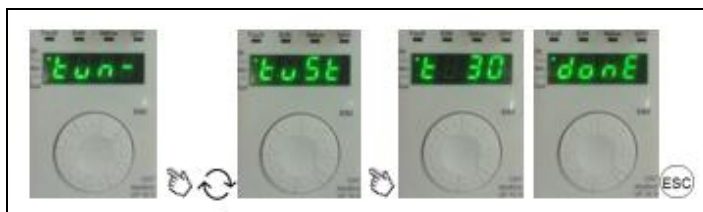


Figura 84. Aplicació del moviment autotuning

### 13.5.6 Sessió 10: Mode funcionament Jog (entrades/ sortides digitals)

Introducció:

A diferència del jog manual, on es pot realitzar l'ajust del funcionament dels moviments del servomotor a través del botó de navegació del HMI, amb el mode de control local podem activar la funció prèviament configurada per cada una de les entrades i sortides del panell de comandament de la maqueta.

Si es vol efectuar canvis d'estat de funcionament a través de les entrades digitals de la maqueta s'ha de tenir clar en quin mode de control hem de treballar.

El mode de control, determina si els canvis d'estats del funcionament es produeixen a través de les entrades de senyal o a través del bus de camp. En el mode de control local, disposa d'informació sobre l'estat de funcionament i sobre el moviment actual a través de les senyals de sortida.

Treballant en mode local és necessari tenir una de les entrades de senyal digital destinades a activar l'etapa de potència del servodriver. Una vegada activada l'etapa de potència s'inicia automàticament el mode de funcionament. El mode de funcionament finalitzarà automàticament al desactivar l'etapa de potència.

Aplicant el mode de funcionament Jog s'efectua un moviment en la direcció desitjada, a partir de la posició en la que es trobi el servomotor en aquell moment. En el mode de control local disposa de la funció d'entrada de senyal "Jog Fast/Slow" i així es pot canviar el tipus de velocitat a través de les entrades de senyals digitals.

## Objectiu:

Aplicar el mode de funcionament jog treballant en mode local, per realitzar moviments en sentit positiu i negatiu, amb l'objectiu de realitzar els moviments a velocitat ràpida o lenta a través dels dispositius d'entrades del panell de comandament de la maqueta. Qualsevol dels moviments descrits, s'han d'aturar quant la peça metal·lica encastrada a la cinta del mòdul lineal passi pels detectors de límit positiu o límit negatiu. A través dels dispositius de sortida de la maqueta, s'haurà de comprovar l'estat actual del mode de funcionament jog.

## Especificacions:

Configurar les funcions de senyals d'entrades i sortides digitals: Tenint en compte que es vol aplicar límits de seguretat de posició, tindrem la senyal d'entrada del sensor inductiu "LIMP" com a límit positiu i la senyal d'entrada del sensor inductiu "LIMN" com a límit negatiu, el pulsador "I2" el farem servir per canviar el mode de velocitat, l'interruptor "I3" ens servirà per habilitar l'etapa de potència del servodriver i amb els interruptors "I4" i "I5" canviarem el sentit de la marxa. Els diferents moviments es podran realitzar sempre i quant es compleixin les condicions de seguretat, que en aquest cas es tracta de no sobrepassar el límit de posició positiu o negatiu, en cas contrari es parará el servomotor. La funció que s'aplicarà a les sortides serà per comprovar l'habilitació de l'operació, l'estat de funcionament i la confirmació de parada. La taula 31, mostra les funcions per les senyals d'entrades i sortides digitals.

Dispositius E/S	Senyal E/S	Funció	Descripció funció
Sensor inductiu LIMP	DI0	Positive Limit Switch (LIMP)	Final de cursa límit positiu
Sensor inductiu LIMN	DI1	Negative Limit Switch (LIMN)	Final de cursa límit negatiu
Pulsador I2	DI2	Jog Fast/Slow (JoGF)	Canvia entre moviment ràpid i lent
Interruptor I3	DI3	Enable (ENAB)	Habilita l'etapa de potència
Interruptor I4	DI4	Jog Positive (JoGP)	Moviment direcció positiva
Interruptor I5	DI5	Jog Negative (JoGn)	Moviment direcció negativa
Indicador Q0	DQ0	No Fault (NFLT)	Servei d'operació habilitat
Indicador Q1	DQ1	Active (ACTI)	Estat funcionament activat
Indicador Q2	DQ2	Halt Acknowledge (HALT)	Confirmació de parada

Taula 31. Funcions de les senyals d'entrades i sortides digitals per Jog (entrades/sortides)

Independentment de les senyals d'entrades i sortides digitals, el panell de comandament també disposa d'un paro d'emergència que en cas de ser premut desconnectarà el par motor i desactiva l'etapa de potència del servodriver.

Procediment:

Canvi del mode de control a local (entrades/sortides):

Des de l'estat de "rdy" cliquem la roda i la fem girar fins trobar al mode "ConF".

Des de el mode "ConF" cliquem la roda i la fem girar fins trobar el menú "ACG-" (configuració d'eixos).

Cliquem la roda i la fem girar fins trobar el paràmetre "dEVC" (determinació del mode de control).

Cliquem la roda per entrar al seu menú i fem girar la roda fins trobar el mode de control "i o" (mode de control local).

Cliquem la roda per confirmar el mode de control "i o".

Premem botó "ESC" varies vegades fins trobar el menú de configuració d'eixos.

A la següent figura 85, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.



Figura 85. Mode de control local

Escollir el mode de funcionament jog:

Des de l'estat de "ACG-" cliquem la roda i la fem girar fins trobar el següent paràmetre "io-M" (mode funcionament en control local).

Cliquem la roda per entrar al seu menú i la fem girar fins trobar el mode de funcionament "JoG" (moviment manual Jog).

Cliquem la roda per confirmar el mode de funcionament manual Jog "JoG".

Premem botó "ESC" varies vegades fins arribar a l'estat inicial "nrdY", el qual ens està indicant que s'ha de reiniciar l'equip per validar els canvis de paràmetres realitzats.

A la següent figura 86, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir.

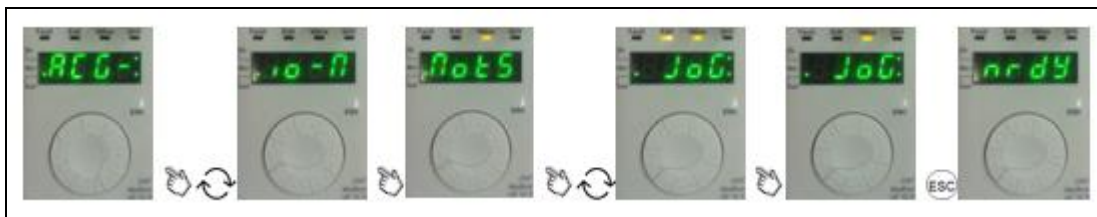


Figura 86. Aplicació del jog pel mode de control local

Configuració de les senyals d'entrades digitals:

A la següent figura 87, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir. En cas de necessitar ajudar per realitzar l'ajust, es pot consultar la sessió pràctica 3 que tracta de la configuració de les entrades i sortides digitals.

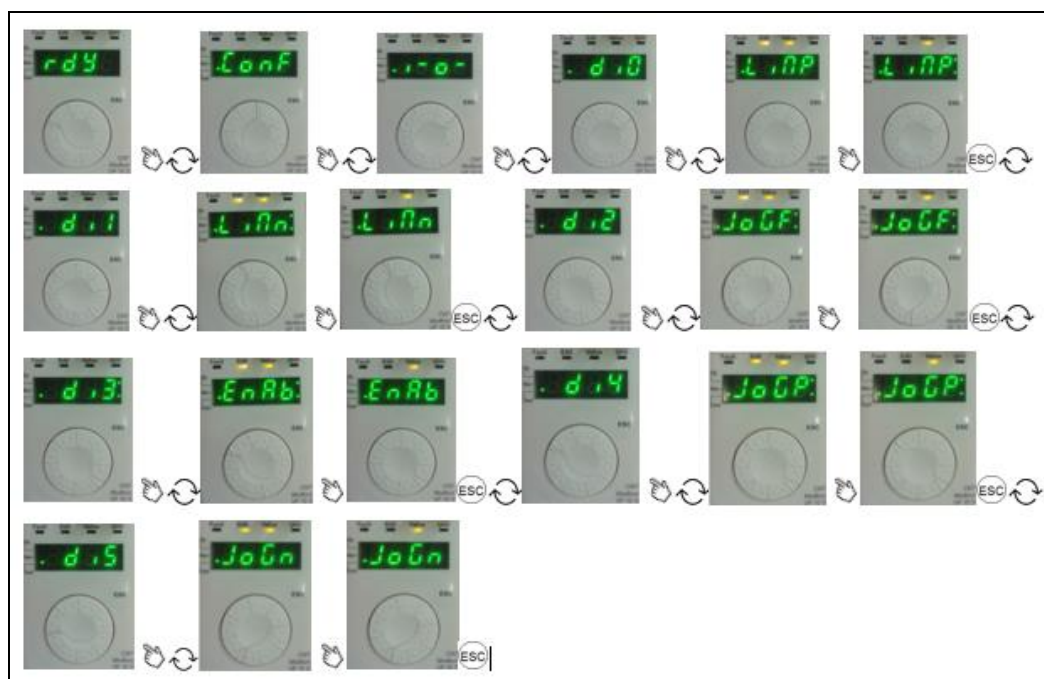


Figura 87. Funcions de les senyals d'entrades digitals

### Configuració de les senyals de sortides digitals:

A la següent figura 88, es pot veure el seguiment de la seqüència de configuració a seguir. En cas de necessitar ajudar per realitzar l'ajust, es pot consultar la sessió pràctica 3 que tracta de la configuració de les entrades i sortides digitals.

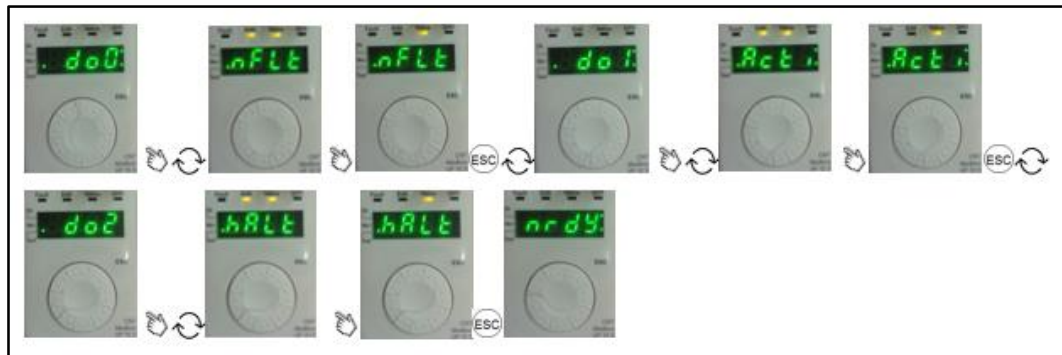


Figura 88. Funcions de senyals per les sortides digitals

## **14 PRACTICA 2. CONTROL DE POSICIONAMEN D'UN EIX**

### **14.1 Introducció**

Aquesta pràctica tracta sobre la implementació d'un conjunt de funcions dintre d'un sistema automàtic per realitzar tasques de posicionament i control d'un eix. Les tasques de posicionament i control d'un eix de moviments són imprescindibles per realitzar operacions de posicionament, ja sigui per realitzar-les manualment un operari des de un comandament o automàticament dintre d'un procés automatitzat.

L'aplicació d'aquesta pràctica es podria utilitzar de base per implementar arquitectures de control més complexes encarregades de controlar més d'un eix, ja sigui de forma simultània o bé independent.

### **14.2 Objectiu**

L'objectiu d'aquesta pràctica és realitzar una automatització per realitzar el procés de posicionament d'un eix de moviment. Per fer-ho, es realitzarà un programa per controlar un conjunt de tasques relacionades amb el control de posicionament, on mitjançant un panell de comandament extern es podran executar cada una d'aquestes tasques.

Les tasques requerides per realitzar el procés de posicionament són les següents:

Activació de l'etapa de potència.

Posicionament de l'eix a un punt de referència conegut (Home).

Modo de posicionament manuals en sentit positiu i negatiu.

Posicionament de l'eix a un valor absolut.

Posicionament de l'eix a un valor relatiu.

Paro dels moviment.



Reiniciat de l'estat d'error del servodriver.

Per facilitar el seguiment i estudi de la pràctica, es crearà una pantalla de visualització de les funcions de moviment, on es podrà observar i comprovar l'estat i posicions actuals de l'eix. Dintre d'aquesta pantalla de visualització s'habilitarà l'escriptura del valor de posició relativa i absoluta al respectiu bloc de funció per poder executar diferents posicionaments.

Amb la execució d'aquesta pràctica, es pretén ampliar els coneixements sobre la tecnologia dels servodrivers, controladors d'eixos i aprendre a treballar amb el software SoMachine-Central, el qual està dissenyat per facilitar la programació a l'hora de realitzar controls de posicionament d'un o més eixos i la comunicació entre ells.

### 14.3 Coneixements previs

Descripció general de la maqueta Servomotor Lexium32, coneixements dels servodriver Lexium32M, coneixements del servomotor BSH, coneixements del controlador d'eixos Modicon LMC058, coneixements bus de camp CANopen i coneixements del software de programació SoMachine Central.

### 14.4 Material necessari

A la taula 32, es descriu els dispositius necessaris per realitzar la pràctica.

Dispositiu	Funcionalitat
Maqueta "Servomotor Lexium32"	Representació de l'eix moviment
Font d'alimentació 24VDC-3A	Proporciona tensió al controlador i comandament extern
Modicon LMC058	Controlador d'eixos de moviment per realitzar les funcions lògiques
CD SoMachine Central 4.1	Software de programació
PC	Dispositiu amb sistema operatiu Windows XP o posteriors per realitzar el programa
Cables de programació	Cable per transferir el programa al controlador d'eixos
Cables de comunicació	Cables per realitzar la comunicació de dades mitjançant el bus de camp CANopen
Resistència 120Ω	Resistència per tancar el final del bus CANopen

Taula 32. Material de la pràctica

## 14.5 Desenvolupament automatització.

Per desenvolupar la resolució d'aquesta pràctica, s'estructurarà el seu contingut en tres punts principals i dintre d'aquests en diferents apartats. Els tres punts principals, amb els quals podrem identificar les diferents parts del procés són:

Arquitectura de hardware.

Configuració del servodriver.

Creació del programa.

Arquitectura de hardware, serà el primer punt, on es podrà observar tota l'estructura de muntatge i els diferents dispositius que formen el sistema de posicionament d'aquesta pràctica. S'especificarà les línies d'alimentació dels equips, les senyals d'entrades i sortides del panell de comandament de la maqueta, les senyals d'entrades i sortides del panell de comandament extern i finalment l'arquitectura del bus de comunicació.

Configuració del servodriver, serà el segon punt, on es realitzaran les configuracions i aplicacions a l'equip a través del panell de comandament local integrat (HMI) del servodriver. Inicialment, es passarà a paràmetres de fàbrica, i a partir d'aquest punt, es configurarà els paràmetres del bus CANopen per establir comunicació entre els dispositius. Continuarem amb la configuració de les senyals d'entrades i sortides digitals del propi servodrive, finalment, aplicarem la funció autotuning (auto ajustament) per ajustar la regulació dels accionaments del servomotor.

Creació del programa, serà el tercer punt, on es crearà un nou projecte des de la interfície de programació de SoMachine Central 4.1. Inicialment inclourem tots els objectes del programa, es a dir, inclourem tots els dispositius i aplicacions de programa que intervenen a la pràctica, on posteriorment, es realitzarà la configuració del bus de comunicació i de les propietats del mestre i l'esclau. A continuació, es crearan les seqüències de programació per realitzar les diferents tasques de posicionament de l'eix del motor, i finalment es crearà una pantalla de visualització per les funcions programades. Cal dir, que es farà servir la mateixa pantalla del PC de programació com a pantalla de visualització.

## 14.6 Arquitectura de hardware

A la següent figura 89, podem veure els diferents dispositius i línies de connexió que formen part del sistema de posicionament amb un eix. Per realitzar aquesta pràctica utilitzarem la maqueta "servomotor Lexium32" en representació d'un eix de moviment.

La maqueta està cablejada i porta la seva pròpia font d'alimentació i mitjançant el bus de camp es comunicarà amb el controlador d'eixos. Per realitzar la posta en marxa del procés automatitzat, s'ha construït un panell de comandament extern, el qual s'ha cablejat i connectat directament al mòdul d'entrades i sortides del controlador. Per alimentar el controlador d'eixos i el panell de comandament extern, s'ha instal·lat una font d'alimentació externa.

Per la programació lògica de control, farem servir el software de programació SoMachine Central V4.1, que prèviament l'instal·larem en un PC. Una vegada fet el programa, es descarregarà al controlador d'eixos Modicon LMC058, on aquest, gestionarà tota la lògica de control i mitjançant el bus de camp CANopen, els controlador d'eixos i el servodriver estarà contínuament compartint dades. Per executar els moviments, el controlador d'eixos, enviarà un paquet de dades al servodriver, on aquest processarà la informació per subministrar en cada instant de temps la potència necessària al servomotor.

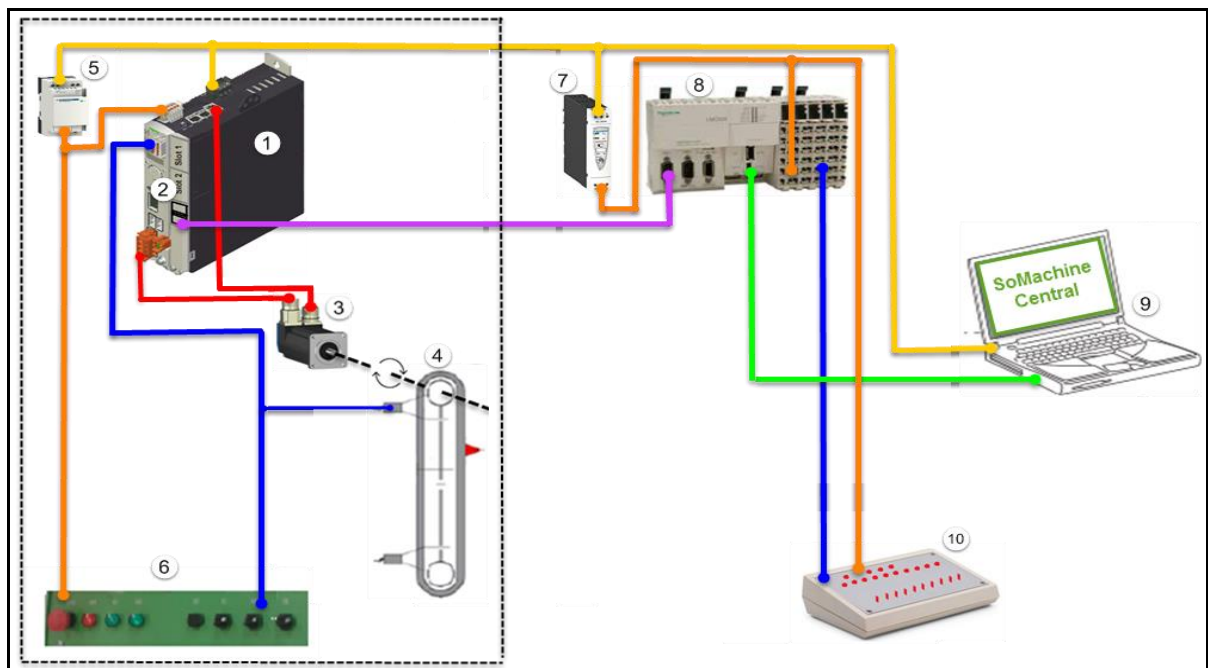


Figura 89. Estructura del muntatge amb un eix de moviment

A la taula 33, podem veure la descripció i referència dels diferents dispositius que inclou el muntatge de la pràctica.

Dispositiu	Referència	Descripció
1	LXM32MU90M2	Servodriver Lexium32M (eix X)
2	VW3A3608	Mòdul de bus de camp CANopen (eix X)
3	BSH0552T11A2A	Servomotor BSH (eix X)
4	-	Mòdul lineal (eix X)
5	ABL8MEM24012	Font d'alimentació maqueta 230CA/24DC (eix X)
6	-	Panell de comandament maqueta (eix X)
7	ABL8REM24030	Font d'alimentació controlador d'eixos 230CA/24DC
8	LMC058LF42	Controlador d'eixos Modicon LMC058
9	-	PC de programació amb Software SoMachine Central V4.1
10	-	Panell de comandament extern

Taula 33. Dispositius del muntatge

A la taula 34, podem veure les diferents línies que inclou el muntatge de la pràctica, amb la seva descripció i el color que l'identifica dintre de l'anterior figura de l'estructura de muntatge.

Línies	Descripció
Groc	Línia d'alimentació 230V AC
Taronja	Línia d'alimentació 24V DC
Verd	Cable de programació
Lila	Cable de bus de camp CANopen
Vermell	Cables alimentació i control servomotor
Blau	Cables de senyal d'entrades i sortides digitals

Taula 34. Línies del muntatge

#### 14.6.1 Alimentació dels equips

Mitjançant l'alimentació de xarxa a 230VAC, s'alimentarà la maqueta, la qual aporta alimentació a la seva font d'alimentació interna i a l'etapa de potència del servodriver, per altre banda, també alimentarà una font d'alimentació externa i el PC de programació. La font l'alimentació de la pròpia maqueta (24VDC), alimentarà el control de servodriver, la funció de seguretat i el panell de comandament de la maqueta. Mitjançant el connector de les fases del motor del servodriver (CN10), s'alimentarà el servoactuator. Amb la font d'alimentació externa de 24VDC, s'alimentarà el mòdul d'alimentació del controlador d'eixos i el panell de comandament extern.

### 14.6.2 Entrades i sortides de la maqueta

La maqueta amb la qual realitzem aquesta pràctica, disposa d'un conjunt d'elements d'entrades i sortides digitals connectades directament al servodriver. Per una part, tenim dos sensors inductius incorporats a l'estructura del mòdul lineal, els quals estan pensats per marcar el límit màxim positiu i negatiu del desplaçament de la cinta transportadora, però degut a que la distància entre ells es molt reduïda, no els utilitzarem, ja que ens limita molt la distància del recorregut de la cinta transportadora a l'hora de executar les funcions de desplaçaments, per tant, aquesta funció de límits màxim de seguretat la farem mitjançant els selectores del panell de comandament. Per altre part, tenim un conjunt d'elements d'entrades i sortides digitals que formen part del panell de comandament de la pròpia maqueta, els quals utilitzarem per les seguretats del sistema de posicionament.

A la figura 90, podem veure els elements d'entrades i sortides del panell de comandament de la maqueta. Els selectores (I4,I5) els utilitzarem per simular les seguretats sobre el límit màxim de desplaçament positiu i negatiu. El polsador d'emergència (STO) per provocar una parada del sistema i l'indicador lluminós (Q0) per senyalitzar l'estat del sistema. La resta d'entrades i sortides del panell no s'utilitzaran.

Per tant, els selectores (I4,I5) els deixarem activats donant un estat alt, i quant es vulgui simular que la cinta a sobrepassat el límit de seguretat màxim positiu o negatiu, desactivarem el selector que li correspongui. Si l'estat del sistema és correcte, l'indicador lluminós estarà activat, però si es prem el polsador d'emergència o es sobrepassa algun dels límits màxims de seguretat mitjançant els selectores indicats, es desactivarà l'indicador lluminós.



Figura 90. Panell de comandament de la maqueta

A la següent taula 35, es recullen les entrades digitals de la maqueta, amb el tipus de dispositiu, etiqueta d'identificació al panell, direcció de configuració al servodriver i la descripció de la funció la qual volem que realitzi.

Tipus	Etiqueta	Direcció	Descripció
Sensor inductiu	LIMP	di0	-
Sensor inductiu	LMN	di1	-
Polsador	I2	di2	-
Interruptor	I3	di3	-
Interruptor	I4	di4	Final de cursa límit positiu
Interruptor	I5	di5	Final de cursa límit negatiu
Polsador Emergència	STO	STO	Funció de seguretat

Taula 35. Entrades del comandament de la maqueta

A la taula 36, es recull d'igual manera les sortides digitals del comandament de la maqueta.

Tipus	Etiqueta	Direcció	Descripció
Indicador Vermell	Q0	do0	Estat del sistema
Indicador Verd	Q1	do1	-
Indicador Verd	Q2	do2	-

Taula 36. Sortides del comandament de la maqueta

#### 14.6.3 Entrades i sortides del comandament extern

A la figura 91, podem veure el panell de comandament extern, el qual s'ha creat expressament per realitzar les tasques de posicionament de la pràctica. Al panell, podem veure els diferents elements d'entrades i sortides, dels quals farem servir només els que porten la seva etiqueta d'identificació, la resta no es faran servir. Amb l'activació de les entrades, podrem realitzar les diferents tasques de posicionament de l'eix i mitjançant les sortides es podrà comprovar el seu estat actual.

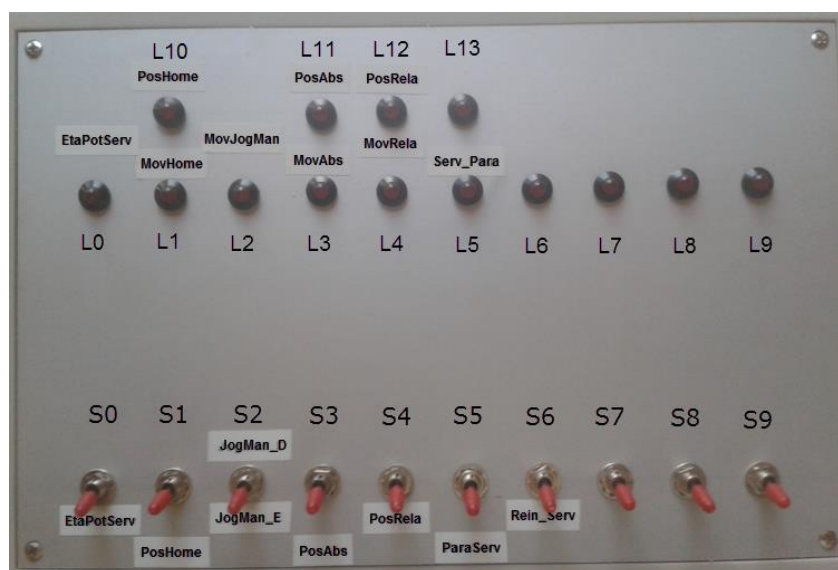


Figura 91. Panell de comandament extern

A la següent taula 37, es recullen les entrades del panell de comandament extern, amb el tipus de dispositiu que s'utilitza per l'accionament, l'etiqueta d'identificació al panell, la direcció d'entrada al controlador d'eixos i la descripció sobre la funció per a la que està dissenyada.

Tipus	Identificador	Etiqueta	Controlador	Descripció
Interruptor	S0	EtaPotServ	%IX6.0	Habilita la etapa de potència del servodriver
Polsador	S1	PosHome	%IX6.1	Situa al servomotor a la posició de home
Selector	S2	JogMan_D	%IX6.2	Realitza desplaçament manual en sentit positiu
		JogMan_E	%IX6.3	Realitza desplaçament manual en sentit negatiu
Polsador	S3	PosAbs	%IX6.4	Situa al servomotor a una posició absoluta
Polsador	S4	PosRela	%IX6.5	Situa al servodriver a una posició relativa
Polsador	S5	ParaServ	%IX6.6	Para qualsevol moviment del servomotor
Polsador	S6	Rein_Serv	%IX6.7	Reinicia el servodriver
Polsador	S7	-	-	No s'utilitza
Polsador	S8	-	-	No s'utilitza
Polsador	S9	-	-	No s'utilitza

Taula 37. Entrades del panell de comandament extern

A la taula 38, es recull d'igual manera les sortides digitals del panell de comandament extern que controla el controlador d'eixos. Es disposa de diferents indicadors LED per indicar el seu estat.

Tipus	Identificador	Etiqueta	Direcció	Descripció
LED	L0	EtaPotServ	%QX2.0	Indica que etapa potència servodriver habilitada
LED	L1	MovHome	%QX2.1	Indica que s'està desplaçant a la posició de home
LED	L2	MovJogMan	%QX2.2	Indica que s'està desplaçant manualment
LED	L3	MovAbs	%QX2.3	Indica que s'està desplaçant a la posició absoluta
LED	L4	MovRela	%QX2.4	Indica que s'està desplaçant a la posició relativa
LED	L5	Serv_Para	%QX2.5	Indica que s'ha realitzat una parada
LED	L6	-	-	No s'utilitza
LED	L7	-	-	No s'utilitza
LED	L8	-	-	No s'utilitza
LED	L9	-	-	No s'utilitza
LED	L10	PosHome	%QX2.6	Indica que està situat a la posició de home
LED	L11	PosAbs	%QX2.7	Indica que està situat a la posició absoluta
LED	L12	PosRela	%QX3.0	Indica que està situat a la posició relativa
LED	L13	-	-	No s'utilitza

Taula 38. Sortides del panell de comandament extern

#### 14.6.4 Arquitectura mestre-esclau

L'arquitectura del bus de comunicació d'aquesta pràctica porta una configuració mestre/esclau, sent el controlador d'eixos Modicon LMC058 el mestre i el Lexium32M l'esclau.

El mestre dirigeix les comunicacions per les funcions requerides on aquest fa les peticions i l'esclau respon.

Per fer servir el controlador d'eixos com a mestre farem servir el port CAN1 actuant com a mestre CANmotion. La connexió CANmotion està dissenyada per el control de moviments d'eixos. Aquest mestre està basat en CANopen i proporciona la sincronització entre el controlador d'eixos i les unitats connectades.

Per realitzar la comunicació a través del bus CANopen/CANmotion es necessari tenir incorporat el mòdul CANopen a la tercera ranura del servodriver. També és important afegir una resistència al final de bus per tancar la comunicació o escollir un cable amb la resistència integrada. El cable que farem servir ja porta la resistència de 120Ω integrada i per tant no caldrà afegir una resistència de final de bus per tancar la comunicació.

A la figura 92, podem veure com es connectarà el cable de bus de camp per realitzar la comunicació amb un eix de moviment.

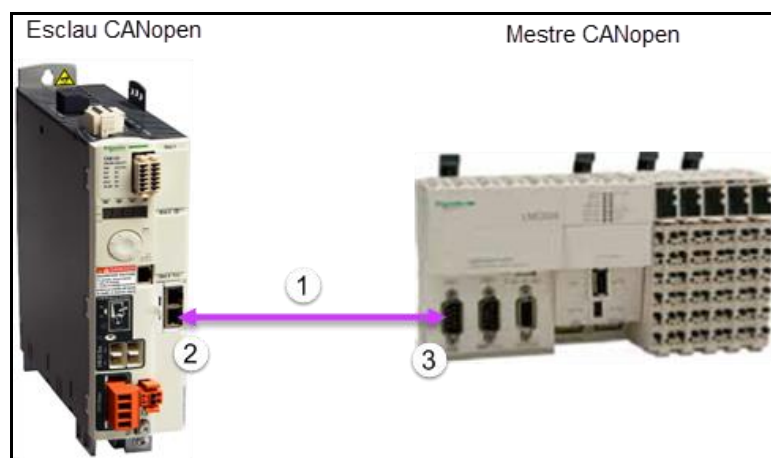


Figura 92. Arquitectura bus de comunicació per un eix

A la taula 39, podem identificar el tipus de cable i connectors que formen part del bus de comunicació.

Núm. Identificador	Referència	Descripció
1	VW 3M3 805R010	Cable CANopen amb resistència de terminació integrada
2	VW3 A3 608	Mòdul de comunicació CANopen amb 2 connexions RJ45
3	---	Port CAN1 / sub-D 9 mascle per mestre de bus CANopen/CANmotion

Taula 39. Cable i connectors del bus de camp



## 14.7 Configuració del servodriver

A continuació s'explicaran les configuracions i funcions que realitzarem directament sobre el panell de comandament (HMI) integrat de servodriver Lexium32M.

### 14.7.1 Configuració paràmetres de fàbrica

El primer que farem serà passar a paràmetres per defecte, i a partir d'aquí, realitzar la configuració que ens convingui per la nostra aplicació. A continuació es mostra la configuració a seguir per tornar a valors de fàbrica.

rdy → ConF → Fcs-

### 14.7.2 Configuració bus de camp CANopen

Després de configurar els valors inicials de fàbrica, l'equip ens mostrarà el missatge FSU-. Això és degut a que l'equip ha detectat el mòdul de comunicació que prèviament l'hem incorporat a l'equip, i per tant, ens està indicant que ajustem la configuració inicial del bus de comunicació CANopen. Al incorporar el mòdul de bus CANopen, l'equip entén que es realitzarà el control mitjançant aquest bus de camp i no a través del control local, i per tant, li hem d'ajustar els seus paràmetres:

FSu → rdy → ConF → CoM- → CoAd = 1 (Direcció de node CANopen)  
→ Cobd = 500 (Velocitat transmissió bus de camp en Kbits/s)

A continuació, reiniciarem l'equip desconnectant la corrent de la maqueta perquè els canvis tinguin validesa. Finalment, comprovarem que el control es realitza a través de bus de camp.

Rdy → ConF → ACG → dEVC → Fbus (Control per bus de camp, en el nostre cas CANopen)

### 14.7.3 Configuració entrades i sortides del servodriver

L'assignació de funcions per les diferents entrades i sortides es poden configurar també a través del controlador d'eixos, enviant la senyal a través del bus de camp però s'ha cregut

interessant aprofitar els recursos de la maqueta i aprofitar aquest elements d'entrades i sortides per establir les seguretats del sistema.

Complint amb les especificacions donades a l'apartat de senyals d'entrades i sortides de la maqueta, es configurarà les funcions de "límit positiu" i "límit negatiu" per les entrades I4 i I5 respectivament i la funció de "servei d'operació habilitat" per la sortida Q2. Les entrades i sortides que no es fan servir les situarem en estat lliure. A continuació es mostra la configuració a seguir.

Rdy → ConF → i-o- → di0 = none (Lliure)  
→ di1 = none (Lliure)  
→ di2 = none (Lliure)  
→ di3 = none (Lliure)  
→ di4 = LiMP (Límit positiu)  
→ di5 = LiMn (Límit negatiu)  
→ do0 = nFLt (Servei operació habilitat)  
→ do1 = none (Lliure)  
→ do2 = none (Lliure)

#### 14.7.4 Autotuning

Donat que s'ha passat a paràmetres de fàbrica, es convenient realitzar un autotuning semiautomàtic per ajustar la regulació dels accionaments del servomotor. Com a límits de seguretat per realitzar el mode de funcionament autotuning aprofitarem la configuració feta anteriorment sobre les senyals d'entrades i sortides digitals del servodriver. Per tant, abans de començar el autotuning ens assegurarem que els selectors I4 i I5 estiguin activats.

Abans d'iniciar el moviment autotuning, especificarem la direcció de moviment per el autotuning. A través del paràmetre "Pnh" li indicarem que primer s'ha de moure en direcció positiva i després en direcció negativa amb retorn a la posició inicial.

Rdy → oP → tun- → StiM → Pnh (Positive Negative Home)

A continuació ja podem iniciar el moviment autotuning, i una vegada finalitzat correctament el procés, a la pantalla HMI ens sortirà la paraula donE.

Rdy → oP → tun- → tuSt (Inicia autotuning)

## 14.8 Creació del programa

A continuació, es fa una descripció de la creació del programa d'automatització, on es podrà fer el seguiment de la configuració realitzada a les diferents pantalles de SoMachine Central.

### 14.8.1 Creació del nou projecte

Una vegada tinguem instal·lat el software SoMachine Central V4.1 l'obrirem per crear el nostre programa. A la figura 93, podem veure la ubicació del software de programació.

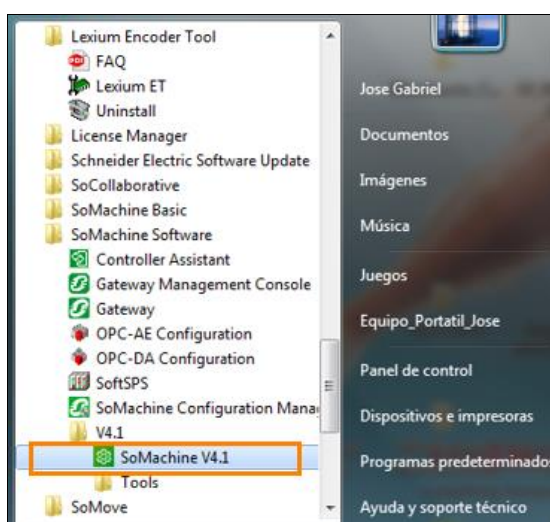


Figura 93. Software SoMachine V4.1

A la següent figura 94, podem veure la pantalla d'inici, que ens apareixerà al obrir el programa. Al seleccionar l'opció de "Nou projecte", ens sortiran diferents formes per iniciar el nostre projecte però nosaltres farem servir l'opció de "Proyecto vacio", on ens obrirà una finestra amb la pestanya "General" seleccionada per defecte on introduïrem el nom del nostre projecte.

A la pestanya de "Propiedades" poden editar altres dades d'informació addicionals com l'autor del projecte i altres comentaris. Una vegada introduïdes les dades, seleccionarem la pestanya de "Crear proyecto".

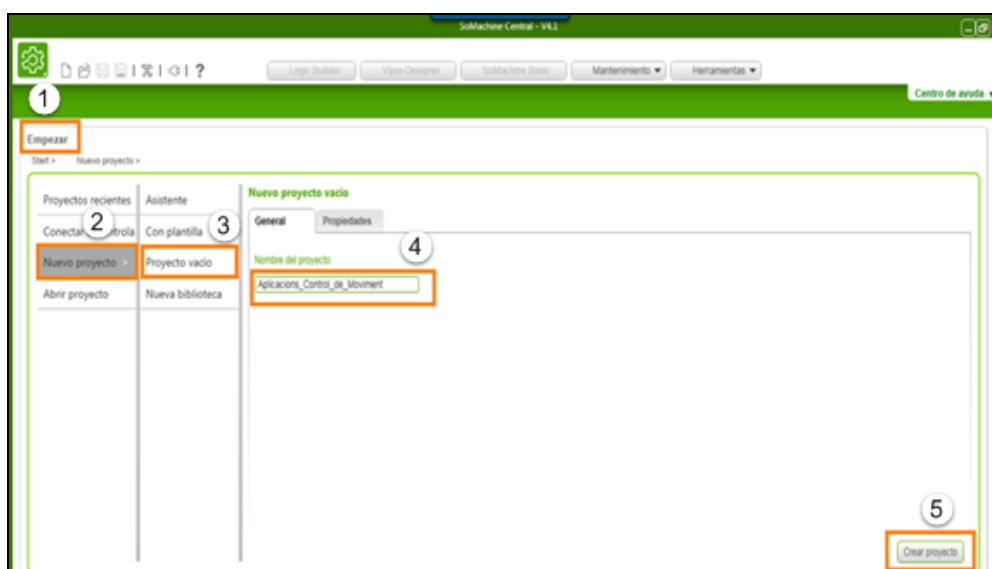


Figura 94. Nou projecte

A la següent figura 95, podem veure que una vegada que s'ha creat el nou projecte, ens apareixerà la pantalla general de SoMachine Central amb la pestanya de "flujo de trabajo" seleccionada, aquí clicarem l'àrea de "configuración" per afegir el nostre controlador de moviments. Al obrir-se l'àrea de configuració veurem la finestra de "Seleccione sus dispositivos" i seleccionarem el nostre controladors d'eixos LMC058LF42 per incorporar-lo al projecte. Una vegada incorporat el controlador d'eixos, clicarem a l'àrea de "Controlador" per obrir la pantalla de programació "Logic Builder", on podrem crear la configuració de l'arquitectura que tindrà el sistema de la nostre aplicació i la seva programació.

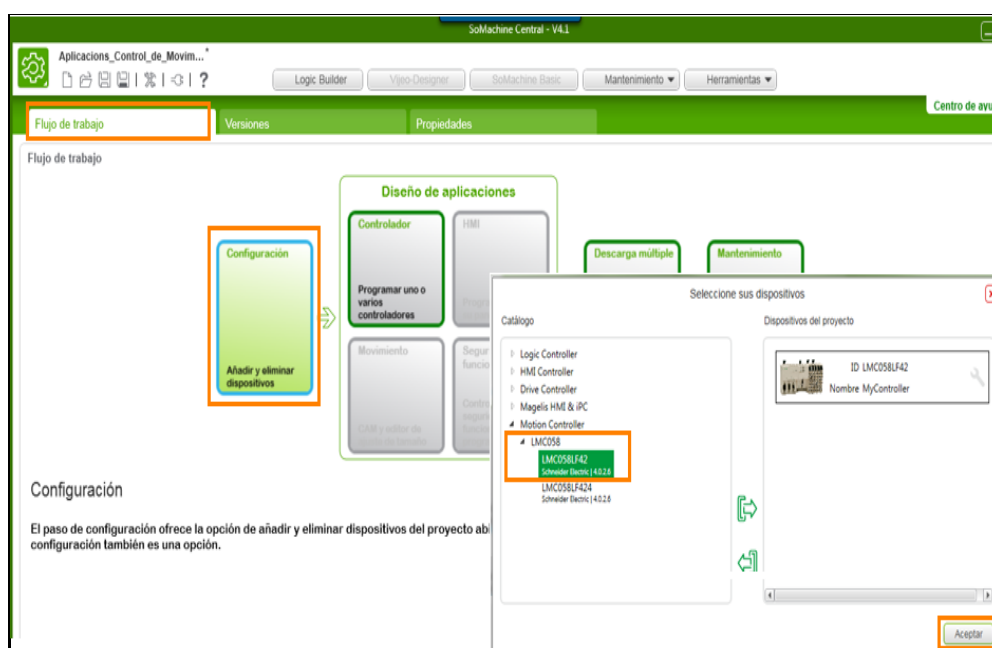


Figura 95. Selecció del controlador

A la figura 96, podem veure de la pantalla de programació “Logic Builder”, i si obrim les tres finestres del navegador del projecte (Herramientas, Dispositivos, Aplicaciones) podem veure l'estructura de cada una de les finestres amb les aplicacions creades per defecte. A la finestra de dispositius podem veure el controlador d'eixos (LMC058LF42) que hem incorporat.

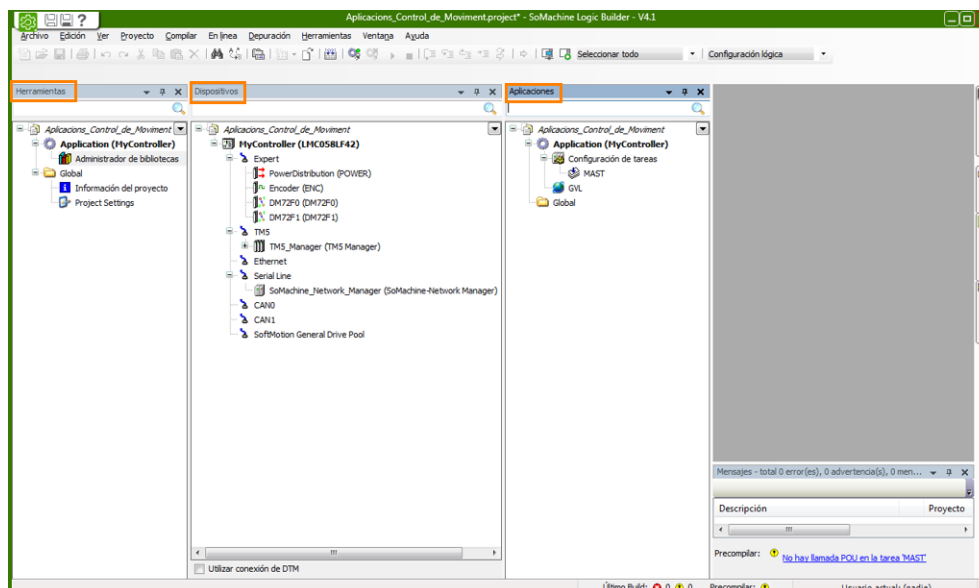


Figura 96. Finestres de navegació

La finestra de “Herramientas” la farem servir per afegir les llibreries necessàries per el control de moviment i les visualitzacions del projecte. La finestra de “Dispositivos” l'utilitzarem per crear l'estructura de hardware del projecte, afegint nous dispositius i configurar els objectes relacionats amb el hardware del controlador i el bus de camp escollit. La finestra de “Aplicaciones” l'utilitzarem per realitzar la programació de les aplicacions i tots els elements relacionats com poden ser la llista de variables globals, visualitzacions i POU's.

#### 14.8.2 Gestió de llibreries

A la següent figura 97, podem veure el “administrador de biblioteca” que es troba dins de la finestra de “Herramientas” del navegador de projecte. SoMachine agrega dinàmicament llibreries al projecte a mesura que agrega hardware. També és possible incloure llibreries addicionals clicant a sobre de “Agregar biblioteca” i agregant les llibreries necessària.

Per la gestió del control de moviment amb eixos mitjançant el bus CANopen, és imprescindible tenir agregades les següents llibreries: “LMC058 PLCSystem” per les aplicacions del

controlador d'eixos, “SM3\_Basic” per afegir el blocs de funcions de moviments i “SM3\_Drive\_CAM\_Schneider\_Lexium32” per el port de comunicació CAN.

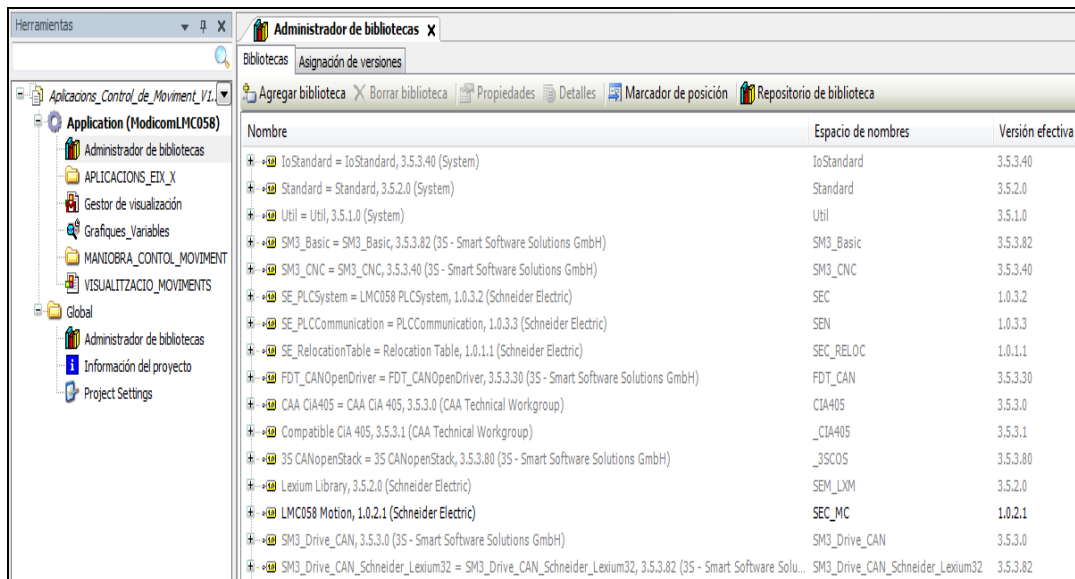


Figura 97. Llibries del programa

#### 14.8.3 Dispositius del controlador

A la figura 98, podem veure la finestra de “Dispositius”, on podem destacar tres nodes principals que surten del node general del controlador. A continuació es descriu la funcionalitat d'aquest nodes.

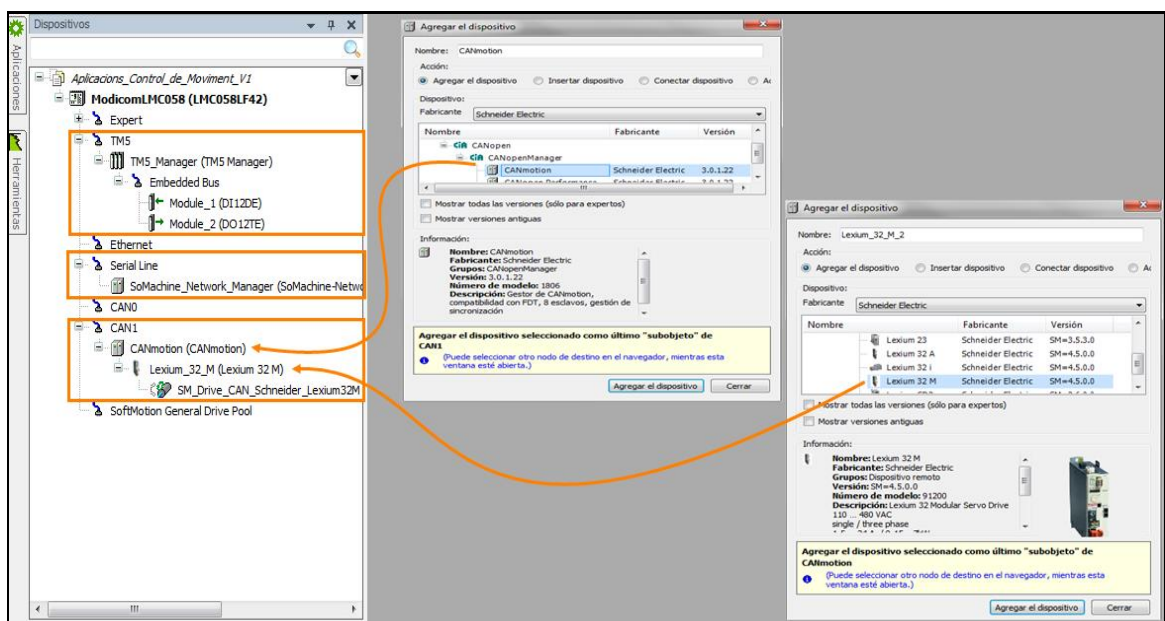


Figura 98. Finestra de dispositius

El primer node (TM5), mostra els objectes de funcions incrustades en el controlador tals com els mòduls del entrades (DI12DE) i mòdul de sortides (DO12TE). Aquest mòduls, els farem servir per connectar les senyals d'entrades i sortides digitals del nostre panell de comandament extern.

El segon node (Serial Line), mostra els objectes de comunicació sèrie. Aquest port, és el administrador de red i s'afegeix automàticament a la configuració del projecte. Nosaltres l'utilitzarem la línia sèrie per realitzar la programació del controlador.

El tercer node (CAN1), mostra els objectes de comunicació del bus de camp CAopen/CANmotion. Nosaltres farem servir el port CAN1 per realitzar la comunicació entre els controlador d'eixos LMC058 i el servodriver LXM32. Mitjançant aquest bus, realitzarem una tipologia de xarxa mestre-esclau, on el controlador d'eixos serà el mestre i el servodriver serà l'esclau. Per afegir el mestre i l'esclau a la xarxa CANopen/CANmotion, clicarem amb el botó dret a sobre del node CAN1 i seleccionarem l'opció "Agregar dispositivo", a continuació, s'obrirà una finestra on seleccionarem i agregarem el dispositiu CANmotion i dintre d'aquest, agregarem d'igual manera el dispositiu Lexium32M.

#### 14.8.4 Assignació de les variables d'entrades i sortides

Una vegada cablejades les entrades i sortides del panell de comandament extern amb els respectius mòduls del controlador, assignarem un nom de variable a cada una d'aquestes entrades i sortides. Per tant, per assignat el nom de les variables, farem doble clic a sobre del mòdul d'entrada o sortida que tenim a la finestra de dispositius del navegador. A continuació, s'obrirà la finestra del mòdul que hem escollit, on podrem editar els noms de les variables de programa que faran referència a la direcció que tenen assignada, també, introduïrem una petita descripció per cada una d'elles.

A la següent figura 99, tenim el navegador de dispositius amb les finestres d'assignació, que s'obriran dins l'àrea de treball quant es cliqui els mòduls d'entrades i sortides, on es poden observar les variables que s'ha definit i les direccions assignades a cada una d'aquestes variables.

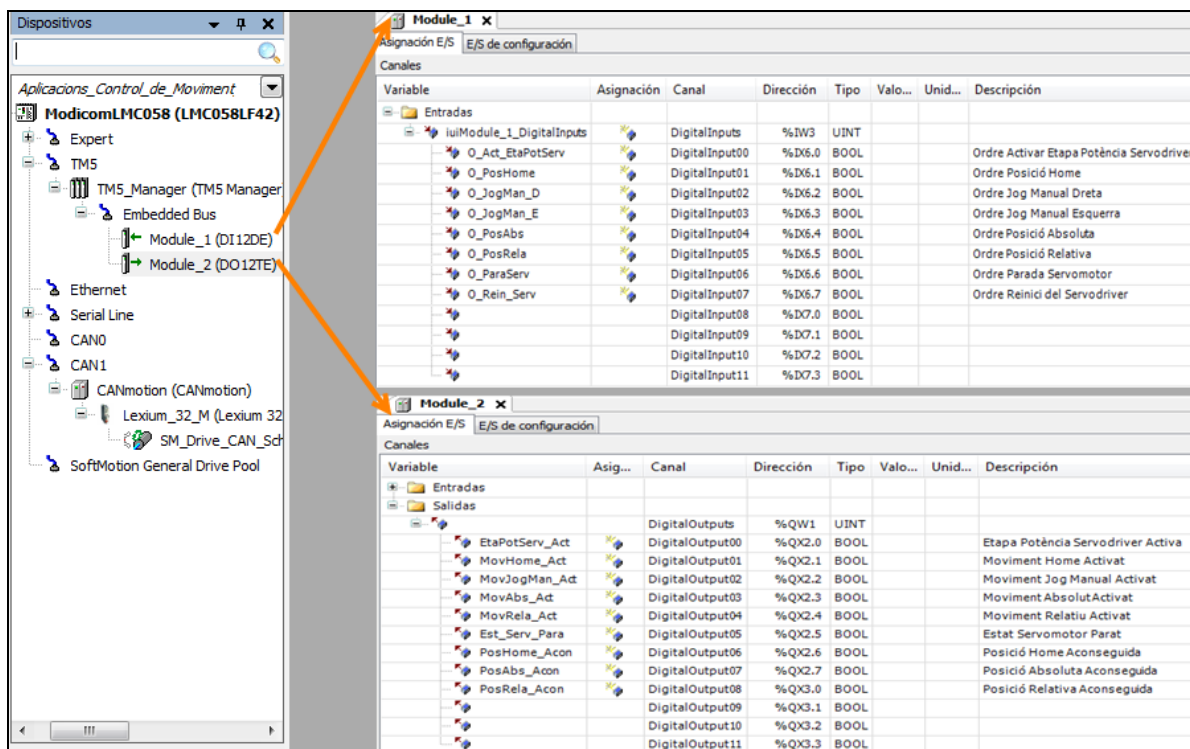


Figura 99. Assignació de variables d'entrades i sortides

#### 14.8.5 Configuració del port CAN

Per tal de poder realitzar la comunicació entre els diferents dispositius mitjançant el bus de camp, es necessari configurar la mateixa velocitat de transmissió en tots els dispositius. Anteriorment, es va realitzar la configuració del bus CANopen del servodriver directament des del panell HMI integrat, i ara configurarem el port CAN1 del controlador per la comunicació amb CANopen. A la figura 100, podem veure la finestra de configuració del port CAN1.

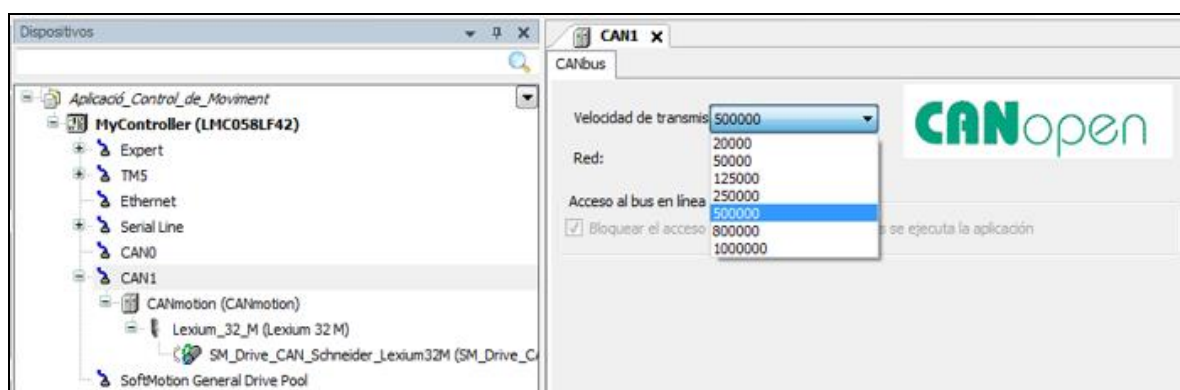


Figura 100. Configuració de la velocitat de transmissió del bus



### 14.8.6 Configuració del mestre CANopen

A la figura 101, podem veure la finestra de configuració del mestre CANopen. Una vegada que tenim incorporat el gestor de CANmotion, farem doble clic a sobre del gestor per obrir la finestra de configuració de propietats del mestre. El node ID identifica el node del controlador, pel nostre deixarem el que ve predeterminat per defecte (127). L'àrea “Sync” la tindrem activada per defecte i serveix per activar la generació del objecte per part del mestre, on deixarem la configuració predeterminada per defecte. En el cas de treballar amb tres de dos eixos, augmentaríem el valor de temps del període de cicle de bus.

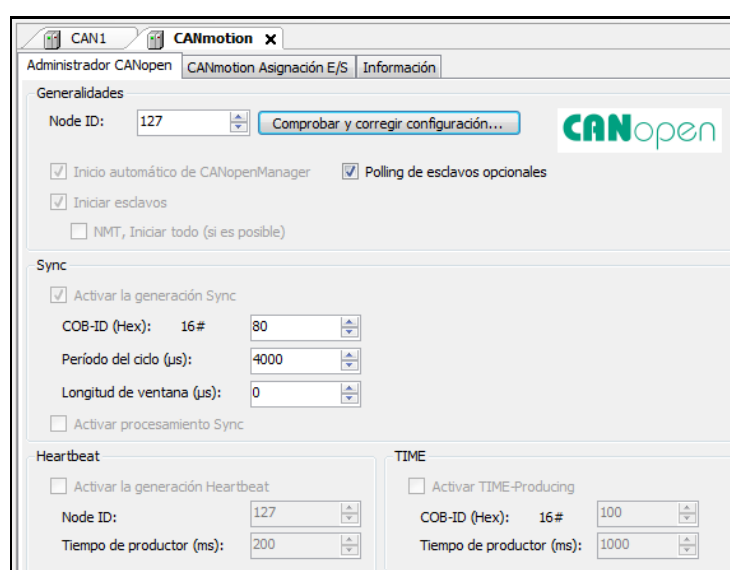


Figura 101. Configuració del mestre CANopen

### 14.8.7 Configuració de l'esclau CANopen

A la següent figura 102, podem veure la finestra de configuració de l'esclau CANopen. Per configurar aquest, ens situem a la finestra de dispositius i farem doble clic a sobre del dispositiu “Lexium\_32\_M”, i a l'àrea de treball s'obrirà una finestra amb diferents pestanyes per realitzar la configuració de l'esclau i la comunicació de dades. A continuació es descriu les pestanyes que farem servir per la configuració i comunicació de dades de l'esclau.

Dintre de la pestanya “Dispositivo remoto CANopen” introduïrem la direcció de l'esclau dintre del àrea de “Node ID”. Aquesta direcció de node ha de coincidir amb la direcció que anteriorment es va introduir al servodriver a través del panell HMI integrat al servodriver, per tant, li assignarem una direcció de node ID de 1.

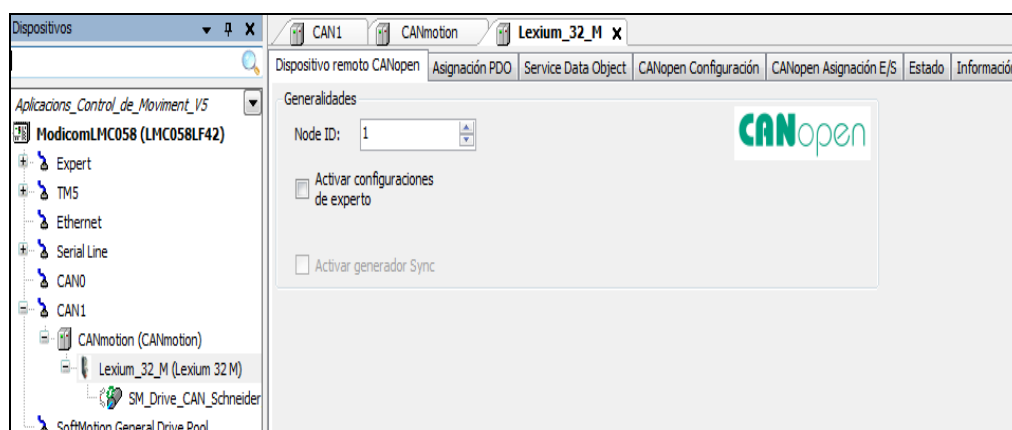


Figura 102. Assignació del node esclau

A la figura 103, podem veure la finestra “Asignación PDO”. Aquesta finestra, mostra i permet seleccionar els PDO (process data object) pre-configurats que estan en ús. Mitjançant els objectes de dades de processos o objectes de comunicació implícita, podrem llegir/escriure ràpidament dades del procés per aplicacions en temps real.

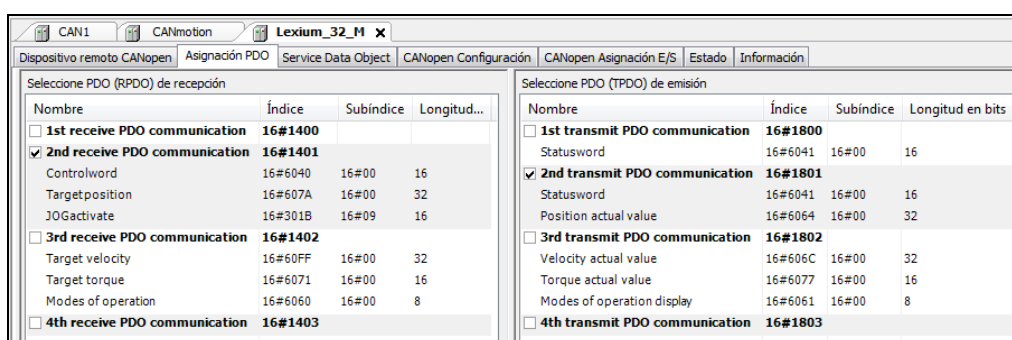


Figura 103. Assignació PDO

A la figura 104, podem veure la finestra “CANopen Assignació E/S”. Una vegada que s’han afegit o canviat els objectes dels PDO’s, s’hauran de declarar les variables en aquesta finestra, on es crearan les variables globals que s’assignen als objectes que s’han inclòs al PDO. Una vegada connectat, es podrà veure l’estat de les variables de comunicació.

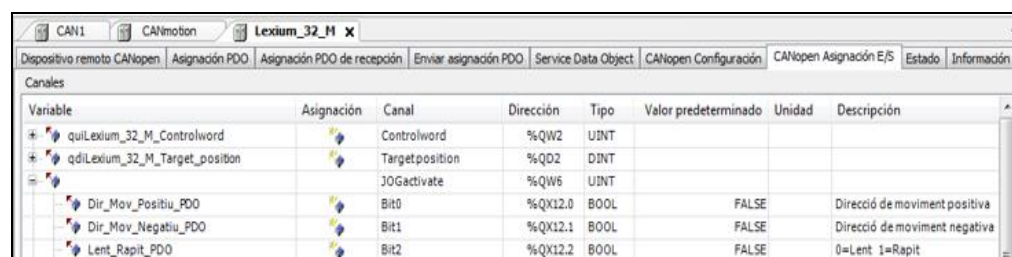


Figura 104. Assignació dels PDO

A la figura 105, podem veure la finestra dels “Service Data Object” o SDO. Els SDO s'utilitza per accedir als paràmetres dels dispositius que formen part dels nodes del controlador i que estan dintre de xarxa CANopen.

En aquesta pràctica s'han introduït dos paràmetres a la llista dels SDO. Els paràmetres afegits són, el mètode homing i la velocitat de homing. S'ha volgut introduir aquests paràmetres per comprovar quin mètode de homing s'està executant i comprovar la seva velocitat, així com també es pot fer servir per modificar el seu mètode homing i la seva velocitat en cas necessari mitjançant el programa. Per aquesta pràctica s'ha escollit el mètode homing 2 i una velocitat de homing de 60 (usr\_v).

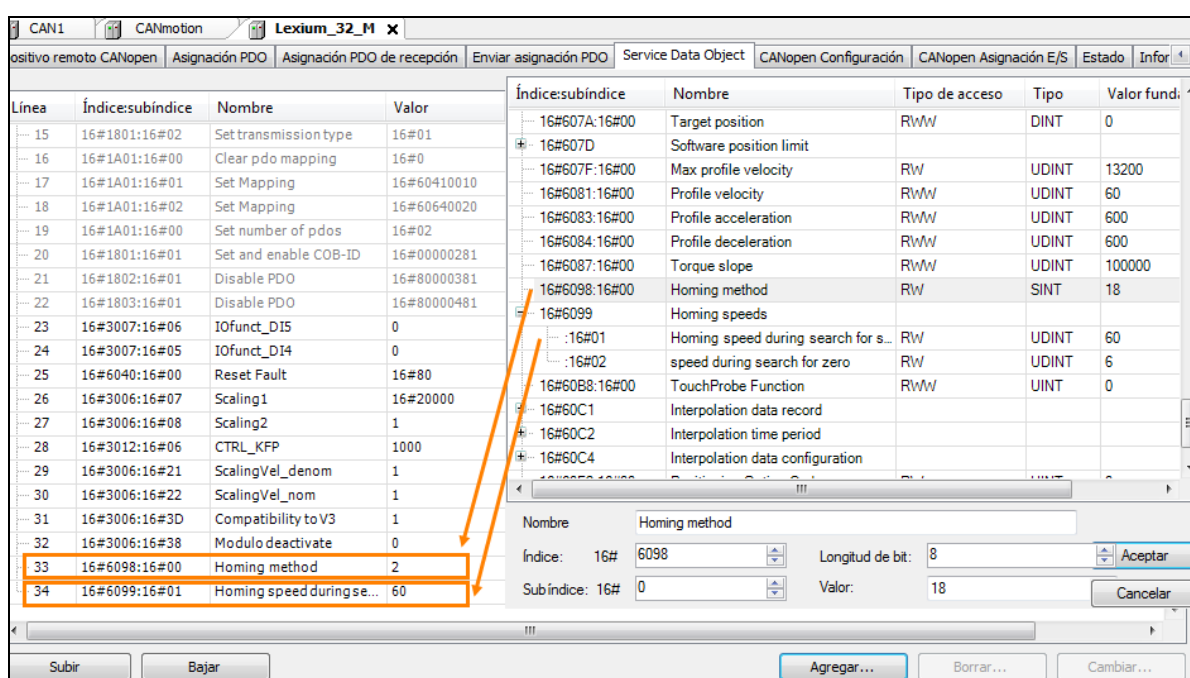


Figura 105. Llista dels SDO

Per afegir els paràmetres a la llista des SDO, necessitem conèixer el nom del paràmetre, la direcció de paràmetre via bus de camp i el tipus de dada. Una vegada que tenim aquestes dades, clicarem a l'àrea “Agregar” de la finestra dels SDO i les introduïrem a les caselles pertinents.

Aquestes dades les podem trobar al manual del servo accionament LXM32M. A la següent figura 106, podem veure les dades que fan referència a mètode homing recollides del manual i la seva ubicació dintre de les caselles.

Nombre de parámetro Menú HMI Nombre HMI	Descripción	Unidad Valor mínimo Ajuste de fábrica Valor máximo	Tipo de dato R/W Persistente Avanzado	Dirección de parámetro vía bus de campo
HMmethod	Método de referenciado 1: LIMN con pulso índice 2: LIMP con pulso índice 7: REF+ con pulso índice, inv., exterior 8: REF+ con pulso índice, inv., interior 9: REF+ con pulso índice, no inv., interior 10: REF+ con pulso índice, no inv., exterior 11: REF- con pulso índice, inv., exterior 12: REF- con pulso índice, inv., interior 13: REF- Nombre Homming method 14: REF- Índice: 16# 6098 Longitud de bit: 8 17: LIMN 18: LIMF Subíndice: 16# 0 Valor: 0 23: REF+, inv., exterior 24: REF+, inv., interior	- 1 18 35	INT8 INT16 INT16 INT16 R/W - -	CANopen 6098:0h Modbus 6936 Profibus 6936 CIP 127.1.12

Figura 106. Paràmetres de bus de camp per mètode homing

A la figura 107, podem veure les dades del bus CANopen que fan referència a la velocitat de homing recollides al manual.

HMv	Velocidad de destino para la búsqueda del interruptor (280)	usr_v	UINT32	CANopen 6099:1h
oP → hoP-	El valor se limita internamente al ajuste actual del parámetro en RAMP_v_max.	1	UINT32	Modbus 10248
hPn	Los ajustes modificados se aceptan durante el siguiente movimiento del motor.	60	UINT32	Profibus 10248
		2147483647	UINT32	CIP 140.1.4
			R/W	
			per.	
			-	

Figura 107. Paràmetres de bus de camp per velocitat de homing

A la següent figura 108, podem veure la pestanya de "Estado", en aquesta finestra es poden fer les peticions de lectura i escriptura dels SDO quant s'estigui monitoritzant el programa de manera online. En aquesta finestra apareix un àrea amb tot lo necessari per realitzar la petició de la lectura y escriptura dels paràmetres.

Per exemple, si es vol fer una petició de lectura de corrent real del motor, li indicarem la direcció CANopen d'aquest paràmetre. Una vegada introduïdes totes les dades sobre la petició, clicarem a la pestanya "Leer SDO", i si fos una petició de escriptura clicariem a la pestanya de "Escribir SDO". Si el valor que surt al apartat de "Resultado" és 16#0, significa que s'ha produït un error i per tant no s'ha realitzat la petició.

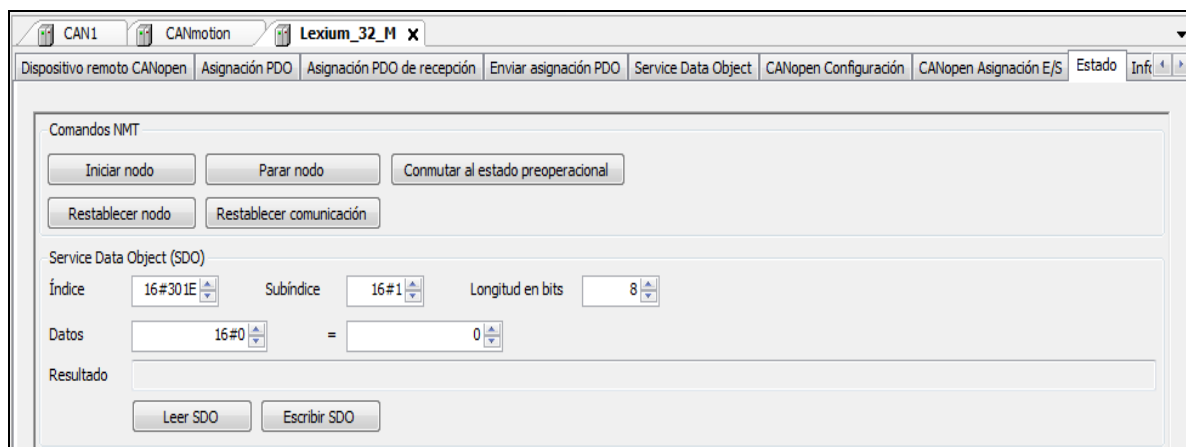


Figura 108. Petició de lectura o escriptura d'un paràmetre

#### 14.8.8 Configuració de l'eix de moviment

A la figura 109, podem veure la finestra de configuració de treball l'eix de moviment. Per realitzar la seva configuració, farem doble clic a sobre del dispositiu “SM\_Drive\_CAN\_Schneider\_Lexium32M” de la finestra de dispositius del navegador.

A la pestanya “Accionamientos Softmotion: Parametros de base” introduïrem els paràmetres del comportament de l'eix. Per realitzar aquesta pràctica, volem treballar en unitats de mil·límetres per controlar el desplaçament lineal de la cinta, per tant, seleccionarem l'opció que defineix aquests l'eix com de tipus lineal. També especificarem el tipus de rampa de velocitat, i seleccionarem l'opció trapezoïdal, ja que volem un tipus de rampa de velocitat que produeixi transicions de velocitat progressives.

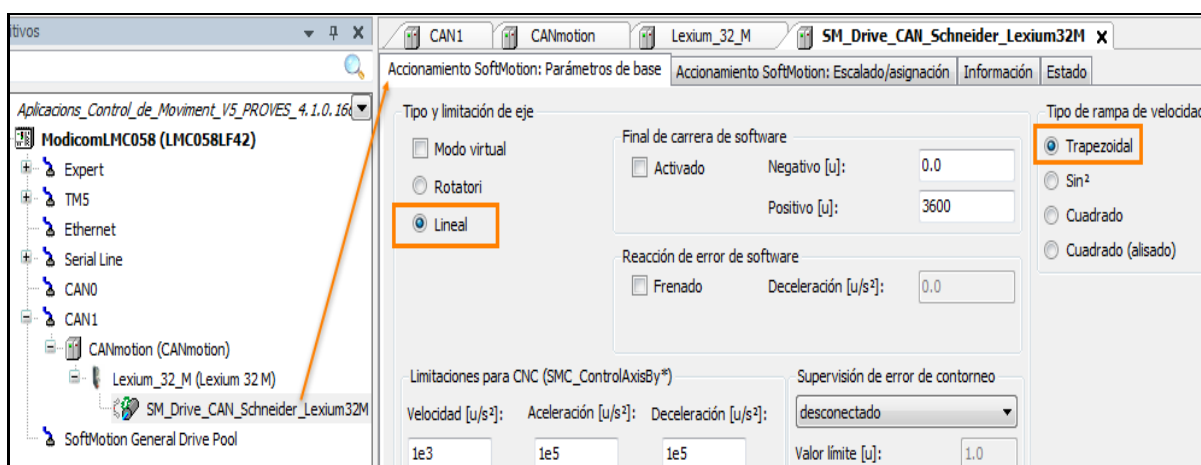


Figura 109. Configuració de treball de l'eix

A la pestanya "Accionamientos Softmotion: Escalado/asignación" configurarem els factors de conversió. Els factors de conversió ens permeten definir la relació existent entre les unitats del servomotor per volta i les unitats amb les que es treballa (unitats d'usuari). A la figura 110, es pot veure la configuració realitzada per aquesta pràctica, treballant com un eix lineal i sense cap reductor.

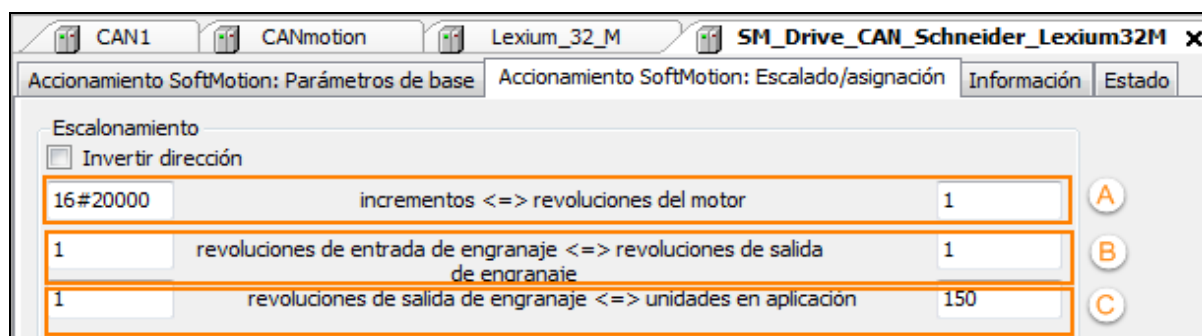


Figura 110. Escalat del sistema lineal

A: Número de pulsos generats d'encoder durant una revolució del servomotor. Tal i com s'ha calculat a l'equació 2 del projecte sabem que amb la resolució del servodriver tenim 131072 increments (pulsos/revolució). Per tant afegirem una revolució del motor per cada 131072 pulsos o increments. El valor dels increments els afegirem en hexadecimal (16#20000) que equival a 131072 en decimal.

B: Ens marca la relació de transmissió entre l'entrada i la sortida. En el nostre cas, l'eix del servomotor està acoblat directament a la roda motriu, i les dos rodes del mòdul lineal tenen el mateix diàmetre. Per tant, la nostra relació de transmissió és unitària i afegirem una revolució de sortida per cada revolució d'entrada.

C: Unitats de posició de desplaçament de la càrrega física per quantitat de revolucions. Donat que s'ha escollit una configuració de tipus lineal per l'eix, aquest paràmetre el tindrem d'introduir en unitats longitud. Tal i com s'ha calculat a l'equació 1 del projecte, sabem que per cada volta de la roda, la cinta del mòdul lineal tindrà un desplaçament de 150 mm. Per tant, afegirem 150 unitats per cada revolució de sortida.

A conseqüència de l'escalat, totes les unitats de desplaçament (e), velocitat (v) i acceleració (a) s'expressaran amb la nova unitat d'usuari (u\_usr) respecte al segon. En aquesta pràctica tenim que una unitat d'usuari equival a 1 mm, per tant tenim que:

$$e = u\_usr \rightarrow e = mm$$

$$v = u\_usr/s \rightarrow v = mm/s$$

$$a = u\_usr/s^2 \rightarrow a = mm/s^2$$

#### 14.8.9 Creació llista variables globals

A la següent figura 111, podem veure com s'ha creat la llista de variables globals d'aquesta pràctica. Des de la finestra de aplicacions del navegador, farem clic amb el botó dret a sobre de “Aplicació myController” i agregarem l'objecte “Lista de variables globales”. Una vegada que tenim afegit aquest objecte, farem doble clic sobre aquesta per editar les variables que volem definir.

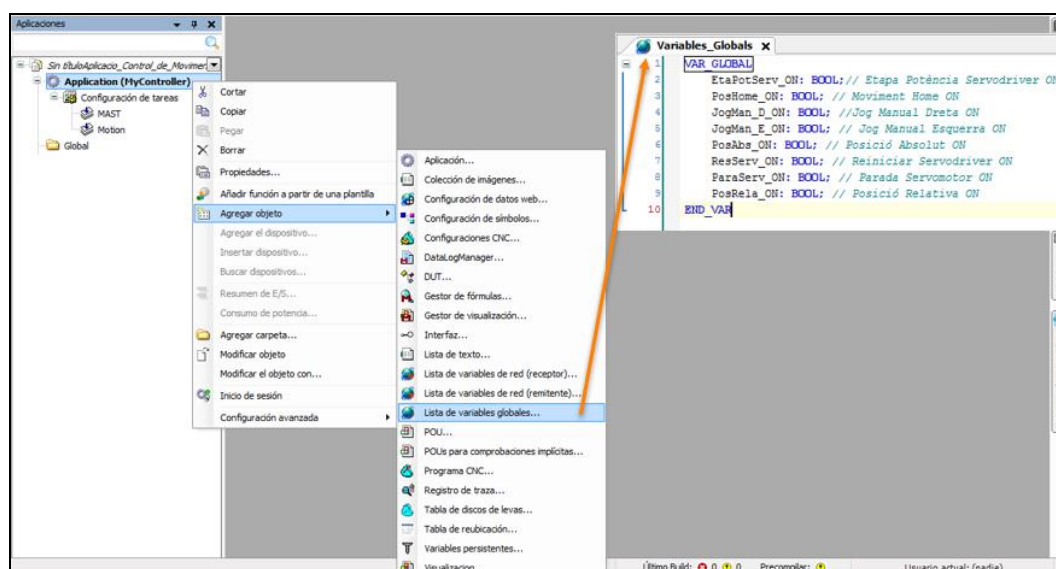


Figura 111. Creació de les variables globals

A la taula 40, podem veure la llista de variables globals que compartirem amb les diferents unitats de programa (POU's).

Variable	Tipus	Descripció
EtaPotServ_ON	BOOL	Etapa Potència Servodriver ON
PosHome_ON	BOOL	Moviment Home ON
JogMan_D_ON	BOOL	Jog Manual Dreta ON
JogMan_E_ON	BOOL	Jog Manual Esquerra ON
PosAbs_ON	BOOL	Posició Absolut ON
ResServ_ON	BOOL	Reiniciar Servodriver ON
ParaServ_ON	BOOL	Parada Servomotor ON
MovCon_ON	BOOL	Posició Relativa ON

Taula 40. Variables Globals



#### 14.8.10 Creació de les POU's

A través de la finestra “Aplicaciones” del navegador, crearem les diferents unitats de programació (POU's) de la pràctica. Una POU és un objecte en SoMachine on es descriu el codi de programa. El llenguatge de programació utilitzat en totes les POU's serà el diagrama de contactes (LD).

A la figura 112, es pot veure els menús per crear una POU. Si cliquem a sobre de l'opció “POU”, sens obrirà una finestra per introduir el nom de la POU, en aquest cas (POEWR\_X), i per escollir el llenguatge de programació de la POU. Finalment clicarem a la pestanya “Agregar” per introduir la nova POU a l'estructura d'aplicacions.

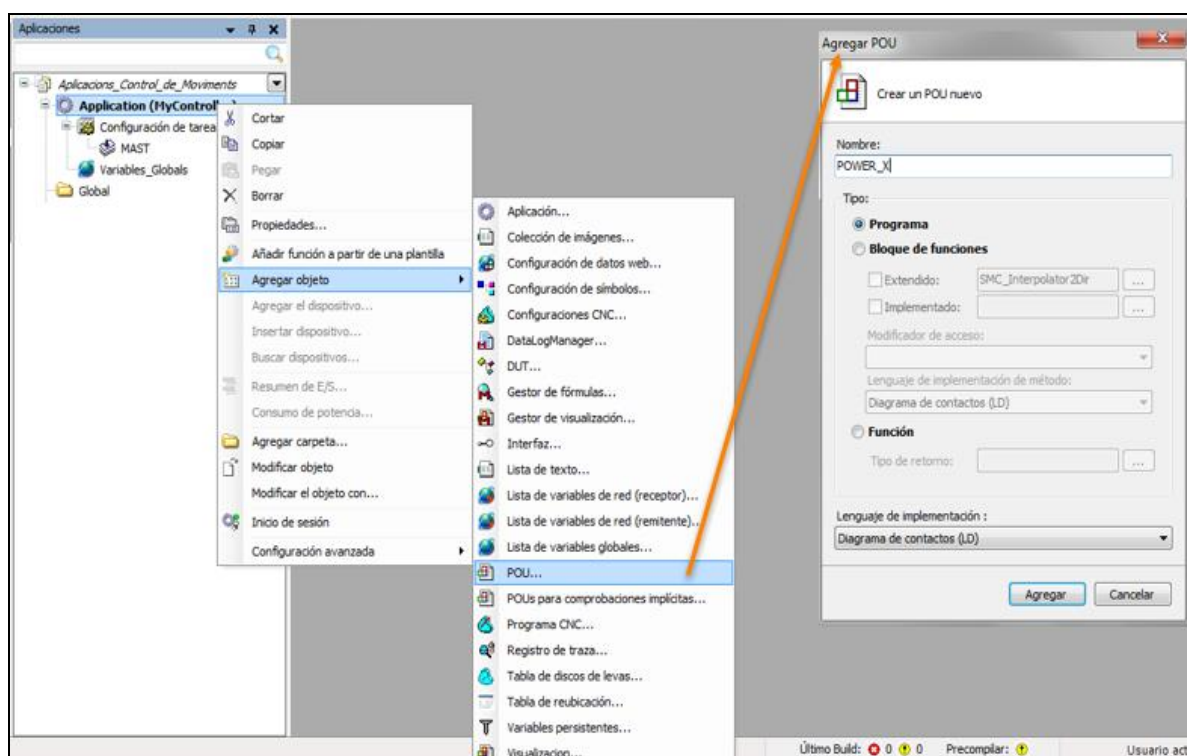


Figura 112. Creació de la POU

Per complir amb els requeriments sobre el control de posicionament de la pràctica, crearem diferents POU's, on cada POU tindrà una funció específica. Per una part crearem una POU on es farà la crida de les diferents aplicacions de posicionament i per altre part crearem vuit POU's on cadascuna representa una aplicació sobre el control de moviment d'un eix.



#### 14.8.11 Descripció dels programes d'aplicacions

A la figura 113, es pot veure les vuit POU's o unitats de programes que formen part de la carpeta de programes "APLICACIONS\_EIX\_X". Com podem veure, totes les aplicació porten la terminació en "X", això s'ha fet per indicar que treballem sobre un eix de moviment, que en aquest cas li hem dit "X". A continuació, explicarem cada una de les aplicacions que formen part del control de posicionament de l'eix, i així podrem entendre millor la seva programació i funcionalitat.

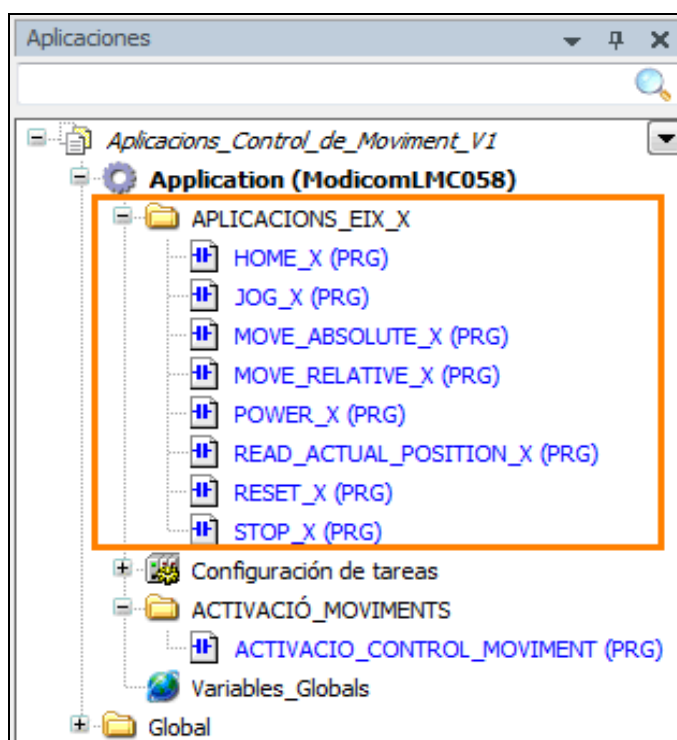


Figura 113. POU's d'aplicació de moviments

Tots els blocs de funcions de moviments que intervenen a la programació, tenen en comú que estaran referenciats al mateix servo actuador o eix de moviment "SM\_Drive\_CAN\_Schneider\_Lexium32M". Aquest servo actuador, representa el servomotor de la nostre maqueta.

La POU "POWER\_X" s'utilitzarà per habilitar l'eix de moviment, activant l'etapa de potència del servodriver, el qual proporcionarà la potència necessària al servomotor per realitzar els diferents moviments de l'eix X. Per realitzar aquesta funció, farem servir el bloc "MC\_POWER", el qual podem veure a la següent figura 114.

Abans de realitzar qualsevol funció de moviment, és imprescindible tenir el bloc de funció "MC\_POWER" habilitat, ja que per realitzar qualsevol moviment necessitem tenir l'etapa de potència del servodriver activada perquè envii al servo actuator la potència necessària. Si el sistema detecta alguna de les entrades de seguretats activades com poden ser els límits de recorregut màxim o el polsador d'emergència, es crearà un missatge d'error al panell HMI integrat del servodriver i desactivarà automàticament l'etapa de potència, d'igual manera inhabilita el bloc de funció "MC\_POWER" i per tant, s'aturarà el moviment de qualsevol funció que s'estigui executant en aquell moment. Una vegada solucionat el problema, es podrà restablir el sistema de posicionament reiniciant el servodriver, per tornar a novament a un estat operatiu.

Aquest bloc està referenciat al l'eix de moviment "SM\_Drive\_CAN\_Schneider\_Lexium32M", i quan activem l'interruptor "EtaPotServ" del panell de comandament extern, enviarà l'ordre per activar l'etapa de potència del nostre servodriver Lexium32M mitjançant la variable global "EtaPotServ\_ON" de tipus BOOL, que actua sobre l'entrada "bRegulatorOn" del bloc. Una vegada estigui habilitat, la sortida "Status" del bloc passarà a estat alt i mitjançant la variable de sortida "EtaPotServ\_Act" de tipus BOOL, la qual donarà la senyal per alimentarà el led indicador d'estat al panell de comandament extern. Ara el servodriver ja pot proporcionar la potència necessària per els moviment del servo actuator.

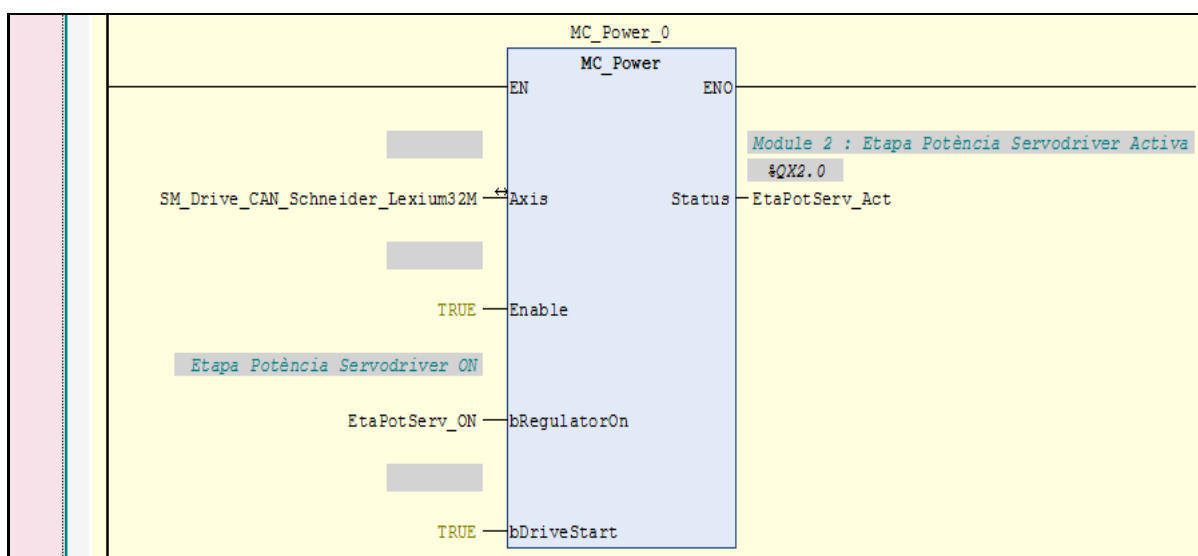


Figura 114. Activació etapa de potència servodriver

La POU "HOME\_X" s'utilitzarà per realitzar el posicionament de referència del sistema (homing), es a dir, ens posicionarà l'eix a un punt de partida inicial, per realitzar els posteriors moviments. Recordem que el mètode homming escollit anteriorment és el mètode 2 i el seu valor de velocitat de destí és de 60 usr/s. Per realitzar aquesta funció farem servir el bloc "MC\_HOME", el qual podem veure a la següent figura 115.

Aquest bloc està referenciat al nostre eix de moviment, i quant activem l'interruptor "PosHome" del panell de comandament extern, enviarà l'ordre per iniciar el moviment de homing mitjançant la variable global "PosHome\_On" de tipus BOOL, que actua sobre l'entrada "Execute" del bloc. Mitjançant la variable constant "Pos\_Home\_X" de tipus LREAL, que actua sobre l'entrada "position" del bloc, li assignem un valor de posició home de 0 usr, aquest valor serà el que adoptarà quan l'eix finalitzi el moviment de la funció homing. Mentre s'estigui executant el moviment homing, la sortida "Busy" del bloc estarà en estat alt, activant la variable de sortida "MovHome\_Act" de tipus BOOL, la qual donarà la senyal per alimentar el led indicador d'estat al panell de comandament extern, per indicar-nos que s'està executant el moviment de referenciat, una vegada finalitzat aquest moviment, la sortida "Busy" passarà a estat baix i desactivarà el led indicador.

Per veure realment que l'eix ha arribat a la posició de homing, fem servir operadors matemàtics, comparant el valor de lectura actual de l'eix amb el valor de posició de homing assignat (usr=0). Quant aquest operadors compleixen les condicions, s'activarà la variable de sortida "PosHome\_Acon" de tipus BOOL, la qual donarà la senyal per alimentar el led indicador d'estat al panell de comandament extern, per indicar-nos que l'eix està referenciat a la posició de homing.

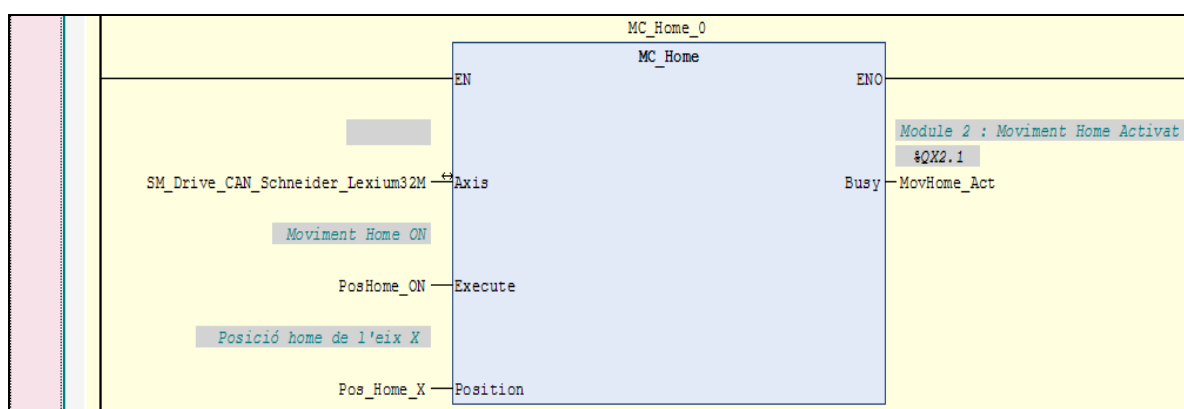


Figura 115. Activació moviment homing

La POU "JOG\_X" s'utilitzarà per realitzar moviments manuals en els dos sentits de la marxa. Per realitzar aquesta funció farem servir el bloc "MC\_Jog", el qual podem veure a la següent figura 116.

Aquest bloc està referenciat al nostre eix de moviment, i quant situem el selector del comandament extern a la posició "JogMan\_D", enviarà l'ordre per iniciar el moviment en sentit horari mitjançant la variable global "JogMan\_D\_ON" de tipus BOOL, que actuarà sobre l'entrada "JogForward" del bloc. D'igual manera, si situem el selector a la posició "JogMan\_E", enviarà l'ordre per iniciar el moviment en sentit antihorari mitjançant la variable global "JogMan\_E\_ON" de tipus BOOL, que actuarà sobre l'entrada "JogBackward" del bloc. Per realitzar els desplaçaments, li assignarem uns valors constants de velocitat (usr/s), acceleració (usr/s<sup>2</sup>) i desceleració (usr/s<sup>2</sup>), mitjançant la variable constant "Vel\_Jog\_X" de tipus LREAL per la velocitat, la variable constant "Acc\_Jog\_X" de tipus LREAL per l'acceleració i la variable constant "Dec\_Jog\_X" de tipus LREAL per la desceleració. Per indicar-nos que s'està executant el moviment manual, la sortida del bloc "Busy" passarà a estat alt, activant la variable de sortida "MovJogMan\_Act" de tipus BOOL, la qual donarà la senyal per alimentar el led indicador d'estat al panell de comandament extern, aquest led indicador es desactivarà quant parem el moviment manual.

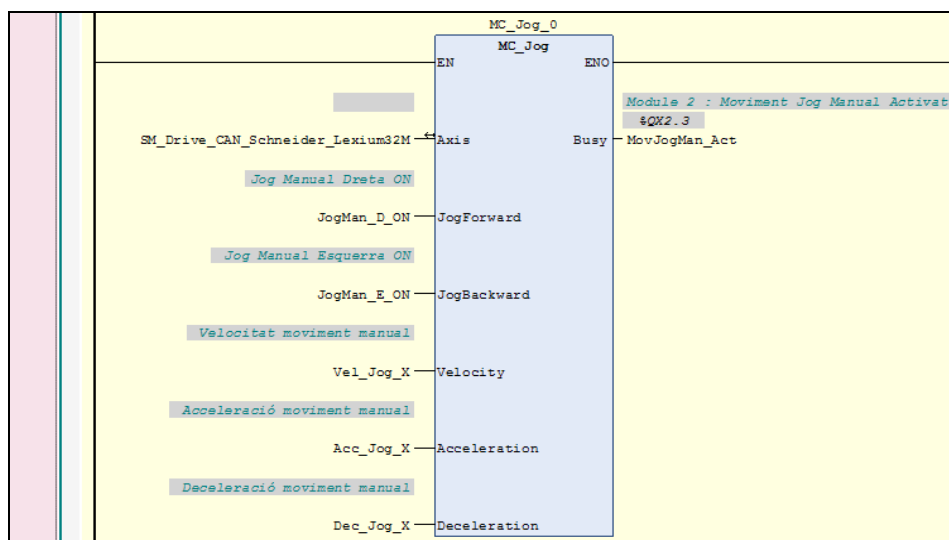


Figura 116. Activació moviment manual

La POU "MOVE\_ABSOLUTE\_X" s'utilitzarà per posicionar l'eix a un valor de posició absoluta desitjada. Per realitzar aquesta funció farem servir el bloc "MC\_MoveAbsolute", el qual podem veure a la següent figura 117.

Aquest bloc està referenciat al nostre eix de moviment, i quant activem l'interruptor "PosAbs" del comandament extern, enviarà l'ordre per iniciar el moviment absolut mitjançant la variable global "PosAbs\_ON" de tipus BOOL, que actuarà sobre l'entrada "Execute" del bloc. Per assignar un valor de posició absoluta, s'introduirà el valor desitjat en unitats d'usuari (usr), al bloc de funció "MC\_MoveAbsolute" de la pantalla de visualització, sent 1mm equivalent a 1usr. Aquest valor de posició actuarà sobre la variable "MC\_MoveAbsolute\_0.Position" de tipus LREAL, que actuarà sobre la variable d'entrada "Position" del bloc. Per iniciar el moviment, se li assignarà un valor constants de velocitat (usr/s), acceleració (usr/s<sup>2</sup>) i desceleració (usr/s<sup>2</sup>), mitjançant la variable constant "Vel\_Mov\_Abs\_X" de tipus LREAL per la velocitat, la variable constant "Acc\_Mov\_Abs\_X" de tipus LREAL per l'acceleració i la variable constant "Dec\_Mov\_Abs\_X" de tipus LREAL per la desceleració.

Per assignar el valor de la posició absoluta, s'ha volgut fer interactuant des de la pantalla de visualització, que crearem al següent punt, per poder assignar o canviar aquest valor de posició absoluta tantes vegades com vulguem d'una manera molt més còmoda i sense tenir que tocar el programa. Per tant, per introduir el valor de la posició absoluta, simplement tindrem de posicionar-nos al bloc de funció de posició absoluta de la pantalla de visualització i assignar o canviar el valor que desitgem des del teclat del PC.

Les variables dels blocs de visualització que farem servir a la pantalla de visualització, estarà referenciades amb les variables dels seus respectius bloc del programa mitjançant en nom que li assignem nosaltres al bloc del programa. En aquest cas, el bloc de visualització "MC\_MoveAbsolute" està referenciat al bloc del programa mitjançant el nom "MC\_MoveAbsolute\_0", i per poder interactuar des del bloc de visualització és necessari indicar-li la direcció de ruta a la variable del bloc del programa amb la qual volem compartir les dades. Per això, en aquest cas que hem fet per la posició absoluta, hem introduït a la variable "Position" del bloc del programa, la ruta "MC\_MoveAbsolute\_0.Position", sent "MC\_MoveAbsolute\_0" el nom d'aquest bloc i "Position" el nom de la variable amb la qual volem compartir les dades.

Mentre s'estigui executant el moviment absolut, la sortida "Busy" del bloc estarà en estat alt, activant la variable de sortida "MovAbs\_Act" de tipus BOOL, la qual donarà la senyal per alimentar el led indicador d'estat al panell de comandament extern, per indicar-nos que s'està executant el moviment absolut, una vegada s'arribi a la posició absoluta, la sortida "Busy" passarà a estat baix i desactivarà aquest led indicador.

Per indicar-nos que l'eix ja ha arribat a la posició absoluta, fem servir operadors matemàtics, comparant el valor de lectura actual de l'eix amb el valor de posició absoluta assignada. Quant els operadors compleixin les condicions de programa, s'activarà la variable de sortida "PosAbs\_Acon" de tipus BOOL, la qual donarà la senyal per alimentar el led indicador d'estat al panell de comandament extern, per indicar-nos que l'eix ja ha arribat a la posició absoluta que li hem assignat.

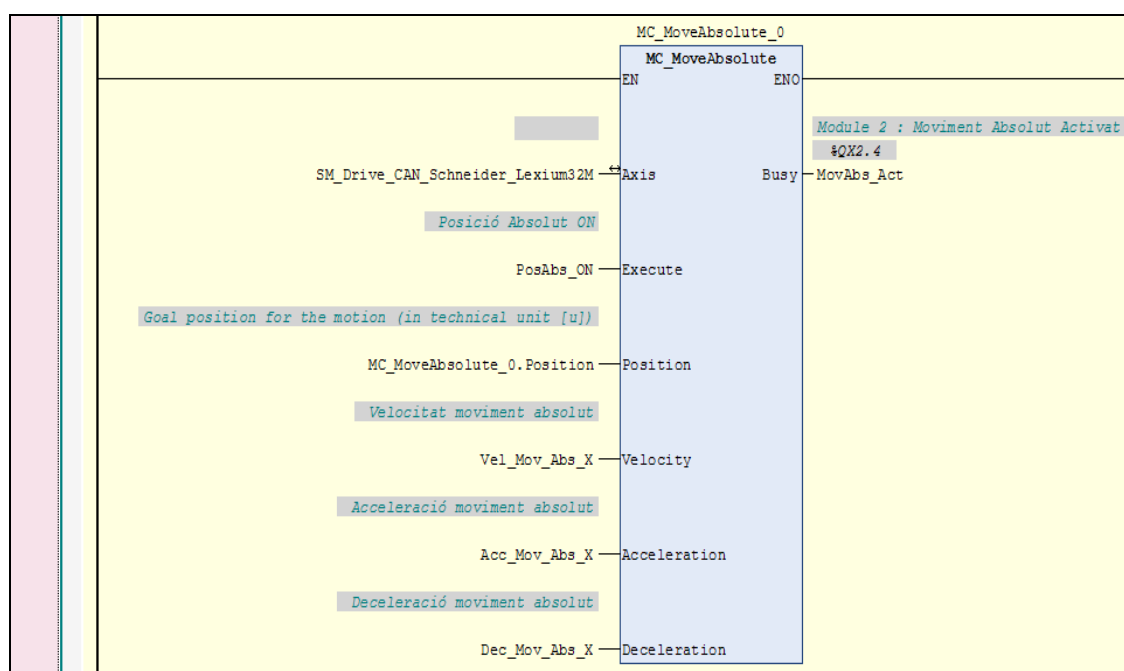


Figura 117. Activació moviment absolut

La POU "MOVE\_RELATIVE\_X" s'utilitzarà per posicionar l'eix a un valor de posició relativa desitjada, de manera que es podrà realitzar el mateix desplaçament repetides vegades. Per realitzar aquesta funció farem servir el bloc "MC\_MoveRelative", el qual podem veure a la següent figura 118.

Aquest bloc està referenciat al nostre eix de moviment, i quant activem l'interruptor "PosRela" del comandament extern, enviarà l'ordre per iniciar el desplaçament relatiu mitjançant la variable global "PosRela\_ON" de tipus BOOL, que actuarà sobre l'entrada "Execute" del bloc. Per assignar un valor de desplaçament relatiu, s'introduirà el valor desitjat en unitats d'usuari (usr), al bloc de funció "MC\_MoveRelative" de la pantalla de visualització, sent 1mm equivalent a 1usr. Aquest valor de desplaçament, actuarà sobre la variable "MC\_MoveRelative\_0.Distance" de tipus LREAL, que actuarà sobre la variable d'entrada "Distance" del bloc. Per iniciar el moviment, se li assignarà un valor constants de velocitat (usr/s), acceleració (usr/s<sup>2</sup>) i desceleració (usr/s<sup>2</sup>), mitjançant la variable constant

"Vel\_Mov\_Rla\_X" de tipus LREAL per la velocitat, la variable constant "Acc\_Mov\_Rla\_X" de tipus LREAL per l'acceleració i la variable constant "Dec\_Mov\_Rla\_X" de tipus LREAL per la desceleració.

Per assignar el valor de desplaçament relatiu, també ho farem interactuant sobre la pantalla de visualització. Simplement assignant o canviant el valor de desplaçament relatiu desitjat a la visualització "MC\_MoveRelative" des del teclat del PC, sense tenir que modificar el programa. Per tant, per enviar el valor de desplaçament des del bloc de visualitzador al bloc del programa, introduïrem la direcció de ruta a l'entrada "Distance" del bloc del programa. D'aquesta manera s'ha introduït a la variable "Position" del bloc del programa, la ruta "MC\_MoveRelative\_0.Distance", sent "MC\_MoveRelative\_0" el nom del bloc i "Posición" el nom de la variable amb la qual volem compartir dades.

Mentre s'estigui executant el moviment relatiu, la sortida "Busy" del bloc estarà en estat alt, activant la variable de sortida "MovRela\_Act" de tipus BOOL, la qual donarà la senyal per alimentar el led indicador d'estat de moviment al panell de comandament extern, per indicar-nos que s'està executant el moviment relatiu, i una vegada s'arribi a la posició relativa assignada, la sortida "Busy" passarà a estat baix, desactivant aquest led indicador i la sortida "Done" del bloc passarà a estat alt, activant la variable de sortida "PosRela\_OK" de tipus BOOL, la qual donarà la senyal per alimentar el led indicador de posició relativa aconseguida al panell de comandament extern. Quant l'eix faci qualsevol altre moviment, es desactivarà aquest led indicador d'estat actual.

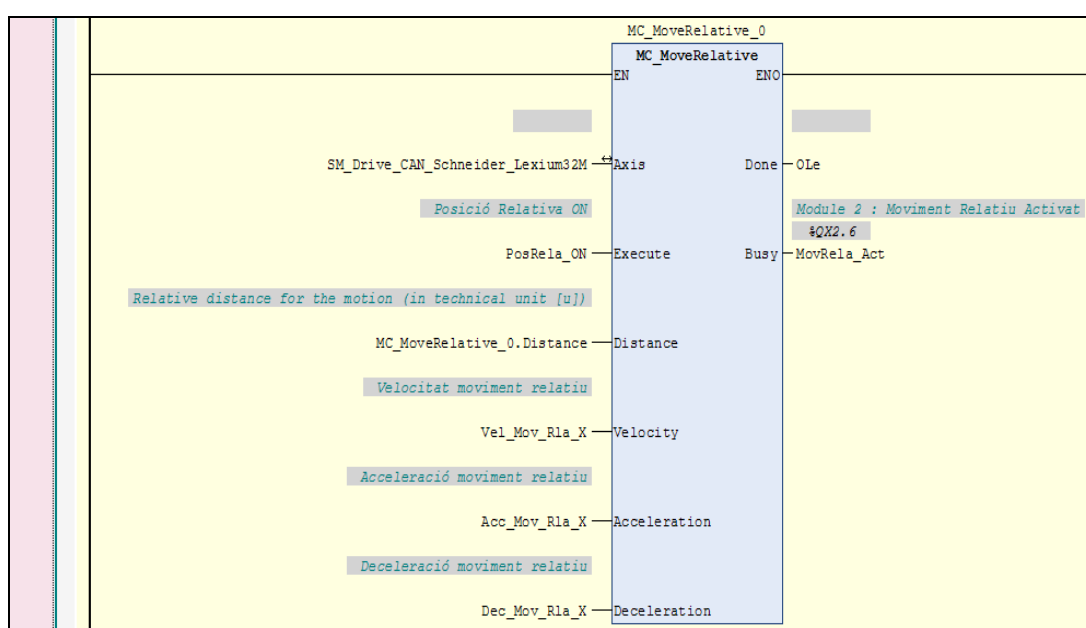


Figura 118. Activació moviment relatiu

La POU "READ\_ACTUAL\_POSITION\_X" s'utilitzarà per llegir la posició actual de l'eix. Per realitzar aquesta funció farem servir el bloc "MC\_MoveRelative", el qual podem veure a la següent figura 119.

Aquest bloc està referenciat al nostre eix de moviment, i sempre estarà habilitat per poder llegir en tot moment la posició real de l'eix.

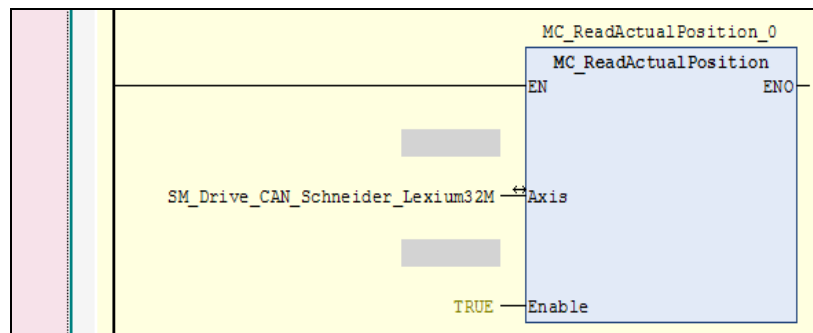


Figura 119. Lectura de posició real actual

La POU "Reset\_X" s'utilitzarà per reiniciar el servo actuator quant aparegui algun tipus d'error al display del servodriver. Per realitzar aquesta funció farem servir el bloc "MC\_Reset", el qual podem veure a la següent figura 120.

Aquest bloc està referenciat al nostre eix de moviment, i quant activem el polsador "Rein\_Serv" del comandament extern, enviarà l'ordre per reiniciar el nostre eix de moviment mitjanant la variable global "ResServ\_ON" de tipus BOOL, que actua sobre la l'entrada "Execute" del bloc. Una vegada reiniciat, marxarà l'error del display del servodriver i el sistema de posicionament es situarà en estat operatiu.

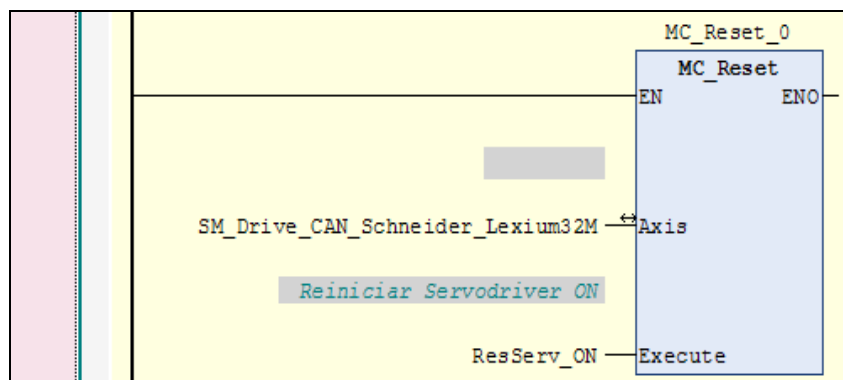


Figura 120. Activació de reinici del servo actuator



La POU "STOP\_X" s'utilitzarà per realitzar la parada de l'eix de moviment. Per realitzar aquesta funció farem servir el bloc "MC\_Reset", el qual podem veure a la següent figura 121.

Aquest bloc està referenciat al nostre eix de moviment, i quant activem el pulsador "Para\_Serv" del comandament extern, enviarà l'ordre per para el moviment del nostre eix, mitjanant la variable global "ParServ\_ON" de tipus BOOL, que actua sobre la l'entrada "Execute" del bloc. Per realitzar la parada, li assignarem el valor de desceleració amb el qual volem que s'executi el moviment de parada, mitjançant la variable constant "Des\_STO\_X" de tipus LREAL.

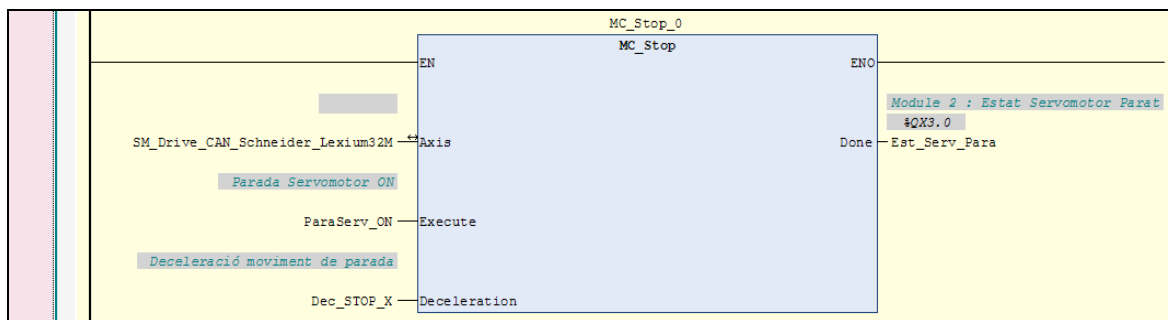


Figura 121. Activació de parada dels moviments

#### 14.8.12 Descripció del programa de activació de moviments

A la figura 122, es pot veure la unitat de programa "ACTIVACIÓ\_CONTROL\_MOVIMENTS" que forma part de la carpeta de programa "ACTIVACIÓ\_MOVIMENTS".

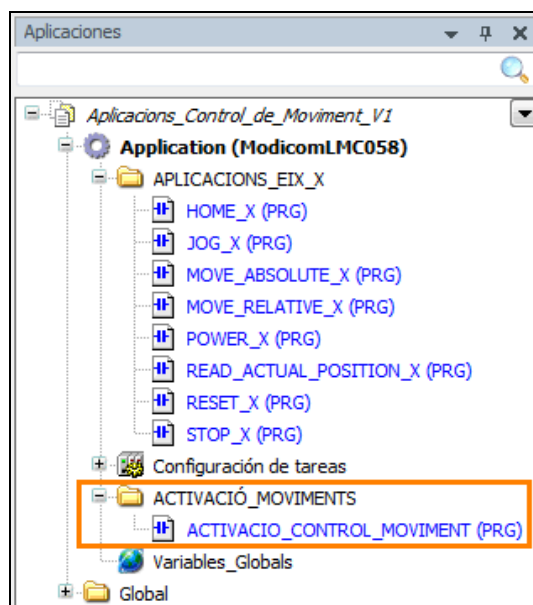


Figura 122. POU d'activació dels moviments

La POU "ACTIVACIÓ\_CONTROL\_MOVIMENT" s'utilitzarà per realitzar la crida a les diferents POU's d'aplicacions de moviment que s'han creat anteriorment. Per tal de comprendre correctament la seva programació i funcionament, es procedirà a l'explicació del programa.

En d'aquesta POU es detectarà l'estat de totes les senyals d'entrades digitals que siguin activades manualment des del panell de comandament extern. Si fiquem el cas d'activació de la de l'etapa de potència, veuríem que al activar l'interruptor del panell de comandament "EtaPotServ", el valor de l'entrada digital "O\_Act\_EtaPotServ" de tipus BOOL passaria a un estat alt i aquesta activaria la variable global "EtaPotServ\_ON" de tipus BOOL per activar la funció de la unitat de programa "POWER\_X". A la figura 123, podem veure la primera línia d'aquest programa amb l'exemple de l'activació de part de programa que correspon al cas descrit.

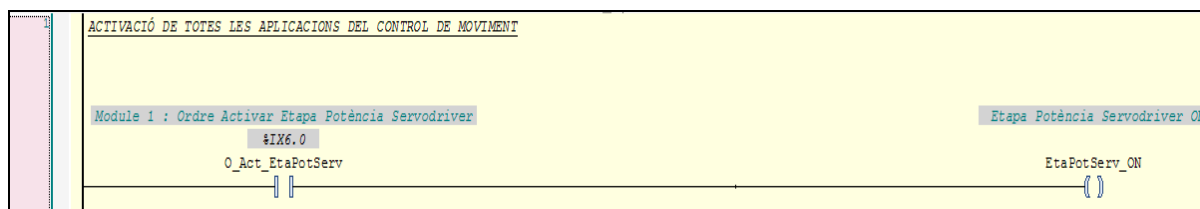


Figura 123. Activació d'una aplicació

#### 14.8.13 Configuració de les tasques

Qualsevol unitat de programa, perquè es pugui executar ha d'estar associada a una tasca. Per aquesta raó veurem com s'han creat les tasques i quines unitats de programa tenen associades. Les tasques es creen a la finestra d'aplicacions i per defecte al crear el programa tindrem la tasca "MAST". Per el nostre programa crearem una segona tasca anomenada "Motion".

A la figura 124, es pot veure com es crea una tasca. Des de la finestra d'aplicacions, ens situem al node "Configuración de tarea" i clicant al botó dret, podem escollir l'opció "Agregar objecto", on seleccionem l'objecte "Tarea". A continuació s'obrirà una finestra per introduir el nom de la nova tasca, en aquest cas serà "Motion".

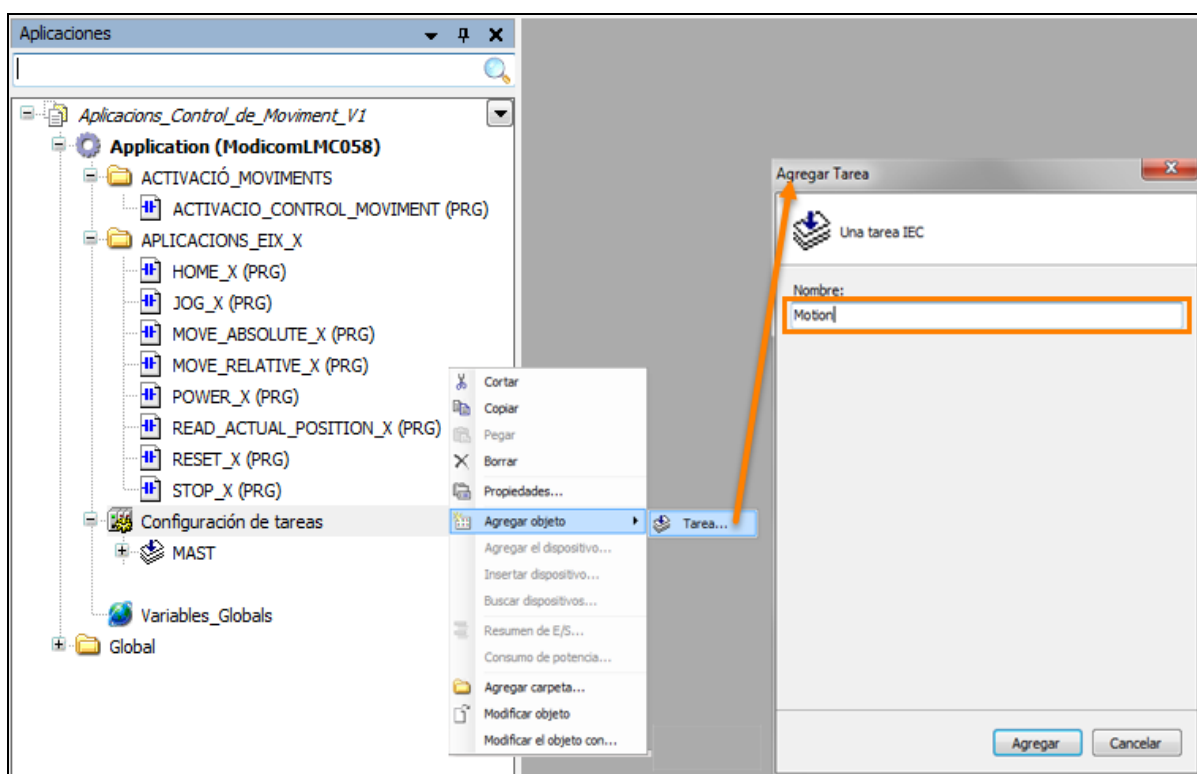


Figura 124. Creació d'una tasca

A la figura 125, es pot veure la configuració per la tasca "MAST", aquesta realitza la crida a les unitats de programa i controla la seva execució. És de tipus cíclica, amb un temps de cicle de 20ms, una prioritat de controlador de 15 i activarem la funció watchdog activada. La POU que associarem en aquesta tasca serà la de "ACTIVACIÓ\_CONTROL\_MOVIMENT".

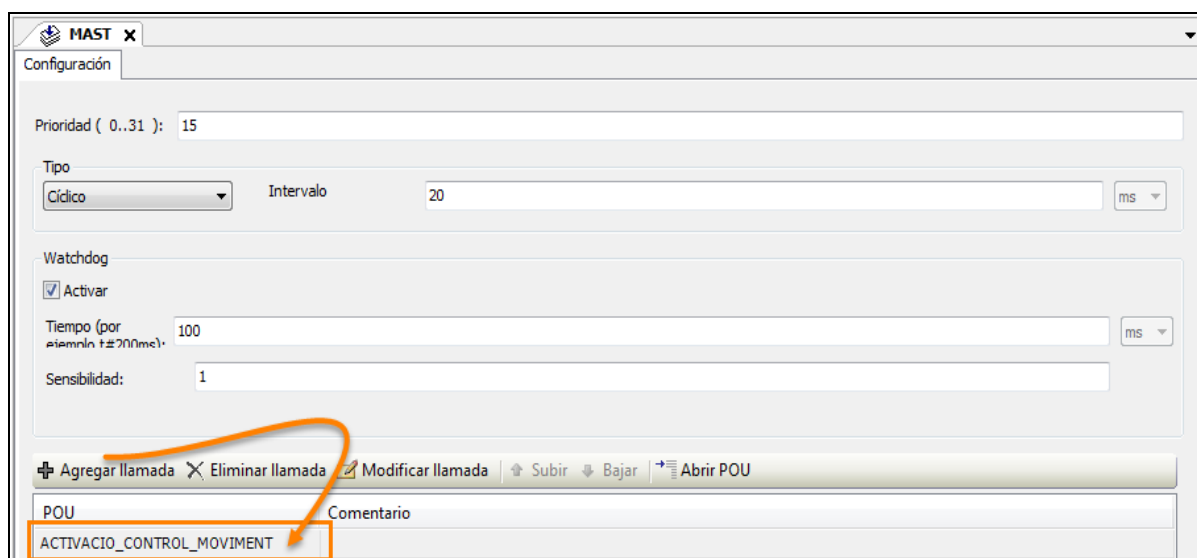


Figura 125. Configuració tasca MAST

A la figura 126, es pot veure la configuració per la tasca "Motion". La tasca "Motion" és una tasca de tipus externa, està controlada per esdeveniments i s'inicia mitjançant la detecció d'un esdeveniment de hardware o un esdeveniment de funció relacionat amb el hardware. El tipus d'esdeveniment que està associada a la tasca "Motion" és CAN1\_Sync, i la seva prioritat de controlador serà de 1. La sincronització de CAN és un objecte d'esdeveniment específic que depèn de la configuració de l'administrador CANopen, quan l'opció "Generació de sincronització" està habilitada dintre del administrador CANopen (CANmotion), es crearà automàticament una tasca CANx\_Sync associada. Les POU's que associarem en aquesta tasca seran: HOME\_X, JOG\_X, READ\_ACTUAL\_POSITION\_X, MOVE\_ABSOLUTE\_X, MOVE\_RELATIVE\_X, POWER\_X, RESET\_X i STOP\_X.

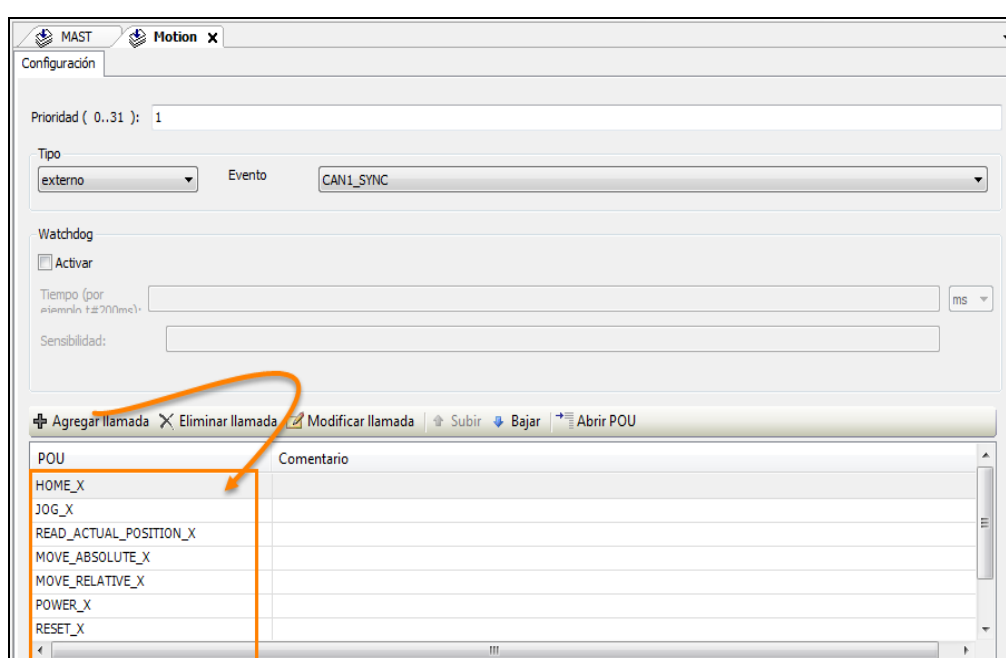


Figura 126. Configuració tasca Motion

#### 14.8.14 Pantalla de visualització

Amb l'objectiu de permetre a l'usuari tenir una constant supervisió de l'estat de les aplicacions i dels valors en temps real de la posició de l'eix de moviment, s'ha creat una pantalla de visualització, on també serà possible afegir o modificar el valor de posició absoluta i distància relativa de l'eix de moviments.

A la figura 127, podem veure com crearem la pantalla de visualització per poder realitzar les diferents aplicacions que ens permet realitzar el sistema de posicionament. Cal dir, que farem servir el monitor d'un PC com interfície de visualització.

Per agregar una visualització al programa, afegirem el nou objecte de visualització a la finestra de "Herramientas". Si fem botó dret al node "Application (ModicomLMC058)" s'obrirà el menú de selecció, i agregarem l'objecte "Visualización". Al clicar sobre l'objecte de visualització s'obrirà una finestra, on li assignarem el nom de de la nostra visualització, que es dirà "VISUALITZACIO\_MOVIMENTS" i clicarem a la pestanya de "Agregar" per crear-la.

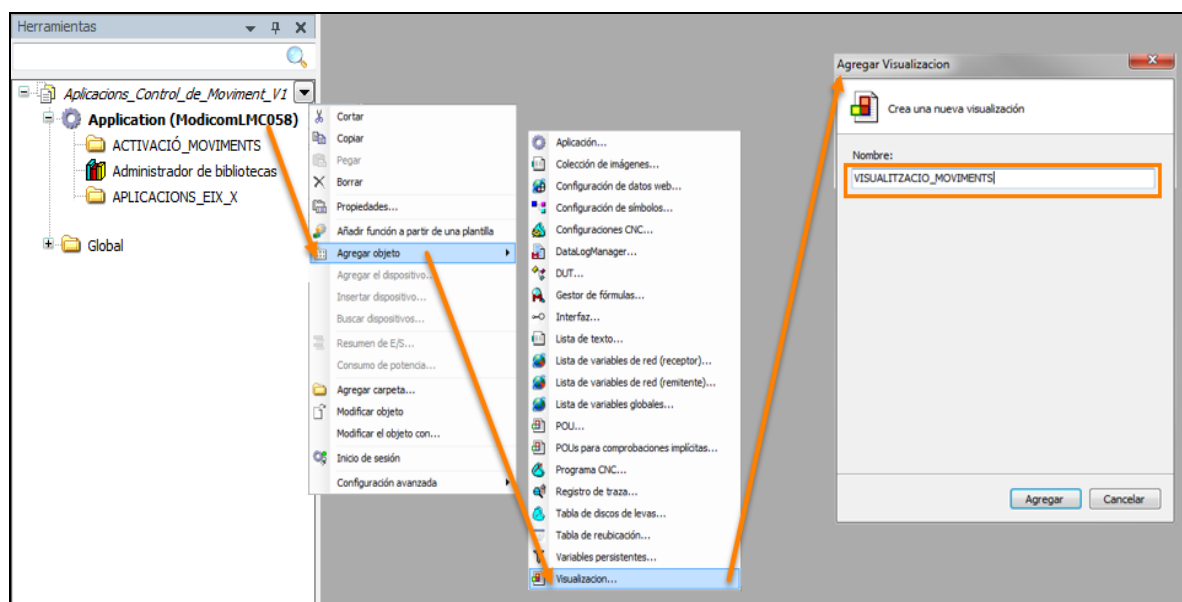


Figura 127. Creació de l'objecte de visualització

Al crear l'objecte de visualització, s'obrirà l'entorn de desenvolupament de la visualització, i serà aquí on inclourem i configurarem tots els elements que utilitzarem per visualitzar l'estat de les aplicacions i posicions de l'eix de moviment. A la taula 41, podem veure tots els elements que inclourem a la nostra visualització i al nom del bloc de funció de l'aplicació que representa.

Nom element	Nom del bloc de funció de l'aplicació
VISU_NEW_MC_Power	MC_Power_0
VISU_NEW_MC_Home	MC_Home_0
VISU_NEW_MC_Jog	MC_Jog_0
VISU_NEW_MC_MoveAbsolute	MC_MoveAbsolute_0
VISU_NEW_MC_MoveRelative	MC_MoveRelative_0
VISU_NEW_MC_ReadActualPosition	MC_ReadActualPosition_0
VISU_NEW_MC_Stop	MC_Stop_0
VISU_NEW_MC_Reset	MC_Reset_0
RotDrive	SM_Drive_CAN_Schneider_Lexium32M

Taula 41. Elements de la pantalla de visualització

A la figura 128, es mostra el procediment que seguirem per afegir els elements de visualització de la nostra pantalla, els quals representaran els blocs de funcions utilitzats al programa. Des de la finestra de "Herramientas", seleccionarem la pestanya "Marco" i l'arrossegarem a la finestra de desenvolupament, a continuació s'obrirà la finestra de configuració i al buscador introduïrem el nom de l'element que volem introduir, en aquest cas "VISU\_NEW\_MC\_Power", una vegada localitzat, l'afegirem i clicarem al botó "Aceptar" per afegir la representació del bloc de funció "MC\_Power" a la pantalla de visualització. D'igual manera, ho farem amb la resta d'elements que hem indicat a l'anterior taula.

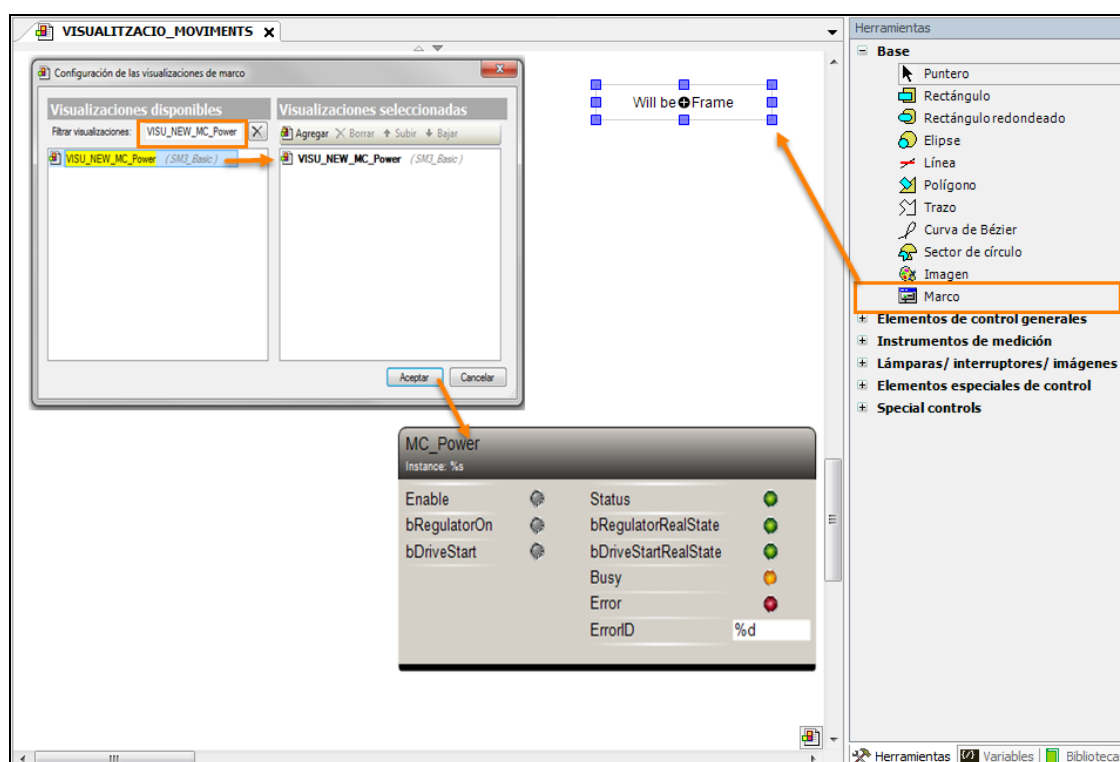


Figura 128. Creació del bloc de funció MC\_Power

Una vegada tinguem l'element introduït, podem configurar diferents aspectes del bloc però el més important i indispensable és referenciar l'element en qüestió amb el programa que inclou el bloc de funció el qual representa l'aplicació que se li ha donat. Per referenciar aquest element, el seleccionarem i des de la finestra de propietats obrirem el desplegable de la pestanya "Visualizaciones referenciadas" i introduïrem el nom del programa seguit d'un punt i el nom del bloc de funció de l'aplicació que representa aquest element. En aquest cas, serà "POWER\_X.MC\_Power\_0", sent "POWER\_X" el nom del programa i MC\_Power\_0 el nom que li vam donar al bloc de funció. A la figura 128, podem veure aquest cas en concret i per la resta d'elements seguirem el mateix procediment.

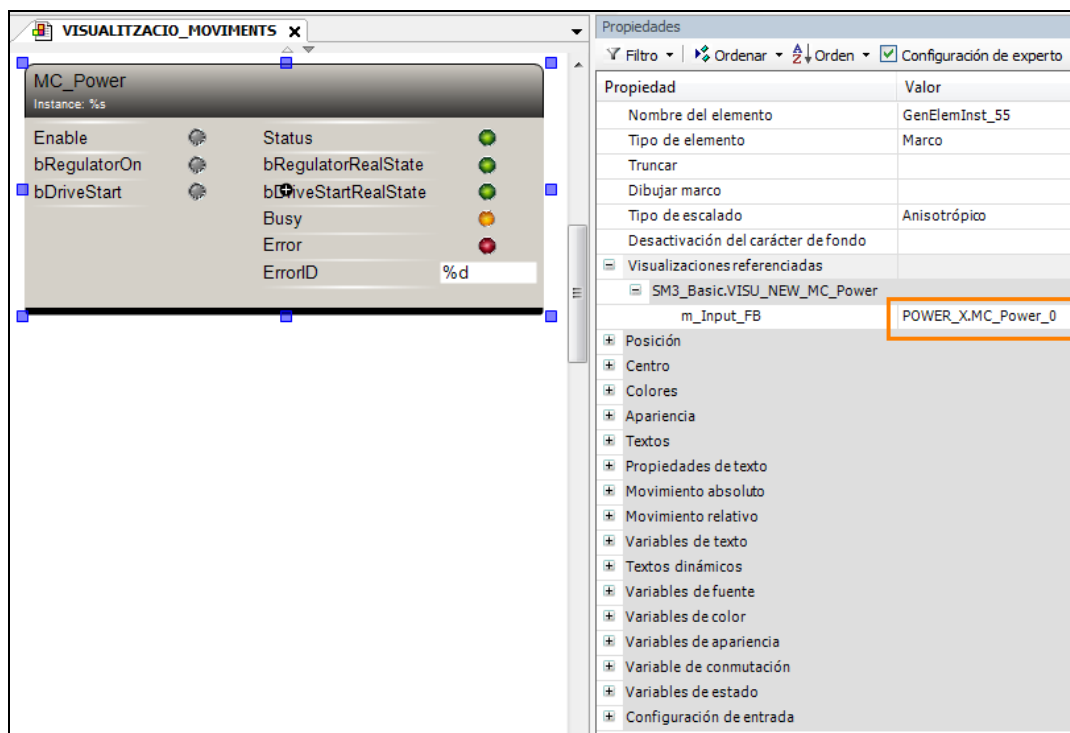


Figura 129. Configuració de l'element de visualització

A la figura 130, podem veure el disseny de la nostra pantalla de visualització completa, on podrem supervisar i interactuar per realitzar la posta en marxa de sistema de posicionament d'un eix, el qual forma part de la nostra maqueta "Sevomotor Lexium32".

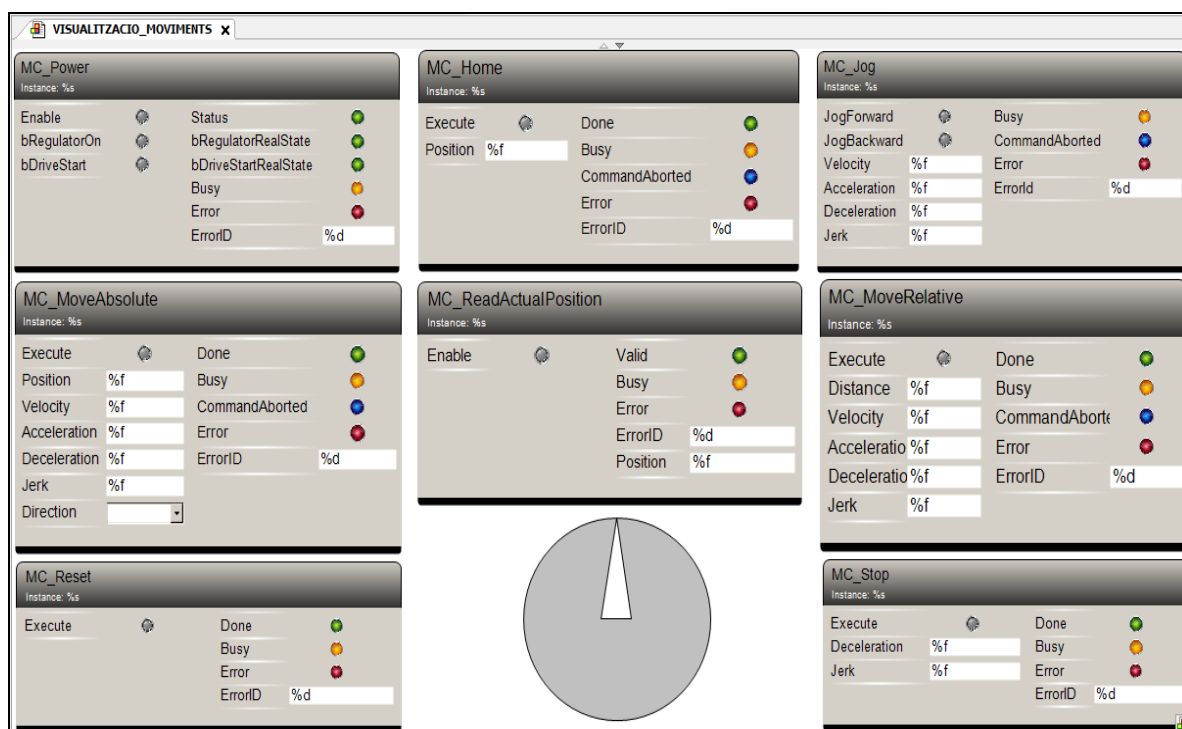


Figura 130. Pantalla de visualització

Com podem veure, la pantalla de visualització està formada per la representació individual de cada una de les aplicacions que formen al programa d'aplicacions de moviments, on s'ha inclòs una representació virtual de l'eix (RotDrive) per mostrar d'una manera més visual el moviment que està executant l'eix del servomotor.

Cada un dels elements d'aplicació, disposen dels seus led's indicadors per mostrar-nos l'estat en que es troben, i de les seves variables per mostrar-nos en tot moment el valor d'una constant o el valor de lectura en temps real.

Cal destacar els element d'aplicació "MC\_MoveAbsolute" i "MC\_MoveRelative" on podrem introduir en qualsevol moment el valor de posició absoluta a la pestanya "position" i la distancia de posició relativa a la pestanya "distance" simplement clicant a sobre de la pestanya en qüestió i introduint el valor desitjat des de el PC.

## **14.9 Procediment de la posta en marxa**

Per realitzar posta en marxa del sistema de posicionament d'aquesta pràctica, seguirem un ordre de desenvolupament. Inicialment realitzarem les connexions dels equips, a continuació revisarem l'estat dels dispositius de seguretat i posicions inicials dels dispositius de comandament, finalment es realitzarà la posta en marxa del sistema de posicionament d'un eix de moviment.

### **14.9.1 Connexions**

Connectarem la maqueta "Servomotor LXM32", el controlador d'eixos "Modicon LMC058", i el PC de programació a la línia d'endolls 230VAC. A continuació, connectarem el bus de comunicació (CANopen/CANmotion) entre el controlador d'eixos i el servodriver. Finalment connectarem el cable de programació entre el controlador d'eixos i el PC de programació.

### **14.9.2 Estats previs i situacions**

Abans d'iniciar la sessió al controlador d'eixos, comprovarem l'estat dels dispositius de seguretat del sistema i dels selectores de control de moviment. Pel que fa al tema de les seguretats, tenim el panell de comandament de la maqueta, on ens assegurarem de que el paro d'emergència no estigui premut i que els interruptors de límits de seguretats I4 i I5



estiguin activats. Recordem que es fa servir l'interruptor I4 com a final de cursa límit positiu i l'interruptor I5 com a final de cursa límit negatiu. Pel que fa al tema del control de moviment, tenim el panell de comandament extern, on ens assegurarem de que tots els seus selectores estiguin en situació de repòs i per tant, tots els seus leds indicadors hauran d'estar desactivats.

Una vegada feta la comprovació dels estats de seguretat i comunicacions, obrirem el programa i iniciarem la sessió en el controlador d'eixos. Seguidament comprovarem que no tenim cap error de comunicació entre els dispositius. Per veure que no tenim cap error de comunicació, primer ens fixarem que al panell HMI integrat del servodriver LXM32 ens aparegui el missatge "RdY" (preparat), i segon, ens fixarem que a la finestra de dispositius del programa, tinguem tots els nodes que fem servir amb una icona de color verda, la qual ens indicarà que està comunicant correctament. En el cas de tenir algun error de comunicació, primer revisarem totes les connexions i a continuació reiniciariem el servodriver.

Un cop comprovat que no tenim cap error, per realitzar la posta en marxa de les aplicacions es imprescindible tenir l'etapa de potència del servodriver activada sinó no es podrà realitzar cap moviment. Una vegada activada l'etapa de potència es podrà ficar en marxa qualsevol aplicació de moviment.

Quant s'estigui executant qualsevol aplicació de moviment, podrem parar el moviment de dos formes diferents segons la situació. Si es compleix una situació inesperada d'emergència, podrem parar el moviment polsant el polsador d'emergència del panell de comandament de la maqueta i automàticament desactivarà l'etapa de potència del servodriver deixant sense alimentació el motor. Una vegada resolt el problema, ficarem el paro d'emergència a la seva posició de repòs i reiniciarem el servodriver per reconèixer l'error que ha sortit al HMI del servodriver a conseqüència d'aquesta parada d'emergència. Una vegada reiniciat el servodriver s'activarà l'etapa de potència automàticament, sempre i quant tinguem l'interruptor "EtaPotServ" del panell de comandament extern activat. Si es compleix una situació on es vol parar el moviment de l'eix per voluntat pròpia, ja sigui per detenir el moviment a una posició concreta o per poder activar un altre aplicació de moviment, ho pararem des del polsador "ParaServ" del panell de comandament extern i d'aquesta manera només parà el moviment de l'eix del motor sense desactivar la etapa de potència del servodriver.

En cas de sobrepassar els límits de posició positiva o negativa, a efectes de seguretat es considerarà com una parada d'emergència i per tant, en aquest cas també desactivarà l'etapa de potència del servodriver deixant sense alimentació el motor. Al corregir la posició de l'eix

dintre dels marges de treball, tindrem de reiniciar el servodriver per reconèixer l'error de parada i tornar així a activar l'etapa de potència del servodriver.

### 14.9.3 Seqüència de posta en marxa de les aplicacions

Ara que coneixem els estats previs, les condicions i limitacions del sistema descriurem les seqüències a seguir per realitzar la posta en marxa del posicionament d'un eix. Aquest apartat està dividit en set punts, on seguirem l'ordre marcat des del primer punt fins el cinquè punt, ja que és l'ordre lògic d'un sistema de posicionament, sent possible passar al punt sis (parada voluntària) en qualsevol moment o al punt set (reinici servodriver) en cas de tenir que reiniciar el servodriver.

1. Habilitar la etapa de potència: Activarem l'interruptor "EtaPotServ" del panell de comandament extern. En aquest moment s'encendrà el led indicador "EtaPotServ" per indicar-nos que el servodriver està habilitat i preparat per proporcionar la potència necessària al servoactuador. També veurem que el HMI integrat del servodriver mostrarà el missatge "Run". Al bloc "MC\_Power" de la pantalla de visualització podrem supervisar el seu l'estat mitjançant els indicadors lluminosos.

2. Trobar el punt de referència del sistema (Homing): Activarem el polsador "PosHome" del panell de comandament extern. En aquest moment s'encendrà el led indicador "MoveHome" per indicar-nos que el motor està en moviment per trobar el punt de referència, i una vegada que el motor es posicioni al punt de referència s'apagarà el led "MoveHome" i s'encendrà el led "PosHome" per indicar-nos que l'eix del motor està situat a la posició de Home. Si l'eix del motor es mou per algun motiu, perdrà la posició de home i per tant, s'apagarà el led "PosHome". Al bloc "MC\_Home" de la pantalla de visualització podrem supervisar el seu l'estat mitjançant els indicadors lluminosos. En aquest bloc també podrem veure quina és la posició de home assignada per programa a través de la casella "Position". Arribat aquest punt, el sistema ja estarà operatiu per realitzar les tasques de posicionament requerides.

3. Realitzar un moviment absolut: Ens situarem a la pantalla de visualització i introduïrem el valor de la posició absoluta desitjada dins de la casella "Position" del bloc "MC\_MoveAbsolute", a continuació activarem el polsador "PosAbs" del panell de comandament extern. En aquest moment s'encendrà el led indicador "MovAbs" per indicar-nos que el motor està executant el moviment de posicionament absolut i una vegada arribi al valor de posició absoluta indicada, es desactivarà el led indicador "MovAbs" i s'activarà el led

"PosAbs" per indicar-nos que l'eix del motor ha arribat a la posició absoluta. Al bloc "MC\_MoveAbsolute" de la pantalla de visualització podrem supervisar el seu l'estat mitjançant els indicadors lluminosos i els valors de les variables constants assignades al programa. Cal dir que la posició absoluta és única i fins que no es produeixi algun altre moviment de l'eix del motor, no podrem tornar a executar l'aplicació de posicionament absolut.

4. Realitzar un desplaçament relatiu: Ens situarem a la pantalla de visualització i introduïrem el valor de la posició relativa desitjada dins de la casella "Distance" del bloc "MC\_MoveRelative", a continuació activarem el pulsador "PosRela" del panell de comandament extern. En aquest moment s'encendrà el led indicador "MovRela" per indicar-nos que el motor està executant el moviment de posicionament relatiu i una vegada arribi al valor de posició relativa desitjada, es desactivarà el led indicador "MovRela" i s'activarà el led "PosRela" per indicar-nos que l'eix del motor ha arribat a la posició relativa indicada. Al bloc "MC\_MoveRelative" de la pantalla de visualització podrem supervisar el seu l'estat mitjançant els indicadors lluminosos i els valors de les variables constants assignades al programa. Cal dir que podrem realitzar el desplaçament de posició relativa tantes vegades com vulguem.

5. Realitzar moviments manuals en els dos sentits de la marxa: Situem el selector a la posició "JogMan\_D" del panell de comandament extern per realitzar moviments manuals en sentit horari, i per realitzar els moviments en sentit antihorari situarem el selector a la posició "JogMan\_E". En el moment que s'estigui realitzant un moviment manual, s'encendrà el led indicador "MovJogMan" per indicar-nos que l'eix del motor està realitzant un moviment manual, i una vegada que el selector torni a la seva posició de repòs, es parará el moviment manual i s'apagarà el led "MoveJogMan" per indicar-nos que l'eix del motor no està realitzant cap moviment manual. Sempre que no s'estigui realitzant cap moviment de posicionament es podrà utilitzar aquesta aplicació. Al bloc "MC\_Jog" de la pantalla de visualització podrem supervisar el seu l'estat mitjançant els indicadors lluminosos i els valors de les variables constants assignades al programa.

6. Realitzar una parada voluntària: Activarem el pulsador "ParaServ" del panell de comandament extern. En aquest moment s'encendrà el led indicador "Serv\_Para" per indicar-nos que s'ha donat l'ordre per parar el moviment actual. Al bloc "MC\_Stop" de la pantalla de visualització podrem supervisar el seu l'estat mitjançant els indicadors lluminosos i el valor de les variables constant assignades al programa.

7.Reiniciar el servodriver: Activarem el pulsador "Rein\_Serv" del panell de comandament extern en cas de ser necessari reiniciar el servodriver. Aquesta aplicació serà imprescindible per eliminar l'error del servodriver després d'una parada per emergència o seguretat. Al bloc "MC\_Reset" de la pantalla de visualització podrem supervisar el seu l'estat mitjançant els indicadors lluminosos.

## 15 PRÀCTICA 3. LLEVES ELECTRÒNIQUES

### 15.1 Introducció

Aprofitant que disposem de dos maquetes "Servomotor Lexium32", i per tant, de dos eixos de moviments, s'ha cregut molt interessant realitzar tasques on intervinguin dos eixos en el mateix sistema de posicionament, i d'aquesta manera consolidar els coneixements adquirits fins ara i introduir nous conceptes relacionats amb la sincronització i coordinació entre dos eixos de moviments.

Per tal de realitzar la següent posta en marxa amb les dos maquetes i familiaritzar-nos amb els conceptes de coordinació i sincronització entre dos eixos, s'ha volgut introduir una funció que actualment s'està fent servir molt a la indústria, la qual, aporta múltiples avantatges sobre el mètodes mecànics tradicionals. Aquesta funció substitutòria dels mètodes mecànics tradicionals és la lleva electrònica.

### 15.2 Objectiu

L'objectiu d'aquesta pràctica és realitzar una automatització capaç de coordinar i sincronitzar l'accionament de dos eixos de moviments mitjançant la funció de lleva electrònica.

Per dur a terme la funció de lleva electrònica, es crearà un procés automàtic amb les funcions de comandament més bàsiques, sent aquestes; iniciació estat inicial, marxa, pausa, paro i parada d'emergència. Finalment es farà la posta en marxa on es podrà observar i comprovar gràficament com s'obté una posició desitjada de l'eix esclau (Y) depenent de la posició de l'eix mestre (X).

Mitjançant el panell de comandament extern, activarem les diferents etapes del procés automàtic i amb el panell de comandament de les maquetes activarem les seguretats del sistema, sent aquestes les de paro d'emergència en les dos maquetes i límits de posició màxima a la maqueta d l'eix Y.

Inicialment caldrà referenciar els dos eixos en un punt de sortida inicial. Una vegada situats els eixos als respectius punts de sortida inicial es podrà activar la marxa de producció normal.

A la marxa de producció normal es realitzarà la funció de lleva electrònica, on l'eix esclau seguirà un perfil no lineal sobre l'eix mestre. A la taula 42, es defineixen els punts de sincronització a seguir entre l'eix mestre i l'esclau.

Eix mestre (X)	0°	45°	90°	180°	225°	270°	360°
Eix esclau (Y)	0°	45°	180°	360°	90°	270°	0°

Taula 42. Perfil de lleva

Durant el procés de producció normal, s'ha de poder realitzar una pausa, aturant la producció normal de manera immediata i al reprendre la marxa haurà de continuar des de la mateixa posició on es va aturar. També s'ha de poder realitzar una parada de final de cicle, amb lo que la marxa de producció normal s'aturarà quant l'eix esclau hagi finalitzat tot el seu recorregut, amb la intenció de no deixar el producte que estigui fabricant en aquell moment a mitges. Un cop finalitzat el cicle, els eixos han de posicionar-se al punt de sortida inicial o punt de referència.

En quant a la seguretat del sistema, en qualsevol moment del procés, si es prem algun dels polsador d'emergència que hi han les maquetes es parará el procés immediatament. D'igual manera si es sobrepassa els límits màxims de posició de seguretat de l'eix esclau també es parará immediatament el procés. Al restablir la posició del polsador d'emergència, els eixos hauran de posicionar-se al punt de sortida inicial o punt de referència.

### 15.3 Coneixements previs

Descripció general de la maqueta Servomotor Lexium32.

Coneixements dels servodriver Lexium32M.

Coneixements del servomotor BSH.

Coneixements del controlador d'eixos Modicon LMC058.

Coneixements bus de camp CANopen.

Coneixements software de programació SoMachine Central.

## 15.4 Material necessari

A la taula 43, es descriu els dispositius necessaris per realitzar la pràctica.

Dispositiu	Funcionalitat
Maqueta "Servomotor Lexium32" (Eix X)	Representació de l'eix moviment X
Maqueta "Servomotor Lexium32" (Eix Y)	Representació de l'eix moviment Y
Font d'alimentació 24VDC-3A	Proporciona tensió al controlador i comandament extern
Modicon LMC058	Controlador d'eixos de moviment per realitzar les funcions lògiques
CD SoMachine Central 4.1	Software de programació
PC	Dispositiu amb sistema operatiu Windows XP o posteriors per realitzar el programa
Cables de programació	Cable per transferir el programa al controlador d'eixos
Cables de comunicació	Cables per realitzar la comunicació de dades mitjançant el bus de camp CANopen
Resistència 120Ω	Resistència per tancar el final del bus CANopen

Taula 43. Material de la pràctica

## 15.5 Introducció a la lleva mecànica

La lleva mecànica és un mecanisme de transformació del moviment molt utilitzat a la indústria, però amb els avanços de la tecnologia, la seva eficàcia ha sigut igualada i millorada amb l'aparició de la lleva electrònica gràcies també a l'aplicació de programes de control de moviment.

A la figura 131, podem veure un exemple d'una la lleva mecànica, on el seu principi de funcionament es basa en un element mecànic que normalment té forma d'ovoide dissenyat per definir un perfil de lleva conforme al moviment que vulgui obtenir al seguidor de lleva. La lleva està subjecta a un eix conductor i quant aquest comença a girar, fa que el perfil de la lleva entri en contacte o empenyi a un altre eix, conegut com seguidor de lleva. D'aquesta manera, mitjançant el recorregut d'un perfil de lleva es pot transformar un moviment circular en un moviment lineal alternatiu.

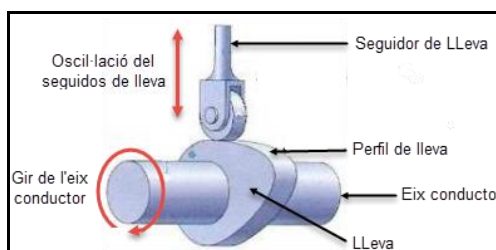


Figura 131. Lleva mecànica

## 15.6 Llevs electròniques i taules CAM

La lleva electrònica, és una l'aplicació informàtica basada el concepte de lleva mecànica, per coordinar i sincronitzar el moviment entre dos eixos, un mestre i l'altre esclau.

En comparació amb les llevs mecàniques, l'eix mestre és el que vindria a especificar el perfil de moviment de la lleva i l'eix esclau vindria a ser el seguidor de lleva, el qual realitzarà un moviment en relació a la posició angular del mestre.

Amb l'aplicació de lleva electrònica es possible controlar i sincronitzar el moviment de diferents eixos esclaus, de manera que la seva posició depengui de la posició angular de l'eix mestre.

A la figura 132, s'ha simulat un exemple on el encoder de cada servomotor subministra en cada instant la posició angular al servodriver vinculat i aquets envien a través del bus de camp les dades al controlador d'eixos per ser gestionades per l'aplicació de lleva electrònica, on es realitzarà el control de moviment per cada eix. L'eix mestre pot ser un eix real o un eix virtual que es podria crear amb el software del controlador. La taula de posicions CAM recull el perfil de lleva que s'ha escollit i aquest valors són tractats per l'aplicació de llevs. El controlador d'eixos enviarà al servodriver de l'eix esclau les dades per tal de mantenir correctament en cada instant de temps la relació de posició entre el mestre i l'esclau. Com a resultat final s'obté la funció d'una lleva, amb un perfil de lleva descrit per la taula CAM.

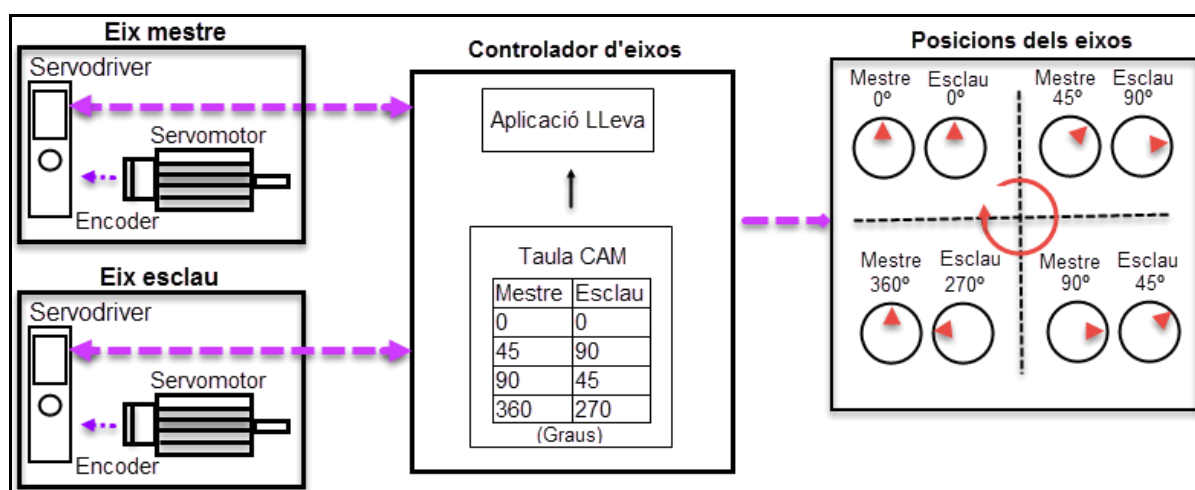


Figura 132. Procés de la funció de lleva electrònica

Per dissenya un perfil de lleva, es crea una taula CAM o també anomenada taula de discos de llevs. A la taula CAM, s'especifica les posicions on es relacionen els dos eixos, per tant,



a l'eix esclau s'especifica el valor de la posició absoluta el qual es vol que estigui situat quant l'eix mestre arribi a la posició absoluta especificada en aquest punt. A la taula CAM de l'exemple anterior, s'han descrit quatre punts de posicions absolutes dintre d'una revolució de l'eix mestre.

## 15.7 Desenvolupament de resolució

Per desenvolupar la resolució d'aquesta pràctica, s'estructurarà el seu contingut en tres punts principals i dintre d'aquests, en diferents apartats. Els tres punts principals, amb els quals, podrem identificar les diferents parts del procés són:

Arquitectura de hardware.

Configuració del servodriver.

Creació del programa.

Arquitectura de hardware, serà el primer punt, on es podrà observar tota l'estructura de muntatge i els diferents dispositius que formen part del sistema de posicionament amb dos eixos de moviments. En aquest punt, s'especificarà les línies d'alimentació dels equips, les senyals d'entrades i sortides del panell de comandament de la maqueta, les senyals d'entrades i sortides del panell de comandament extern i finalment l'arquitectura del bus de comunicació.

Configuració del servodriver, serà el segon punt, on es realitzaran les configuracions i aplicacions de l'equip a través del panell de comandament local integrat (HMI) del servodriver. Inicialment, es passarà a paràmetres de fàbrica, i a partir d'aquest punt, es configurarà els paràmetres del bus CANopen per establir comunicació entre els dispositius. Continuarem amb la configuració de les senyals d'entrades i sortides digitals del propi servodrive, finalment, aplicarem la funció autotuning (auto ajustament) per ajustar la regulació dels accionaments del servomotor.

Creació del programa, serà el tercer punt, on es crearà un nou projecte des de la interfície de programació de SoMachine Central 4.1. Inicialment inclourem tots els objectes del programa, es a dir, inclourem tots els dispositius i aplicacions de programa que intervenen a la pràctica, on posteriorment, es realitzarà la configuració del bus de comunicació i de les propietats del mestre i l'esclau. A continuació, es crearan les seqüències de programació per realitzar el procés automàtic de coordinació i sincronització dels moviments amb dos eixos.

## 15.8 Arquitectura de hardware

A la següent figura 133, podem veure els diferents dispositius i línies de connexió que formen part del sistema de posicionament amb dos eixos. Per realitzar aquesta pràctica utilitzarem dos maquetes "servomotor Lexium32", de les quals, una representarà l'eix de moviment X i l'altre l'eix de moviment Y.

Les dos maquetes estan cablejades i porten la seva pròpia font d'alimentació i mitjançant el bus de camp es comunicarà amb el controlador d'eixos. Per realitzar la posta en marxa del procés automatitzat, s'ha construït un panell de comandament extern, el qual s'ha cablejat i connectat directament fins al mòdul d'entrades (DI12DE) i sortides (DO12TE) del controlador. Per alimentar el controlador d'eixos i el panell de comandament extern, s'ha instal·lat una font d'alimentació externa.

Per la programació lògica de control, farem servir el software de programació SoMachine Central V4.1, que prèviament l'instal·larem en un PC. Una vegada fet el programa, es descarregarà al controlador d'eixos Modicon LMC058, on aquest, gestionarà tota la lògica de control i mitjançant el bus de camp CANopen, els controlador d'eixos i els servodrivens estaran contínuament compartiran dades. Per executar la sincronització i coordinació dels moviments, el controlador d'eixos, enviarà un paquet de dades a cada un dels servodrivens, on aquests processaran la seva informació per subministrar en cada instant de temps la potència necessària al seu servomotor. D'aquesta manera podrem observar el funcionament del procés automatitzat en concordança.

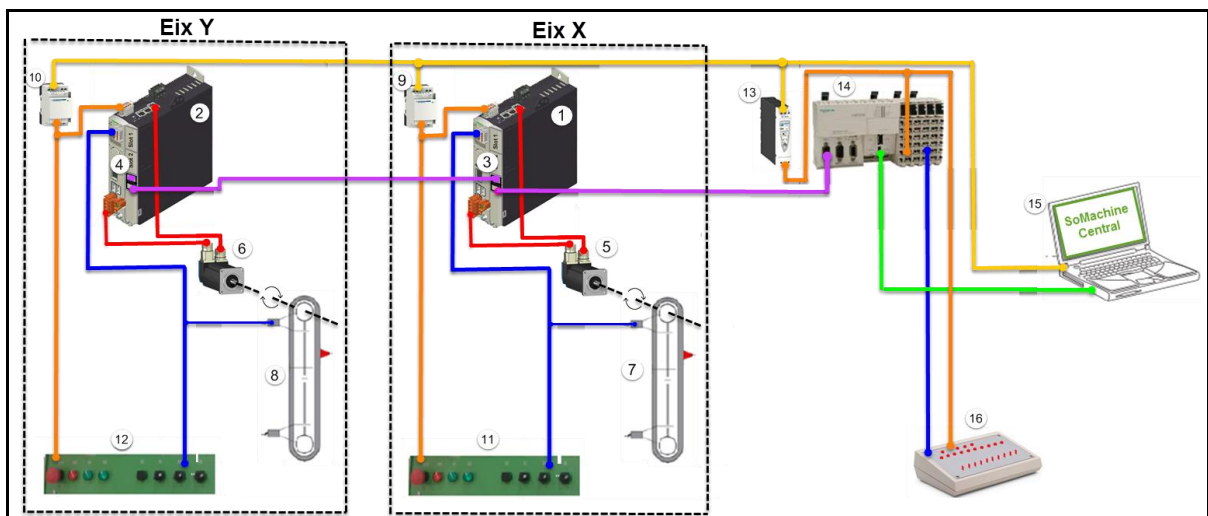


Figura 133. Estructura del muntatge amb dos eixos de moviment

A la taula 44, podem veure la descripció i referència dels diferents dispositius que inclou el muntatge d'aquesta pràctica.

Dispositiu	Referència	Descripció
1	LXM32MU90M2	Servodriver Lexium32M (eix X)
2	LXM32MU90M2	Servodriver Lexium32M (eix Y)
3	VW3A3608	Mòdul de bus de camp CANopen (eix X)
4	VW3A3608	Mòdul de bus de camp CANopen (eix Y)
5	BSH0552T11A2A	Servomotor BSH (eix X)
6	BSH0552T11A2A	Servomotor BSH (eix Y)
7	-	Mòdul lineal (eix X)
8	-	Mòdul lineal (eix Y)
9	ABL8MEM24012	Font d'alimentació maqueta 230CA/24DC (eix X)
10	ABL8MEM24012	Font d'alimentació maqueta 230CA/24DC (eix Y)
11	-	Panell de comandament maqueta (eix X)
12	-	Panell de comandament maqueta (eix Y)
13	ABL8REM24030	Font d'alimentació controlador d'eixos 230CA/24DC
14	LMC058LF42	Controlador d'eixos Modicon LMC058
15	-	PC de programació amb Software SoMachine Central V4.1
16	-	Panell de comandament extern

Taula 44. Dispositius del muntatge amb dos eixos

A la taula 45, podem veure les diferents línies que inclou el muntatge de la pràctica, amb la seva descripció i el color que l'identifica dintre de l'anterior figura de l'estructura de muntatge.

Líneas	Descripció
Groc	Línia d'alimentació 230V AC
Taronja	Línia d'alimentació 24V DC
Verd	Cable de programació
Lila	Cable de bus de camp CANopen
Vermell	Cables alimentació i control servomotor
Blau	Cables de senyal d'entrades i sortides digitals

Taula 45. Líneas del muntatge

### 15.8.1 Alimentació dels equips

Mitjançant l'alimentació de xarxa a 230VAC, s'alimentaran les maquetes, les quals aportaran alimentació a les seves fonts d'alimentació internes i a les seves etapes de potència del servodriver, d'igual manera, des de l'alimentació de xarxa, també s'alimentarà una font d'alimentació externa i el PC de programació. La font d'alimentació de la pròpia maqueta

(24VCD), alimentarà el control de servodriver, la funció de seguretat i el panell de comandament de la maqueta. Mitjançant el connector de les fases del motor del servodriver (CN10), s'alimentarà el servoactuator. Amb la font d'alimentació externa de 24VDC, s'alimentarà el mòdul d'alimentació del controlador d'eixos i el panell de comandament extern.

### 15.8.2 Entrades i sortides de la maqueta

En aquesta pràctica, disposem del panell de comandament de la maqueta de l'eix X, del panell de comandament de la maqueta de l'eix Y i del panell de comandament extern. Els panells de comandament de les pròpies maquetes, els farem servir per les seguretats del sistema i el panell de comandament extern l'utilitzarem per activar o desactivar les etapes del procés automatitzat.

Les maquetes amb les quals realitzem aquesta pràctica, disposen d'un conjunt d'elements d'entrades i sortides digitals connectades directament al servodriver. A l'estructura del mòdul lineal, hi han dos sensors inductius, els quals estan pensats per marcar el límit màxim positiu i negatiu del desplaçament de la cinta transportadora, però degut a que la distància entre ells es molt reduïda, no els utilitzarem, ja que ens limita molt la distància del recorregut de la cinta transportadora a l'hora de executar les funcions de desplaçaments, per tant, aquesta funció de límits de seguretat i altres, les realitzarem mitjançant els selectors del panell de comandament de la pròpia maqueta. A la figura 134, podem veure el panell de comandament d'una de les maquetes, amb els seus dispositius d'entrades i sortides.



Figura 134. Panell de comandament de la maqueta

A la següent taula 46, es recullen les entrades i sortides digitals de la maqueta de l'eix X, amb el tipus de dispositiu, l'etiqueta d'identificació al panell, la direcció de configuració al servodriver i la descripció sobre la funció la qual volem que realitzi. Donat que el mòdul lineal de l'eix X realitzarà un desplaçament continu, no es tindrà en compta les seguretats sobre els límits màxims del recorregut positiu o negatiu.

	Dispositiu	Nom	Direcció	Descripció
Entrades	Sensor inductiu	LIMP	DI0	-
	Sensor inductiu	LMN	DI1	-
	Polsador	I2	DI2	-
	Polsador	I3	DI3	-
	Polsador	I4	DI4	Punt de referenciat de Home
	Polsador	I5	DI5	-
	Polsador Emergència	STO	STO	Funció paro de seguretat
Sortides	Indicador Vermell	Q0	DQ0	Servei d'operació habilitat
	Indicador Verd	Q1	DQ1	-
	Indicador Verd	Q2	DQ2	-

Taula 46. E/S del panell de comandament de la maqueta eix X

A la taula 47, es recull d'igual manera les entrades i sortides digitals de la maqueta de l'eix Y, amb el tipus de dispositiu, l'etiqueta d'identificació al panell, la direcció de configuració al servodriver i la descripció de la funció la qual volem que realitzi. Donat que el mòdul lineal de l'eix Y realitza un desplaçament limitat, es tindrà en compte la seguretat dels límits màxims de recorregut positiu i negatiu.

	Dispositiu	Nom	Direcció	Descripció
Entrades	Sensor inductiu	LIMP	DI0	-
	Sensor inductiu	LMN	DI1	-
	Polsador	I2	DI2	Final de cursa límit positiu
	Polsador	I3	DI3	Final de cursa límit negatiu
	Polsador	I4	DI4	Punt de referència de Home
	Polsador	I5	DI5	-
	Polsador Emergència	STO	STO	Funció de seguretat
Sortides	Indicador Vermell	Q0	DQ0	Servei d'operació habilitat
	Indicador Verd	Q1	DQ1	-
	Indicador Verd	Q2	DQ2	-

Taula 47. E/S del panell de comandament de la maqueta eix Y

Per tant, els selectors (I2,I3) de la maqueta del eix Y, els deixarem activats donant un estat alt, i quant es vulgui simular que la cinta a sobrepassat el límit de seguretat màxim positiu o negatiu, desactivarem el selector que li correspongui. Sempre que l'estat del sistema sigui correcte, l'indicador lluminós (Q0) estarà activat, però si es prem el polsador d'emergència o en el cas de la maqueta de l'eix Y es sobrepassa algun dels límits màxims de seguretat mitjançant els selectors indicats, es desactivarà l'indicador lluminós.

### 15.8.3 Entrades i sortides del panell de comandament extern

A la figura 135, podem veure el frontal del panell de comandament extern, el qual s'ha cablejat per poder activar i desactivar les diferents operacions del procés automatitzat de la pràctica. Al frontal, podem veure els diferents elements d'entrades i sortides, dels quals farem servir només els que porten la seva etiqueta d'identificació, la resta no es faran servir. Mitjançant els selectores podem activar o desactivar els diferents estats del procés automatitzat, i amb els indicadors lluminosos es podrà comprovar l'estat actual del procés.

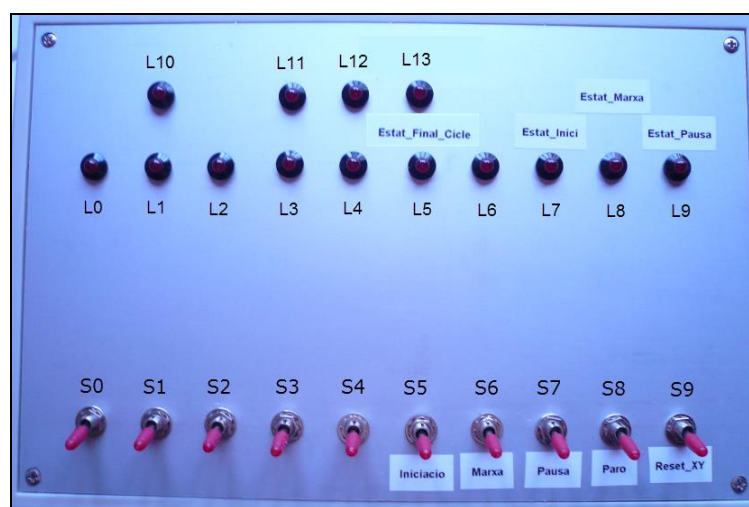


Figura 135. Panell comandament extern

A la taula 48, es recullen les entrades del panell de comandament extern, amb el tipus de dispositiu que s'utilitza per l'accionament, l'etiqueta d'identificació del panell, la direcció d'entrada del controlador d'eixos i la descripció sobre la funció per a la que està dissenyada.

Tipus	Identificador	Etiqueta	Controlador	Descripció
Interruptor	S0	-	-	No s'utilitza
Polsador	S1	-	-	No s'utilitza
Selector	S2	-	-	No s'utilitza
		-	-	No s'utilitza
Polsador	S3	-	-	No s'utilitza
Polsador	S4	-	-	No s'utilitza
Polsador	S5	Iniciació	%IX6.6	Situa els eixos a una posició de marxa inicial
Polsador	S6	Marxa	%IX6.7	Activa procés de producció normal
Polsador	S7	Pausa	%IX7.0	Parada sol·licitada temporal
Polsador	S8	Paro	%IX7.1	Parada sol·licitada final de cicle
Polsador	S9	Reset_XY	%IX7.2	Reinicia estat de fallo dels servodrivars

Taula 48. Entrades comandament extern

A la taula 49, es recull d'igual manera les sortides digitals del comandament extern que controla el controlador d'eixos. Es disposa dels indicadors LED per indicar el seu estat.

Tipus	Identificador	Etiqueta	Direcció	Descripció
LED	L0	-	-	No s'utilitza
LED	L1	-	-	No s'utilitza
LED	L2	-	-	No s'utilitza
LED	L3	-	-	No s'utilitza
LED	L5	-	-	No s'utilitza
LED	L5	Estat_Final_Cicle	%QX2.5	Indica que s'està realitzant el final de cicle
LED	L6	-	-	No s'utilitza
LED	L7	Estat_Inici	%QX3.3	Indica que està a la posició inicial
LED	L8	Estat_Marxa	%QX3.1	Indica marxa producció normal
LED	L9	Estat_Pausa	%QX3.2	Indica parada temporal del procés
LED	L10	-	-	No s'utilitza
LED	L11	-	-	No s'utilitza
LED	L12	-	-	No s'utilitza
LED	L13	-	-	No s'utilitza

Taula 49. Sortides comandament extern

#### 15.8.4 Arquitectura mestre-esclau

L'arquitectura de comunicació d'aquesta pràctica porta una configuració de mestre/esclau, sent el controlador d'eixos Modicon LMC058 el mestre i els dos servodriviers Lexium32M els esclaus dintre de la red CANopen. El mestre inicia la comunicació, i es dirigeix als nodes esclaus de forma individual (mode de unidifusió), es a dir, el mestre envia una sol·licitud a un esclau determinat i aquest esclau processa la sol·licitud del mestre i envien un missatge de resposta al mestre.

A la següent figura 136, podem veure l'arquitectura del bus de comunicació amb els dos servodriviers Lexium32M i el controlador d'eixos LMC058. Els dos servodriviers tindran el seu mòdul de bus CANopen incorporat a la tercera ranura i per tancar el llaç de comunicació del bus, afegirem una resistència de 120Ω a la sortida lliure del mòdul CANopen.

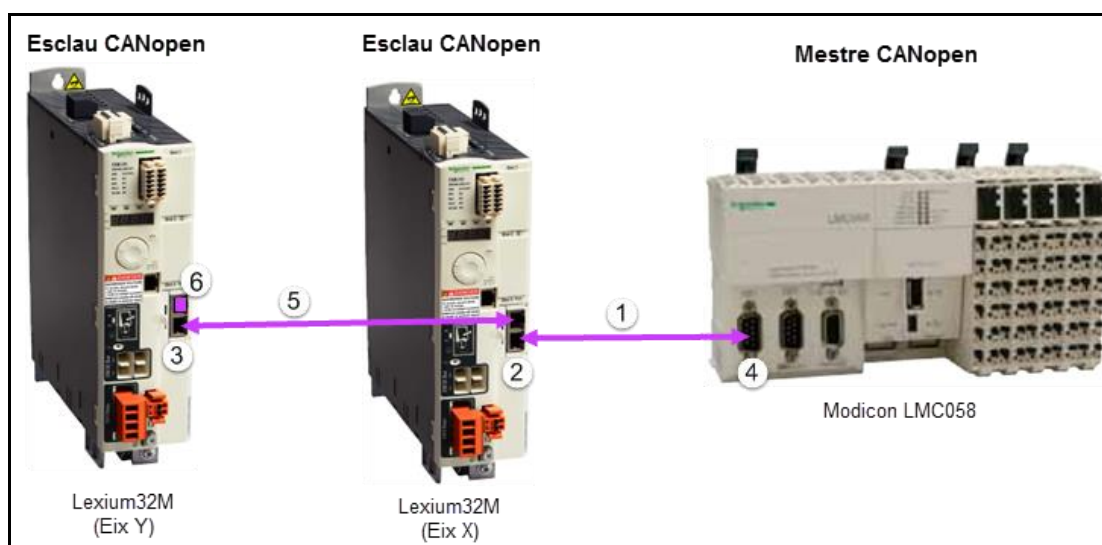


Figura 136. Arquitectura bus de comunicació amb dos eixos

A la taula 50, podem veure els elements necessaris per realitzar la comunicació de bus CANopen amb dos eixos.

Dispositius	Referència	Descripció
1	VW 3M3 805R010	Cable CANopen amb resistència de terminació integrada
2 - 3	VW3 A3 608	Mòdul de comunicació CANopen amb 2 connexions RJ45
4	-----	Port CAN1 / sub-D 9 mascle, bus CANopen/CANmotion
5	VW3 CAN CARR1	Cable CANopen amb connectors RJ45
6	TCS CAR 013M120	Resistència de terminació de bus RJ45 (120 Ohms)

Taula 50. Cables i connectors del bus CANopen

## 15.9 Configuració dels servodriviers

A continuació s'explicarà les configuracions i funcions que realitzarem directament sobre el panell de comandament (HMI) integrat als servodriviers Lexium32M.

### 15.9.1 Configuració paràmetres de fàbrica

El primer que farem serà passar a paràmetres per defecte en els dos servodriviers. A continuació es mostra la configuració a seguir per tornar a valors de fàbrica.

rdy → ConF → Fcs-



### 15.9.2 Configuració del bus de camp CANopen

Tenint en compte, que s'han afegit els mòduls de comunicació CANopen als dos servodriver, realitzarem la configuració dels paràmetres del bus per cada un d'ells. Cal especificar que la velocitat de transmissió del bus de camp ha de ser la mateixa en tots els nodes i que cada node ha de tenir una direcció d'identificació diferent.

La configuració dels paràmetres pel servodriver que representa l'eix X seran:

FSu → rdy → ConF → CoM- → CoAd = 1 (Direcció de node CANopen)  
 → Cobd = 500 (Velocitat transmissió bus de camp en Kbits/s)

La configuració dels paràmetres pel servodriver que representa l'eix Y seran:

FSu → rdy → ConF → CoM- → CoAd = 2 (Direcció de node CANopen)  
 → Cobd = 500 (Velocitat transmissió bus de camp en Kbits/s)

Finalment, reiniciarem l'equip desconnectant la corrent de la maqueta per validar els canvis.

### 15.9.3 Configuració entrades i sortides del servodriver

Complint amb les especificacions donades a l'apartat de senyals d'entrades i sortides de la maqueta, a continuació es realitzarà la configuració de les senyals d'entrades i sortides dels servodriver, les quals formen part de les maquetes i que s'utilitzaran per definir les seguretats del sistema.

Per el servodriver que representa l'eix X, es configurarà la funció de "servei d'operació habilitat" per la sortida Q2. Les entrades i sortides que no es fan servir les situarem en estat lliure.

Rdy → ConF → i-o- → di0 = none (Lliure)  
 → di1 = none (Lliure)  
 → di2 = none (Lliure)  
 → di3 = none (Lliure)  
 → di4 = rEF (Interruptor de referència)

- di5 = none (Lliure)
- do0 = nFLt (Servei operació habilitat)
- do1 = none (Lliure)
- do2 = none (Lliure)

Per el servodriver que representa l'eix Y, es configurarà les funcions de "límit positiu" i "límit negatiu" per les entrades I4 i I5 respectivament i la funció de "servei d'operació habilitat" per la sortida Q2. Les entrades i sortides que no es fan servir les situarem en estat lliure.

- Rdy → ConF → i-o- → di0 = none (Lliure)
- di1 = none (Lliure)
  - di2 = LiMP (Límit positiu)
  - di3 = LiMN (Límit negatiu)
  - di4 = rEF (Interruptor de referència)
  - di5 = none (Lliure)
  - do0 = nFLt (Servei operació habilitat)
  - do1 = none (Lliure)
  - do2 = none (Lliure)

#### 15.9.4 Autotuning

Per tal d'ajustar la regulació dels accionaments del servomotor als dos eixos, es realitzarà la funció d'autotuning directament des del panell HMI integrat al servodriver.

Abans d'iniciar el moviment autotuning, especificarem la direcció de moviment per el autotuning. A través del paràmetre "Pnh" li indicarem que primer s'ha de moure en direcció positiva i després en direcció negativa amb retorn a la posició inicial.

- Rdy → oP → tun- → StiM → Pnh (Positive Negative Home)

A continuació ja podem iniciar el moviment autotuning, i una vegada finalitzat correctament el procés, a la pantalla HMI ens sortirà la paraula donE, indicant que s'ha realitzat correctament.

- Rdy → oP → tun- → tuSt (Inicia autotuning)

## 15.10 Creació del programa

A continuació, es farà la descripció de les parts més importants del nou programa d'automatització, on s'especificarà la configuració dels diferents objectes de comunicació i com crear una taula de moviments (CAM) per realitzar la funció de lleva electrònica.

### 15.10.1 Creació del nou projecte

Crearem un nou projecte amb el nom de “Levas electròniques” i seleccionarem el controlador d'eixos LMC058LF42 per realitzar la programació sota interfície de SoMachine Central.

Una vegada creat el projecte, construirem l'estructura del programa dintre de les tres finestres del navegador, on inclourem diferents elements, tals com: dispositius, POU's i objectes de programa. A la figura 137, podem veure l'estructura final amb els diferents elements del programa.

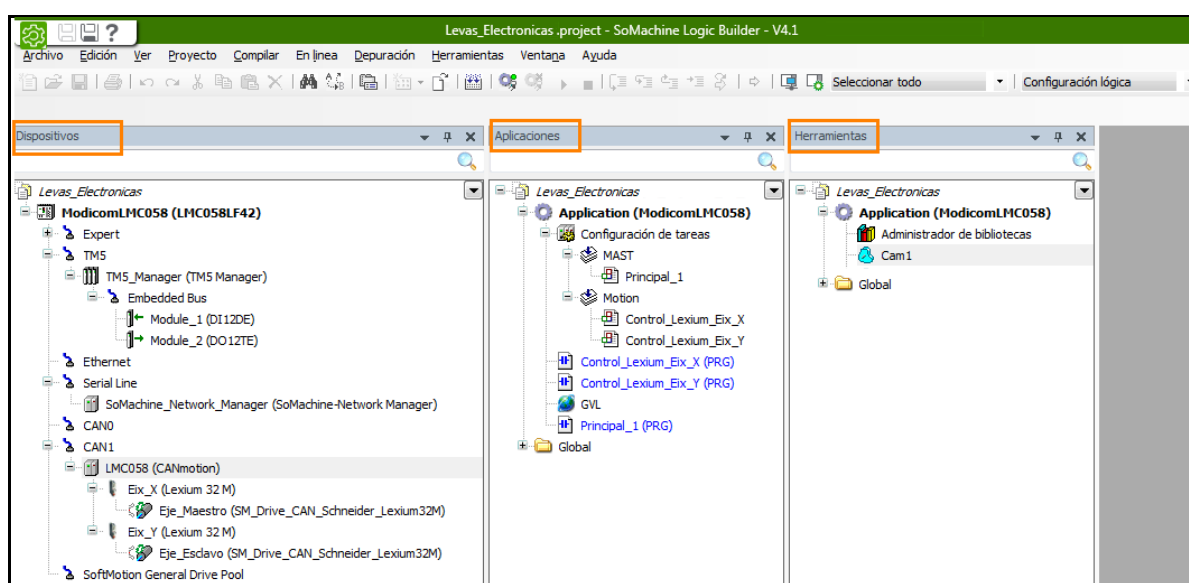


Figura 137. Finestres del navegador

Dintre de la finestra de dispositius, al node “TM5” trobarem els mòduls d'entrades i sortides, on assignarem els noms i direccions de les variables que estan relacionades amb les senyals d'entrades i sortides digitals del panell de comandament extern. Al node “CAN1” crearem una estructura de comunicació mestre-esclau, per tant, afegirem el gestor CANmotion com a mestre i dintre d'aquest gestor afegirem dos dispositius Lexium 32M com a esclaus.

El mestre serà el controladors d'eixos LMC058 i els esclaus seran els servodriviers Lexium32M de les maquetes, sent un d'ells l'eix X i l'altre l'eix Y. Dintre de la finestra d'aplicacions, al node "Aplication" crearem els nostres POU's (unitats de programa), la llista de variables globals i realitzarem la configuració de tasques per les diferents POU's. Dintre de la finestra de eines, al node "Aplication" afegirem l'objecte CAM (taula de discos de lleves) per traçar la trajectòria dels dos eixos.

### 15.10.2 Configuració del port CAN

A la figura 138, podem veure la finestra de configuració del port CAN, on configurem la velocitat de transmissió del bus CANopen a 500 kbauts/s. La velocitat de transmissor serà la mateixa en tots els dispositius connectats en aquest bus.

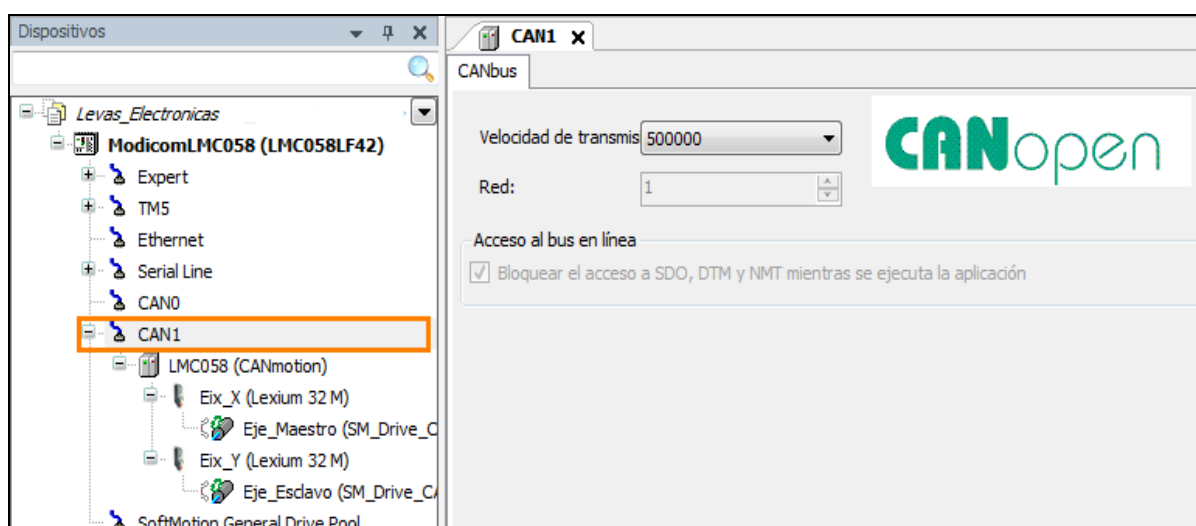


Figura 138. Configuració port CAN1

### 15.10.3 Configuració del mestre CANopen

La següent figura 139, ens mostra la finestra configuració del gestor CANopen el qual realitza la funció de mestre. Per la configuració del gestor, deixarem la que ve predeterminada per defecte.

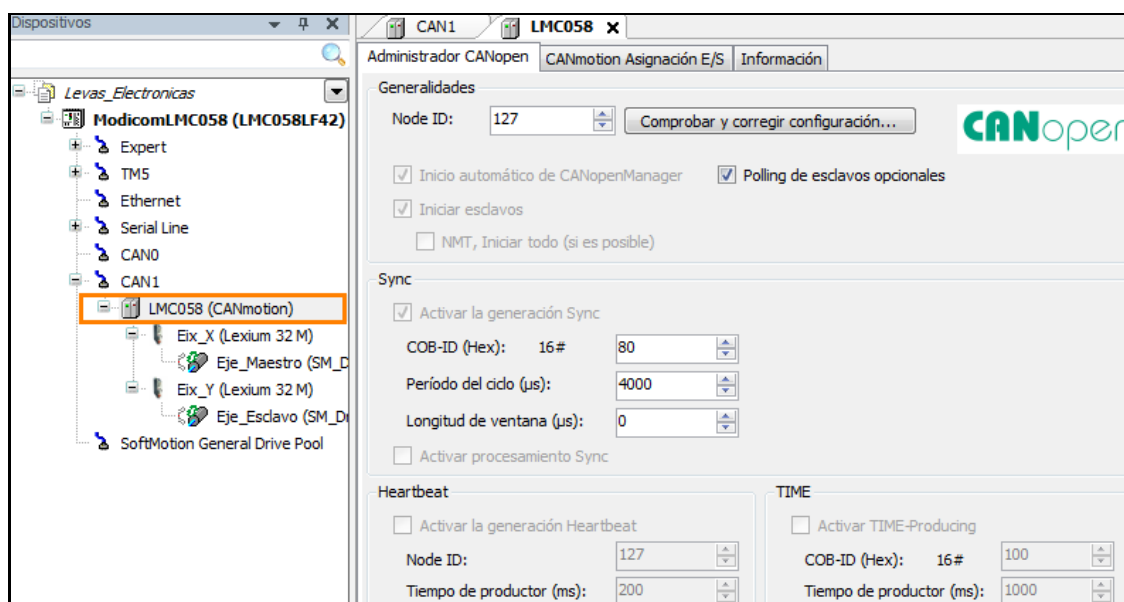


Figura 139. Configuració mestre CANopen

#### 15.10.4 Configuració de l'esclau CANopen per l'eix X

La figura 140, mostra la finestra configuració mode expert del dispositiu esclau CANopen per l'eix X. Dintre de la pestanya “Dispositivo remoto CANopen”, identificarem aquest esclau amb el número de node 1 i activarem l'opció “Activar configuraciones de experto”. Al activar el mode expert, ens deixarà activar l'opció “Crear todos los SDOs”. El mode expert en servirà per monitoritzar el mode del bus, afegir PDO (process data object), modificar els objectes dels PDO, malejar-los i crear peticions de SDO (service data object).

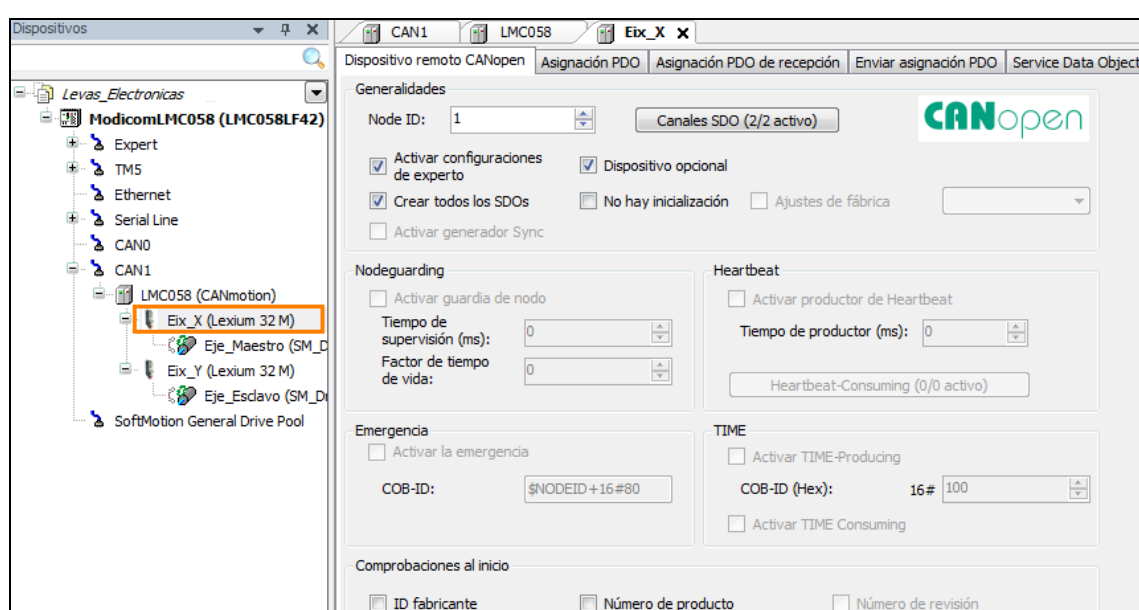


Figura 140. Configuració esclau CANopen per l'eix X

La figura 141, mostra la finestra "Asignación PDO", on seleccionarem el primer, segon i tercer PDO de recepció i emissió de comunicació. Els PDO o objectes de dades de procés, s'utilitzen per llegir/escriure en temps real dades de procés, i en el nostre cas els farem servir al programa per llegir l'estat de les entrades i sortides locals del servodriver Lexium32M.

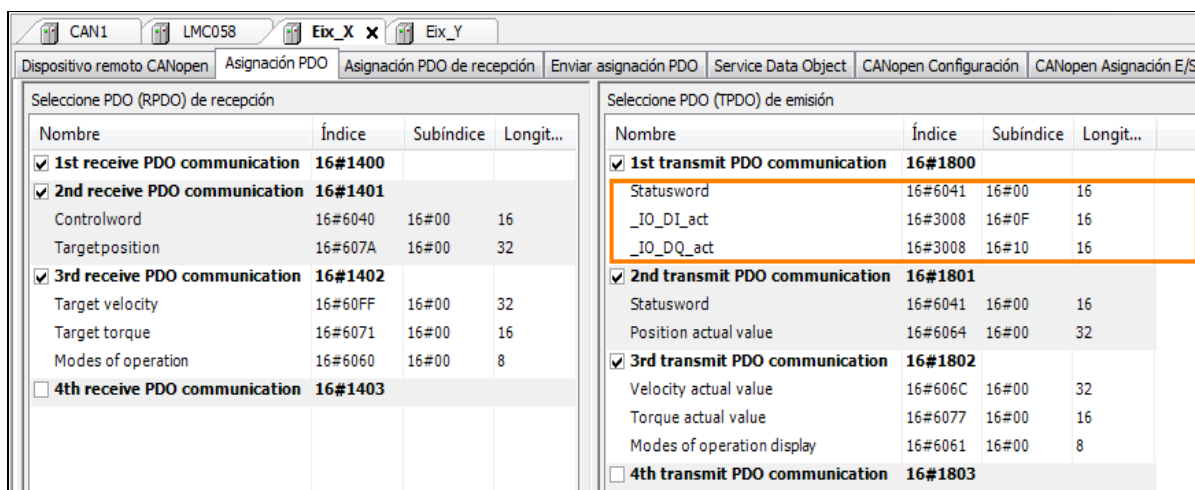


Figura 141. Assignació dels PDO

A la figura 142, podem veure la seqüència realitzada per afegir al primer PDO l'objecte amb l'índex 3008 i subíndex 0F, el qual ens donarà la informació de les senyals d'entrades digitals del servodriver Lexium32M de l'eix X. Per afegir les senyals de sortides digitals farem el mateix procés però amb l'objecte amb índex 3008 i subíndex 10.

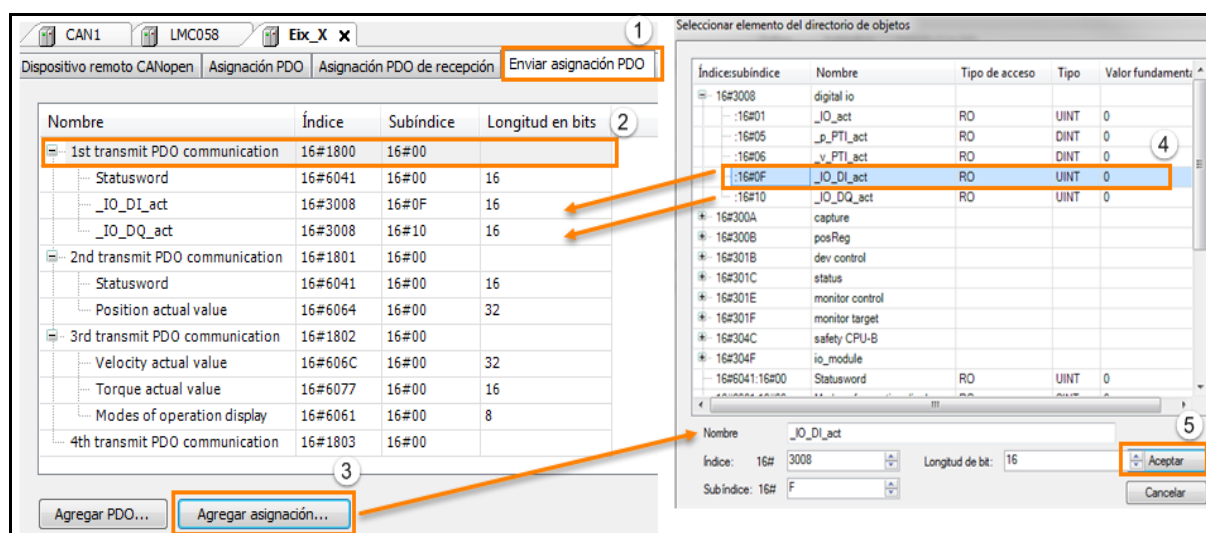


Figura 142. Incorporació d'un objecte dintre del PDO

Després d’afegir els nous objectes al PDO, declararem les noves variables que farem servir al programa des de la finestra “CANopen Asignación E/S”. A la figura 143, podem veure el cas de la variable global que s’ha creat per la senyal d’entrada I4 del servodriver Lexium32M de l’eix X.

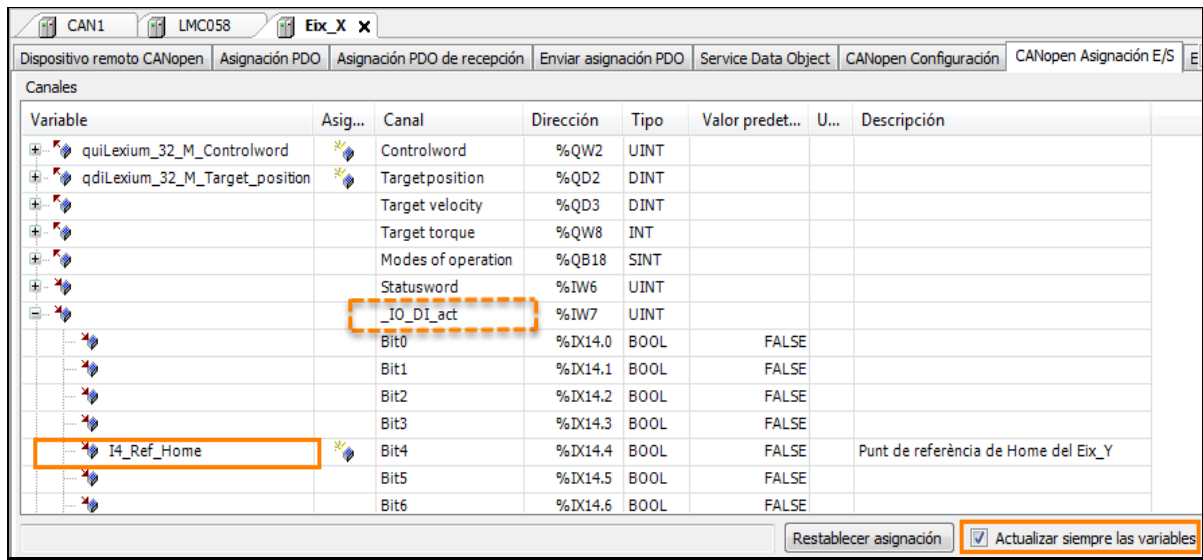


Figura 143. Declaració de variables

A la taula 51, es defineixen els objectes de comunicació PDO que s’han afegit per l’eix X, amb la seva direcció CANopen, el nom assignat a la variable, la direcció de programa, tipus de dada i una breu descripció.

Objecte de comunicació	Índex	Subíndex	Variable	Direcció	Tipus	Descripció
_IO_DI_act	16#3008	16#0F	I4_Ref_Home	%IX14.4	BOOL	Punt referència Home Eix X
_IO_QI_act	16#3008	16#10	STO_X	%IX16.0	BOOL	Parada Emergència Eix X

Taula 51. Assignació entrades i sortides CANopen eix X

La següent figura 144, mostra la finestra de “Service Data Object”, on poden veure els objectes de comunicació SDO’s. Al tenir activat el mode expert a l’anterior finestra de “Dispositivo remoto CANopen”, tenim l’avantatge de que ens surten una llista molt mes amplia dels objectes de comunicació dels SDO’s. En aquest exemple, s’ha volgut identificar els paràmetres definits pel mètode homming (mètode 2) i la seva velocitat (60 usr\_v) , amb els quals es treballarà a la pràctica.

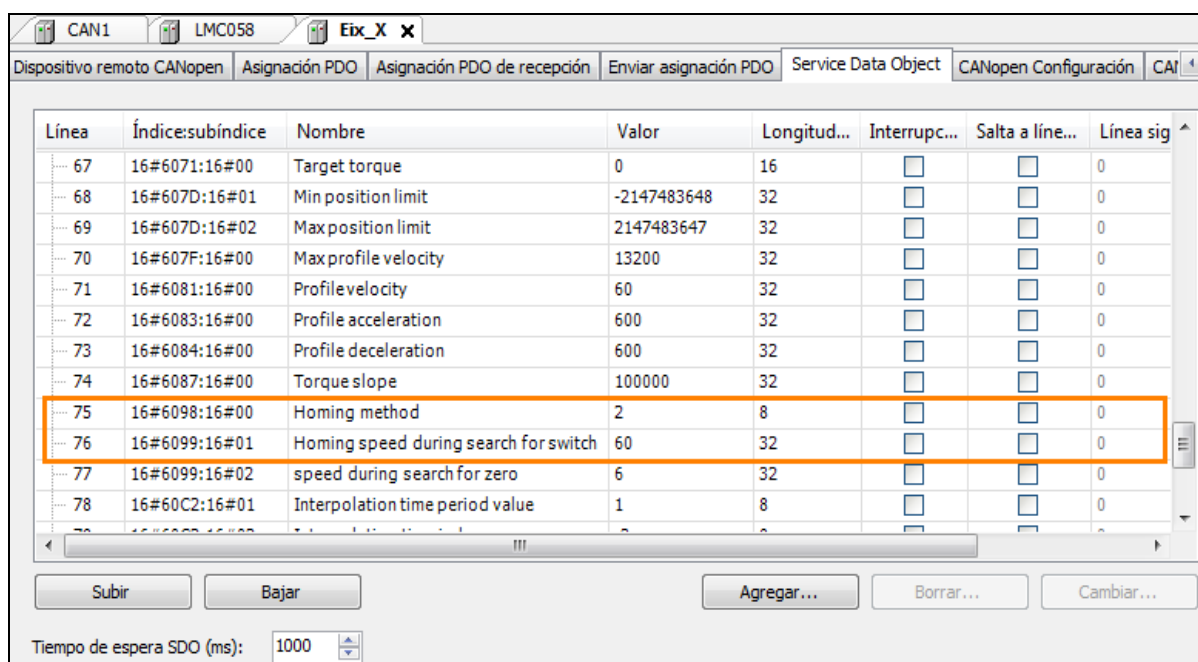


Figura 144. Dades de la funció homing

#### 15.10.5 Configuració de l'esclau CANopen per l'eix Y

D'igual manera que s'ha realitzat la configuració per l'esclau CANopen de l'eix X, realitzarem la configuració per l'eix Y, però variarem alguns dels seus paràmetres. A continuació s'especifica els paràmetres específics per aquest eix.

L'esclau CANopen per l'eix Y, necessitarà un identificador de node diferent a la resta de participants del mateix bus i per tant, l'identificarem amb el número de node 2.

A la taula 52, es defineixen els objectes de comunicació PDO que s'han afegit per l'eix X, amb la seva direcció CANopen, el nom assignat a la variable, la direcció de programa, tipus de dada i una breu descripció.

Objecte de comunicació	Índex	Subíndex	Variable	Direcció	Tipus	Descripció
_IO_DI_act	16#3008	16#0F	I2_LimP_Y	%IX36.2	BOOL	Límit posició positiva Eix Y
	16#3008	16#0F	I3_LimN_Y	%IX36.3	BOOL	Límit posició negativa Eix Y
	16#3008	16#0F	I4_Ref_Home_Y	%IX36.4	BOOL	Punt referència Home Eix Y
_IO_QI_act	16#3008	16#10	STO_Y	%IX34.0	BOOL	Parada Emergència Eix Y

Taula 52. Assignació entrades i sortides eix Y



### 15.10.6 Configuració dels servoactuadors mestre i esclau

A la figura 145, podem veure la finestra de dispositius, on es pot veure els servoactuadors dels dispositius que hem afegit anteriorment. Sortint del node del servodriver de l'eix X, tenim el "Eje\_Maestro" que realitzarà la funció de lleva i sortint del node del servodriver de l'eix Y, tenim el "Eje\_Esclavo" el qual realitzarà la funció de seguidor de lleva. Els dos servoactuadors treballaran de mateixa manera i per tant els dos es configuraran iguals. A continuació es descriurà la configuració d'un dels servoactuadors.

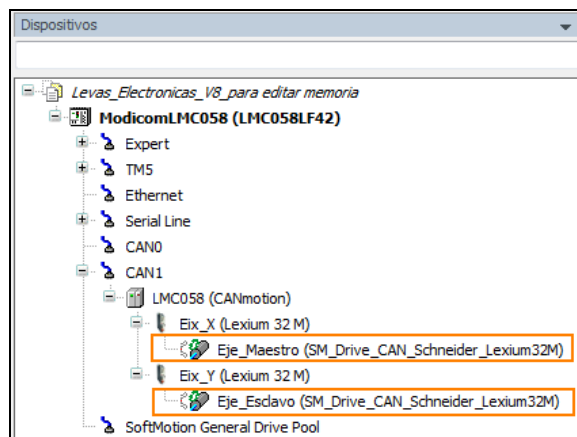


Figura 145. Servoactuadors dels eixos

A la figura 146, podem veure la finestra de configuració pel servoactuator que realitza la funció de mestre. A la pestanya "Accionamientos Softmotion: Parámetros de base" introduïrem els paràmetres del comportament de l'eix. En aquesta pràctica treballarem en unitats de graus, i per tant, escollirem un tipus de moviment rotatori i especificarem un valor de mòdul de 360 per controlar el desplaçament angular de l'eix. Per el tipus de rampa de velocitat seleccionarem l'opció trapezoïdal, ja que volem que es produeixi transicions de velocitat progressives.

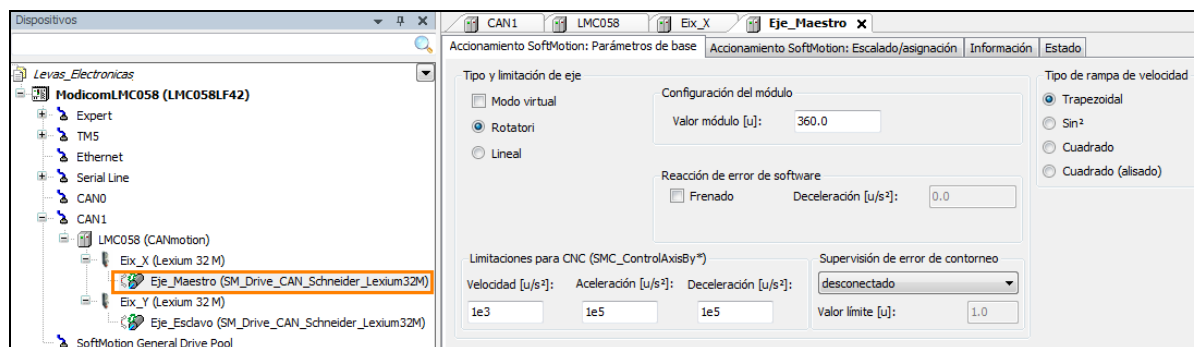


Figura 146. Configuració de l'eix mestre

A la pestanya "Accionamientos Softmotion: Escalado/asignación" configurarem els factors de conversió. Els factors de conversió ens permeten definir la relació existent entre les unitats del servomotor per volta i les unitats amb les que es treballa (unitats d'usuari). A la figura 147, es pot veure la configuració realitzada per aquesta pràctica, treballant com un eix rotatori i sense cap reductor.

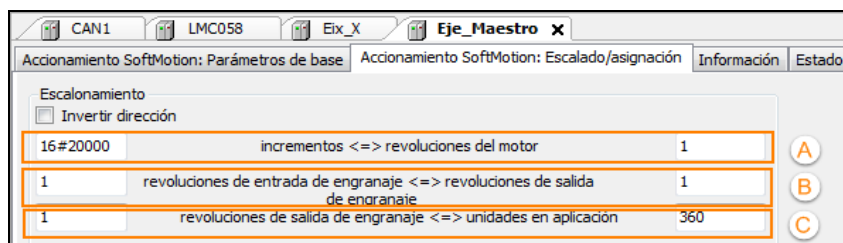


Figura 147. Escalat del sistema rotatori

A: Número de polsos generats durant una revolució del servomotor. Tal i com s'ha calculat a l'equació 2 del projecte, sabem que amb la resolució del servodriver tenim 131072 increments (polsos/revolució). Per tant, afegirem una revolució del motor per cada 131072 polsos o increments. El valor dels increments els afegirem en hexadecimal (16#20000) que equival a 131072 en decimal.

B: Ens marca la relació de transmissió entre l'entrada i la sortida. En el nostre cas, l'eix del servomotor està acoblat directament a la roda motriu, i les dos rodes del mòdul lineal tenen el mateix diàmetre. Per tant, la nostra relació de transmissió és unitària i afegirem una revolució de sortida per cada revolució d'entrada.

C: Unitats de moviment angular de l'eix per quantitat de revolucions. Donat que s'ha escollit una configuració de tipus rotatori, aquest paràmetre queda definit en unitats de graus. Per tant, afegirem 360 unitats per cada revolució d'engranatge. A partir d'aquest moment, totes les unitats de desplaçament seran en graus.

A conseqüència de l'escalat, totes les unitats de desplaçament (e), velocitat (v) i acceleració (a) s'expressaran amb la nova unitat d'usuari (u\_usr) respecte al segon. En aquesta pràctica tenim que una unitat d'usuari equival a 1 grau, per tant tenim que:

$$e = u\_usr \rightarrow e = \text{grau}$$

$$v = u\_usr/s \rightarrow v = \text{grau/s}$$

$$a = u\_usr/s^2 \rightarrow a = \text{grau/s}^2$$

### 15.10.7 Descripció de les POU's

A la figura 148, es pot veure la finestra d'aplicacions del navegador, on tenim diferents unitats de programació (POU's) creades per aquesta automatització. El llenguatge de programació utilitzat serà el diagrama de contactes (LD).

Per realitzar el procés automatitzat de lleves electròniques, s'ha creat una POU per cada eix, on cada una d'aquestes disposarà de les funcions necessàries per realitzar el control de l'eix en cada instant de temps, i també s'ha creat una tercera POU per gestionar l'automatització del procés.

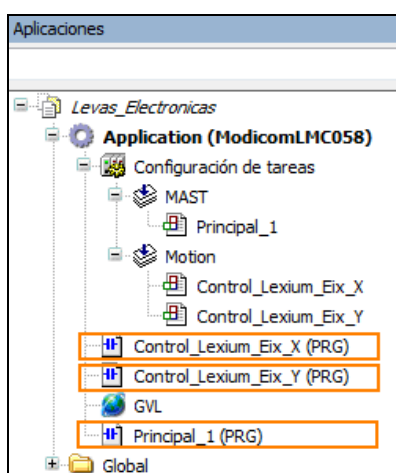


Figura 148. POU's de la pràctica

La POU "Control\_Lexium \_Eix\_X", fa referència a l'eix de lleva, i s'han afegit diferents blocs de funcions per el control de moviment d'aquest eix. Per les POU's de control dels eixos, s'ha creat una tasca motion en el configurador de tasques, per tant, aquesta POU l'afegirem a la tasca motion. A la taula 53, es poden veure els blocs de funció utilitzats en aquesta POU, amb el nom assignat al programa i una descripció de la funció que realitza.

Bloc de funció	Nom d'assignació	Descripció
MC_Power	Power_X	Habilita etapa de potència del drive
MC_Reset	MC_Reset_0	Reconeix els missatges d'error
MC_Stop	MC_Stop_0	Atura el moviment actual
MC_Home	MC_Home_0	Defineix un punt de referència de posició
MC_MoveVelocity	MC_MoveVelocity_0	Estableix una velocitat objectiu
MC_ReadActualPosition	MC_ReadActualPosition_0	Llegeix la velocitat real del servomotor

Taula 53. Blocs de funció per l'eix X

La POU "Control\_Lexium \_Eix\_Y", fa referència al seguidor de lleva, i s'han afegit diferents blocs de funcions per el control de moviment d'aquest eix. Aquesta POU l'afegirem a la tasca motion del configurador de tasques. A la taula 54, es poden veure els blocs de funció utilitzats en aquesta POU, amb el nom assignat al programa i una descripció de la funció que realitza.

Bloc de funció	Nom d'assignació	Descripció
MC_Power	Power_Y	Habilita etapa de potència del drive
MC_Reset	MC_Reset_Y	Reconeix els missatges d'error
MC_Stop	MC_Stop_Y	Atura el moviment actual
MC_Home	MC_Home_Y	Defineix un punt de referència de posició
MC_CamTableSelect	MC_CamTableSelect_0	Permet seleccionar una lleva entre varies
MC_CamIn	MC_CamIn_0	Executa una taula CAM
MC_ReadActualPosition	MC_ReadActualPosition_1	Llegeix la velocitat i posició real del servomotor

Taula 54. Blocs de funció per l'eix Y

La POU "Principal\_1", gestiona el procés de l'automatització de la lleva electrònica. Aquesta POU l'afegirem a la tasca MAST del configurador de tasques. L'estat de les entrades i sortides del panell de comandament extern i de les dues maquetes serà gestionat per aquest programa i en funció del seu estat s'activarà o desactivaran les diferents etapes del procés.

#### 15.10.8 Editor de taula de discos de lleves

Una taula de discos de lleves o també anomenada taula Cam, és un objecte d'aplicació que s'utilitza en tasques de posicionament d'eixos independents i/o sincronitzats, amb la qual es pot controlar l'accionament de diferents eixos esclaus mitjançant el mapeig continu dels valors d'un eix mestre. A la figura 149 podem veure com es crea l'objecte d'un editor de lleves des de la finestra d'eines del navegador.

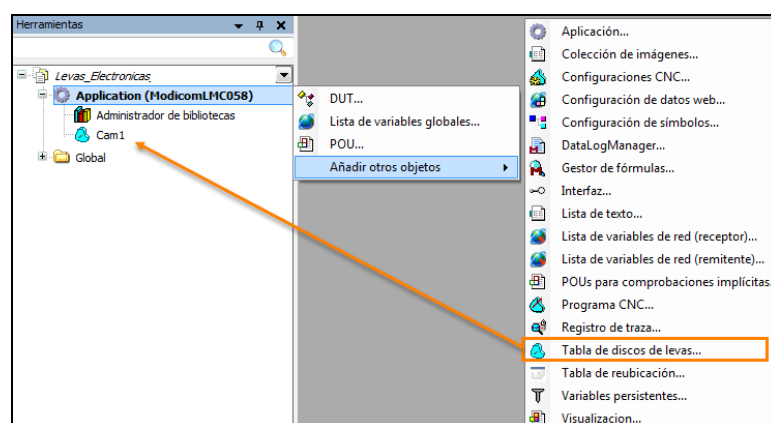


Figura 149. Ruta de la taula de lleves.

Una vegada que tenim l'objecte creat, configurarem les propietats del editor de lleves. Per tal de poder fer el seguiment dels moviments dels dos eixos d'una manera visual i còmoda, s'ha volgut dimensionar els moviments dels dos eixos (mestre i esclau) en una posició màxima de 360° partint d'una posició inicial de 0°. La seqüència de moviment es repetirà de forma periòdica i contínuament registrarà els valors de posició, velocitat i acceleració. El format de compilació serà polinomial. A la figura 150, podem veure la finestra de propietats amb la configuració especificada per treballar en graus.

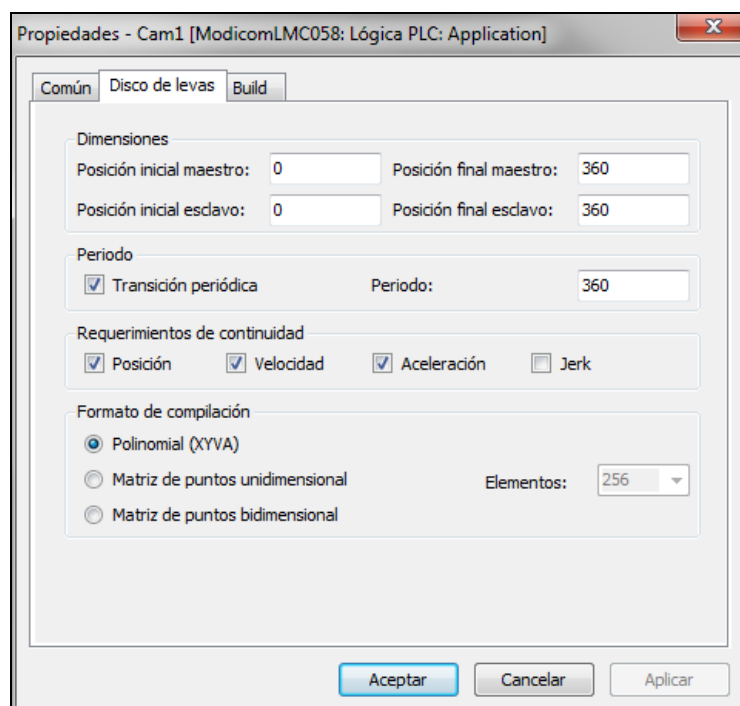


Figura 150. Propietats del editor Cam

Dintre de l'editor de Cam, podem crear el perfil de moviment de forma gràfica o mitjançant una taula de discos de lleves. Per introduir exactament els punts de sincronització que ens marca l'objectiu de la pràctica, ho farem mitjançant la taula de discos de lleves, on introduïrem els valors de sincronització indicats per cada un dels eixos.

Cal saber que els valors de sincronització de la taula Cam es poden editar en unitats de rotació com per exemple graus o en unitats de desplaçament lineal com podria ser mil·límetres, simplement és una qüestió de configuració sobre els paràmetres i escalat dels eixos i de les propietats del disc de lleves.

En aquesta pràctica s'ha cregut interessant treballar en unitats de graus ja que en l'anterior pràctica es va treballar en unitats de mil·límetres i així realitzarem les dos configuracions possibles, lineal i de rotació.

A la figura 151, podem veure la taula de discos de lleves del editor, a la qual podem veure els valors de posicions dels dos eixos que definiran el perfil de lleva de la pràctica. Les dos primeres columnes de la taula contenen les posicions de sincronisme entre els dos eixos, la tercera, quarta i cinquena columna conté la velocitat, acceleració i empenta que assoliran els eixos a cada interval. Les següents cinc columnes contenen informació per realitzar el mapeig continu dels paràmetres dels eixos.

Cam1 x										
Disco de levas	Tabla de discos de levas					Levas	Tabla de levas			
	X	Y	V	A	J	Seg...	min(Position)	max(Position)	max( Velocity )	max( Acceleration )
	0	0	0	0	0					
+						Poly5	0	45	1.5120000000...	0.08756075451043...
+	45	45	1	0	0	Poly5	45	180	4.7499999999...	0.25660011963983...
+	90	180	1	0	0	Poly5	180	360	2.8749999999...	0.06415002990995...
+	180	360	1	0	0	Poly5	87.80878505...	362.1912149...	12.125	0.89810041873941...
+	225	90	1	0	0	Poly5	90	270	6.8466345015...	0.42813536047055...
+	270	270	0.5	0	0	Poly5	0	272.2593746...	5.8466345015...	0.21406768023527...
+	360	0	0	0	0					

Figura 151. Taula de discos de lleves

A la següent figura 152, podem veure la finestra de discos de lleves de l'editor. En aquesta finestra es defineixen tres gràfiques, on els eixos de les abscisses representa l'eix mestre i els eixos de les ordenades representa l'eix esclau dintre del pla cartesià. La de color negra representa la posició de l'eix esclau en funció de l'eix mestre, la de color blau representa la velocitat de l'eix esclau en funció de la posició de l'eix mestre, i la de color verda representa l'acceleració de l'eix esclau en funció de la posició de l'eix mestre. El mapeig de la lleva que hem creat, està formada per set punts que defineixen els sis intervals.

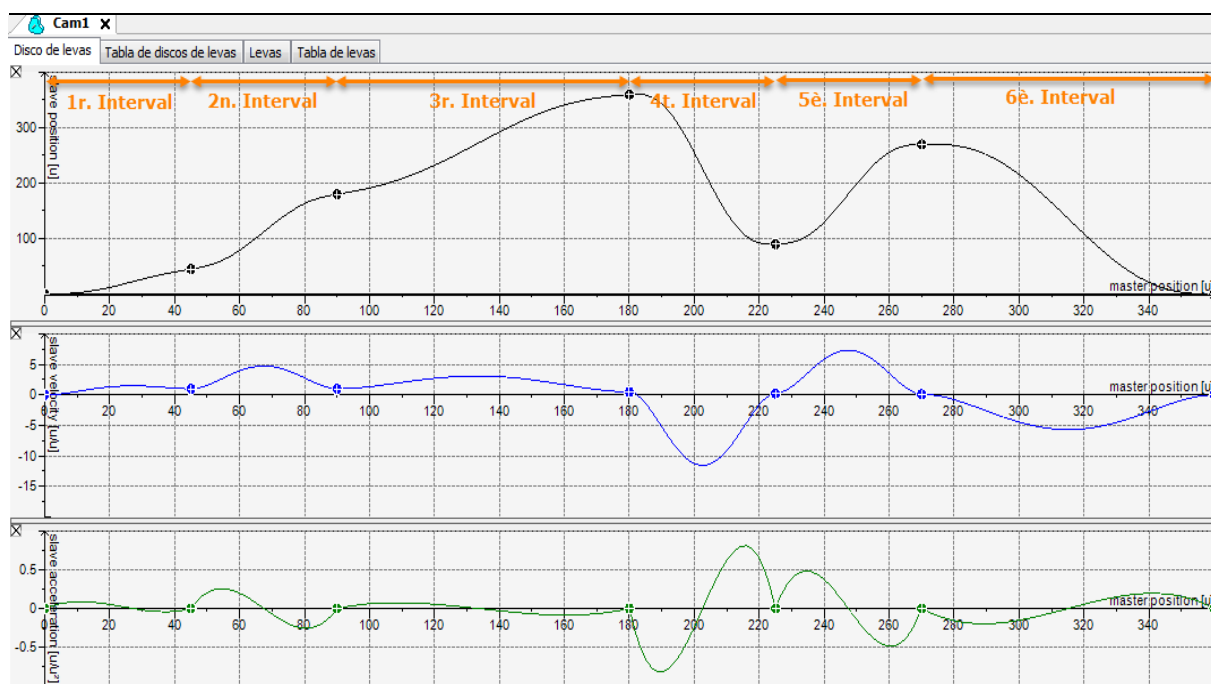


Figura 152. Gràfic de disc de lleves

Si observem la taula de discos de lleves i la seva representació gràfica podem observar que els valors del mestre i l'esclau oscil·len entre  $0^\circ$  i  $360^\circ$  i que el nostre perfil de lleva està marcat per sis intervals. A continuació es fa una descripció de cada un dels sis intervals que formen el perfil de lleva de la pràctica.

Al primer interval, podem veure com els dos eixos parteixen de la mateixa posició inicial de  $0^\circ$  i al iniciar la marxa els eixos es coordinen i es sincronitzen per fer una rotació de  $45^\circ$  al mateix temps, el que vol dir que els dos eixos mantenen la mateixa velocitat i acceleració per arribar als seus punts de consigna.

Al segon interval, podem veure com l'eix mestre avança  $45^\circ$  més per arribar als  $90^\circ$  i l'eix esclau ha d'avançar  $135^\circ$  per posicionar-se als  $180^\circ$ , per tant, l'eix esclau ha d'augmentar considerablement la seva velocitat i acceleració per arribar al seu punt de consigna al mateix moment que ho faci l'eix mestre.

Al tercer interval, l'eix mestre avança  $90^\circ$  més per arribar als  $180^\circ$  i l'eix esclau ha d'avançar  $180^\circ$  per arribar als  $360^\circ$  on tenim el final del recorregut de l'eix esclau. En aquest cas, tenim un marge de desplaçament de l'eix mestre més gran que en el segon interval i això permet a l'eix esclau tenir una velocitat i acceleració més reduïdes per tal d'arribar al seu punt de consigna al mateix temps que l'eix mestre.

Al quart interval, l'eix mestre avança  $45^\circ$  per arribar als  $225^\circ$  i l'eix esclau inverteix el seu gir  $270^\circ$  per posicionar-se a  $90^\circ$ , per tant, l'eix esclau canviarà el seu sentit de gir en sentit negatiu i tenint en compte el curt desplaçament de l'eix mestre en consideració a desplaçament que ha de realitzar l'eix esclau, en aquest interval registrarem el valors més alts de velocitat i acceleració per tal d'arribar al seu punt de consigna al mateix temps que l'eix mestre.

Al cinquè interval, l'eix mestre avança  $45^\circ$  més per arribar als  $270^\circ$  i l'eix esclau ha d'avançar  $180^\circ$  per posicionar-se als  $270^\circ$ , per tant, en aquest interval tornem a canviar el sentit de gir de l'eix esclau en sentit positiu i amb la sincronització dels eixos regularà la velocitat i acceleració per arribar al seu punt de consigna al mateix temps que l'eix mestre.

Al sisè interval, l'eix mestre avança  $90^\circ$  per arribar als  $360^\circ$  i l'eix esclau inverteix el seu gir  $270^\circ$  per posicionar-se a la posició d'inici de  $0^\circ$ , per tant, l'eix esclau canviarà el seu sentit de gir en sentit negatiu fins arribar a la posició d'inici, moment en el qual es tornarà a repetir tot el cicle de manera continua.

### 15.11 Guia GEMMA

A la següent figura 153, es pot observar la guia GEMMA, la qual utilitzarem per conèixer els diferents estats en els que es pot trobar el procés.

Com es pot observar, abans d'iniciar el procés, cal realitzar una preparació de l'estat inicial els equips (A6) i polsant el polsador de Iniciació ens situarem en un punt de partida inicial (A1) previ a la marxa. Un vegada situats al punt de partida podrem iniciar la producció normal (F1) polsant el polsador de Marxa. Durant la producció normal es poden produir tres esdeveniments; que es premi el polsador de Pausa en qualsevol moment del programa de manera que el procés s'aturi temporalment realitzant una parada demanada (A3) fins que es premi el polsador de Marxa i es torni novament a la producció normal, l'altre és que es premi el polsador de Paro i es realitzi una parada demanada a final de cicle (A2) produint fins a acabar el cicle actual i posteriorment tornant a al punt de partida inicial, i per últim que es premi el polsador Emergència en qualsevol estat en el que es trobi el procés i aquest s'aturi (D1), tornant a l'estat inicial del equips al prémer el polsador de Reset\_XY per reconèixer els errors.



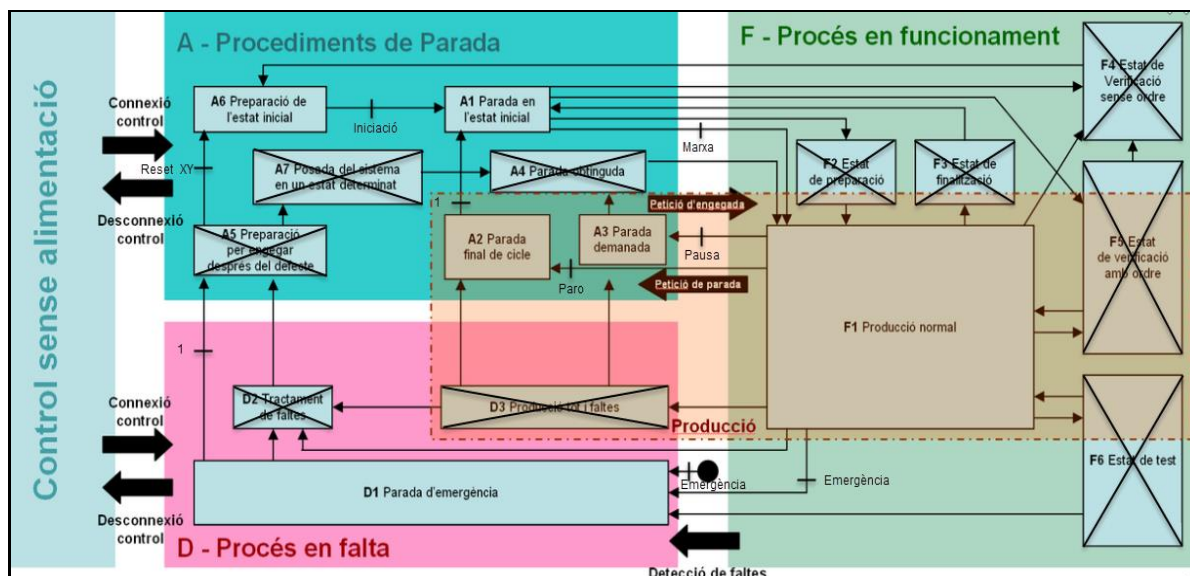


Figura 153. Guia GEMMA del procés automatitzat

### 15.11.1 Posta en l'estat inicial (A6)

Com es pot veure al GRAFCET de la figura 154, a la posta en l'estat inicial es realitzarà un reset inicial als dos servodriviers i passat un temps de refresc s'activarà l'habilitació de les etapes de potència dels dos servodriviers a la mateix temps. Passat un temps i quant s'hagi rebut la senyal d'estat correcte de les dues etapes de potència, passarem a un estat d'espera, fins que es premi el polsador de Iniciació i l'estat de Marxa estigui desactivada, serà llavors quant s'activarà l'estat d'aturada en l'estat inicial (A1).

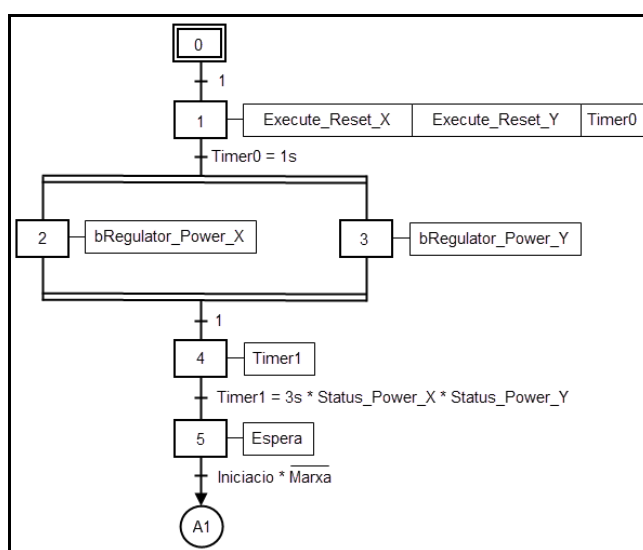


Figura 154. Posta en l'estat inicial (A6)

### 15.11.2 Aturada en l'estat inicial (A1)

A la figura 155, podem veure l'estat d'aturada en l'estat inicial, un cop s'hagi premut el pulsador de Iniciació, el servoactuador de l'eix Y es posicionarà a la posició de home d'aquest eix i després d'un temps de reconeixement el servoactuador de l'eix X es posicionarà a la posició de home del seu eix. Un cop els dos eixos estiguin situats a la posició de home, s'activarà el LED indicador de Estat\_Inici, quedant el procés en l'estat 8 fins que es premi el pulsador de Marxa per passar a l'etapa de producció normal (F1).

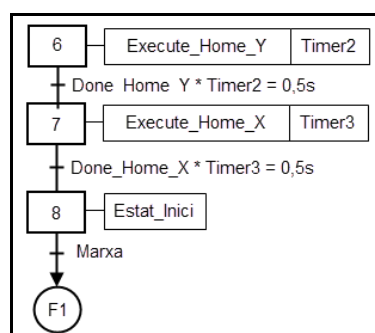


Figura 155. Aturada en l'estat inicial (A1)

### 15.11.3 Producció normal (F1)

A la figura 156, podem veure l'estat de producció normal, on després d'activar el pulsador de marxa s'executarà la funció de lloques electròniques aplicant la taula CAN que s'ha definit per crear el perfil de moviment desitjat i passat un temps s'executarà el moviment de producció normal, posicionant de manera sincronitzada els eixos en cada instant de temps i activant l'indicador lluminós de Estat\_Marxa fins que es realitzi una de les dos aturades voluntàries. Si estant en l'estat de producció normal es prem el pulsador de Pausa, passarem a l'estat aturada sol·licitada (A3) i si es prem el pulsador de Paro passarem a l'estat d'aturada sol·licitada final de cicle (A2).

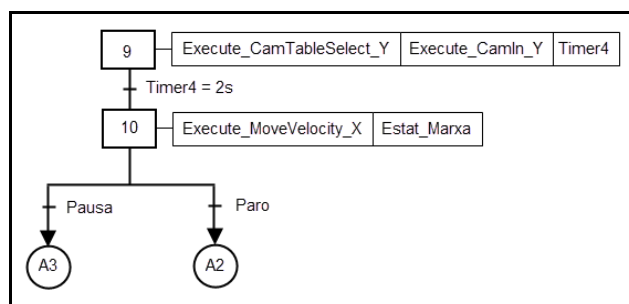


Figura 156. Producció normal (F1)

## 15.11.4 Aturada sol·licitada (A3)

A la figura 157, es pot veure l'estat de aturada sol·licitada, on després de haver premut el pulsador de Pausa s'executarà una parada instantània dels dos eixos i s'encendrà l'indicador lluminós Estat\_Pausa. Prement el pulsador de Marxa tornarem a l'estat de producció normal (F1), partint de la mateixa posició on s'ha aturat el procés.

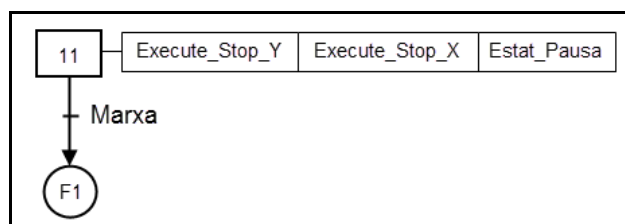


Figura 157. Aturada sol·licitada (A3)

## 15.11.5 Aturada sol·licitada final de cicle (A2)

A la figura 158, es pot veure l'estat de aturada sol·licitada final de cicle, on després de haver premut el pulsador de Paro el procés de producció es prepararà per realitzar una aturada al final del cicle, es a dir, mentre l'eix Y estigui a una posició major a 0.5 [usr] continuarà el procés de producció normal però quan el valor de posició de l'eix Y sigui inferior o igual a 0.5 [usr] passarà a un estat de parada, on passat un temps d'estabilització el sistema tornarà a l'estat d'aturada en l'estat inicial (A1). Al prémer el pulsador de Paro tindrem el LED Estat\_Final\_Cicle en marxa per indicar-nos el nou estat de transició i aquest es parará quan el sistema arribi a l'estat d'aturada en l'estat inicial.

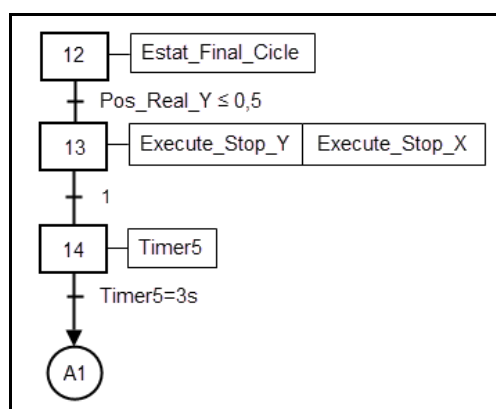


Figura 158. Aturada sol·licitada final de cicle (A2)

## 15.11.6 Parada d'emergència (D1)

Com es pot veure a la figura 159, en qualsevol estat del procés, polsant qualsevol dels dos polsadors de emergència (STO\_X, STO\_Y) o si es sobrepassa els límits de seguretat màxims positiu o negatiu de l'eix Y, s'aturarà el procés. Després de l'aturada d'emergència, el procés es mantindrà en espera fins que premi el polsador Reset\_XY per reiniciar les maquetes i el procés torni a l'estat de posta inicial (A6).

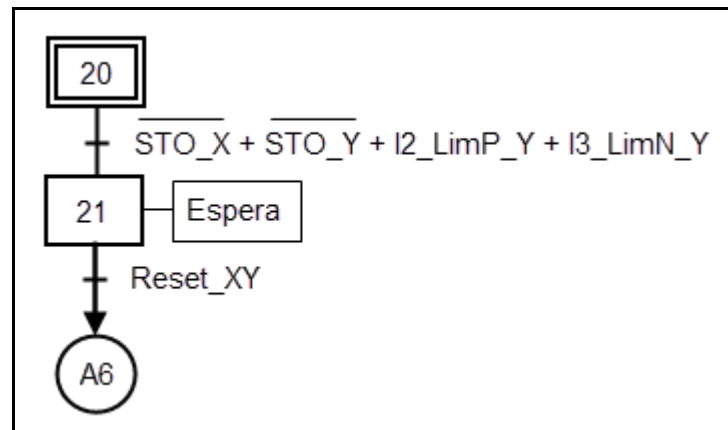


Figura 159. Parada de emergència (D1)

## 16 RESUM DEL PRESSUPOST

El projecte consta de la posta en marxa de les maquetes "Servomotor Lexium32M" del laboratori d'automàtica industrial, mitjançant l'elaboració de tres pràctiques sobre processos de posicionament, conjuntament amb la creació i instal·lació d'un panell de comandament extern i posteriorment la instal·lació de comunicació entre les maquetes i el controlador d'eixos LMC058. El cost total del projecte és de dos mil tres-cents cinquanta-tres euros amb setanta cèntims, sense IVA.

## 17 CONCLUSIONS

Després d'haver realitzat el projecte amb els servodriver, el controlador d'eixos i el seu respectiu software de programació, està clar que és una tecnologia pensada per definir processos de posicionament i coordinació entre d'eixos, ja que el mateix software de programació facilita la creació de funcions per diferents d'aplicacions.

Cal dir que el sistema de control de posicionament és un tema molt ampli on es treballa amb servodriver, servoactuadors, controlador d'eixos, bus de comunicació i software de programació específics, on es triga un temps a conèixer els nous conceptes de control de posició i les especificacions de la nova interfície de programació, però amb la part teòrica i les tres pràctiques d'aquest projecte, es poden adquirir tots aquests conceptes i ampliar coneixements d'una manera didàctica.

Per tant, després d'haver realitzat satisfactoriament les tres sessions pràctiques del projecte, on s'iniciava la primera pràctica amb la posta en marxa d'una de les maquetes, continuant amb l'automatització del control de posicionament d'un eix i finalment amb la realització d'un procés automàtic basat en la funció de lleves electròniques amb dos eixos sincronitzats, on es sincronitzen dos eixos, podem dir que s'han assolit els objectius proposats al inici del projecte.

Finalment, cal saber que el present projecte ha sigut el primer en treballar amb les maquetes de servos i controladors, i seria molt interessant per a futurs projectes continuar amb noves aplicacions com podria ser un sistema d'interpolació amb dos eixos.

José Gabriel Hernández López  
Graduat en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Girona, 1 de setembre de 2017

## **18 RELACIÓ DE DOCUMENTS**

El present projecte consta dels següents documents; memòria, plànols, plec de condicions, estat d'amidaments i pressupost.

## 19 BIBLIOGRAFIA

InfoPLC, SoMachine Manual de formació

([http://www.infoplc.net/files/descargas/schneider/infoPLC\\_net\\_SoMachine\\_Manual\\_de\\_formacion.pdf](http://www.infoplc.net/files/descargas/schneider/infoPLC_net_SoMachine_Manual_de_formacion.pdf), 06 d'octubre de 2015)

Schneider Electric, BSH0552T11A2A AC servo motor BSH

([https://www.google.es/search?rlz=1C1TEUA\\_enES567ES567&q=Product+data+sheet+Characteristics+BSH0552T11A2A+AC+servo+motor+BSH&oq=Product+data+sheet+Characteristics+BSH0552T11A2A+AC+servo+motor+BSH&gs\\_l=psyab.3...2052.4231.0.5516.15.13.0.0.0.0.153.1447.2j10.12.0....0...1.1.64.psy-ab..3.0.0.Vezmb0\\_0RUY](https://www.google.es/search?rlz=1C1TEUA_enES567ES567&q=Product+data+sheet+Characteristics+BSH0552T11A2A+AC+servo+motor+BSH&oq=Product+data+sheet+Characteristics+BSH0552T11A2A+AC+servo+motor+BSH&gs_l=psyab.3...2052.4231.0.5516.15.13.0.0.0.0.153.1447.2j10.12.0....0...1.1.64.psy-ab..3.0.0.Vezmb0_0RUY), 20 de març de 2016)

Schneider Electric, BSH Servo motor, Motor manual

(<http://www.schneider-electric.com/en/download/document/0198441113837-EN/>, 01 de gener de 2017)

Schneider Electric, Fuente de alimentació ABL8REM24030

(<https://www.schneider-electric.es/es/product/ABL8REM24030/fuente-de-alim.-conmutada-modular---1-o-2-fases---100-240-v-ca---24-v---3-a>, 20 de març de 2016)

Schneider Electric, Fuente de alimentación modo conmutador ABL8MEM24012

(<https://www.schneider-electric.es/es/product/ABL8MEM24012/alimentaci%C3%B3n-modo-conmutador-regul.---1-o-2-fases---100-240-v-ca---24-v---1%2C2-a>, 20 de març de 2016)

Schneider Electric, LXM32M Servo accionamiento AC Manual del producto

(<https://www.schneider-electric.es/es/download/document/0198441113770-ES/>, 15 de gener de 2017)

Schneider Electric, Lexium Library Function blocs Software manual

(<http://www.schneider-electric.com/en/download/document/0198441113892-EN/>, 10 de febrer de 2016)

Schneider Electric, Lexium 32 motion control

(<http://www.schneider-electric.com/en/download/document/DIA7ED2140501EN/>, 01 de gener de 2017)



Schneider Electric, Modicon LMC058LF42

(<http://www.schneider-electric.us/en/product/LMC058LF42/compact-base---42-i-o---24-v-dc-supply/>, 20 de març de 2016)

Schneider Electric, Modicon LMC058 Motion Controller, Guia de programació

(<http://www.schneiderelectric.com.ar/es/download/document/EIO0000000411/>, 15 de gener de 2017)

Schneider Electric, Sensor inductivo XS508B1PBL2

(<https://www.schneider-electric.es/es/product/XS508B1PBL2/sensor-indutivo-xs5-m8---c-33-mm---inoxid.-%E2%80%93sn-15-mm---12..24-vcc---cabo-de-2-m>, 10 de febrer de 2017)

## 20 GLOSARI

CAN: Controller Area Network.

CNC: Computerized Numeric Control.

CoDeSys: Controller Development System.

ESIM: Simulació senyals encoder.

FB: Function Blocks.

GEMMA: Guide d'Étude du Modes de Marches et d'Arrêts.

GRAFCET: Graphe Fonctionnel de Commande, Étapes Transitions.

HMI: Human Machine Interface.

IEC: International Electrotechnical Commission.

LD: Ladder Diagram.

LED: Light-Emitting Diode.

OEM: Original Equipment Manufacture

OSI: Open System Interconnection.

PC: Personal Computer.

PDO: Process Data Object.

PID: Proportional-Integral-Derivative.

PLC: Programmable Logic Controller.

POU: Program Organization Unit.

PTO: Pulse Train Output.

PTI: Pulse Train Input.

PWM: Pulse weith modelation.

SDO: Service Data Object.

STO: Safe Torque Off.

urs: Unitats d'usuari.

USB: Universal Serial Bus.

## A ESTRUCTURA DE MENU DEL HMI LEXIUM32

En aquest annex podem veure tota l'estructura de menú de configuració del Lexium32M, de manera que es pugui seguir la configuració realitzada a les pràctiques d'aquest projecte.

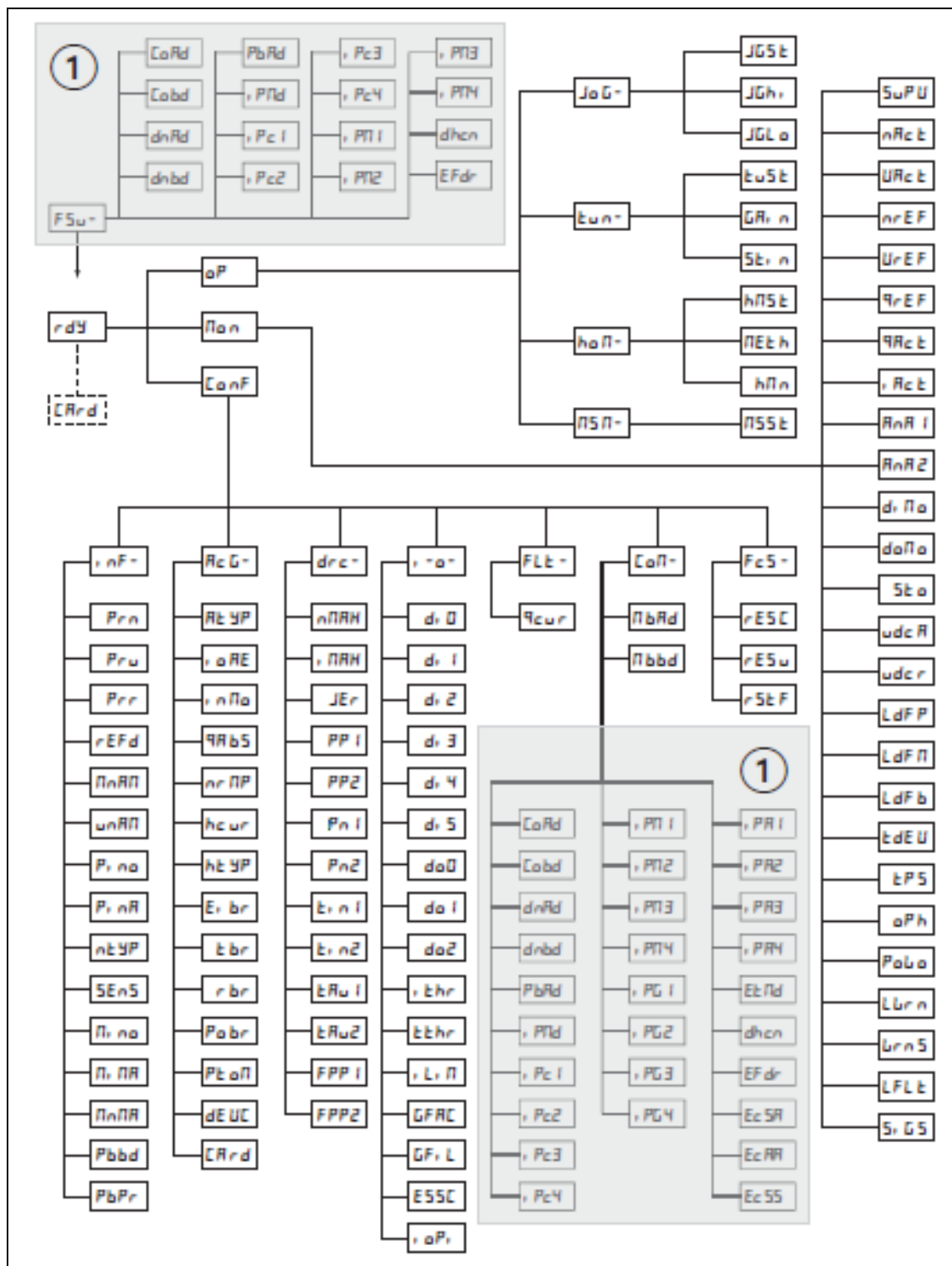


Figura 160. Estructura del menú de configuració del LXM32M

## A.1 LLISTAT DELS MENUS I PARÀMETRES LEXIUM32

Per tal d'entendre el significat de cada un dels codis de configuració, es mostra a continuació les taules amb la descripció de cada un d'aquest codis.

Menú HMI F5u-	Descripción
F5u-	Ajustes Iniciales (First Setup)
CoRd	Dirección CANopen (número de nodo)
CoBd	Velocidad de transmisión CANopen
dnRd	Dirección de nodo DeviceNet (MAC-ID)
dnBd	Velocidad de transmisión DeviceNet
PbRd	Dirección Profibus
Pn1d	Tipo de referencia de la dirección IP
Pc1	Dirección IP módulo Ethernet, byte 1
Pc2	Dirección IP módulo Ethernet, byte 2
Pc3	Dirección IP módulo Ethernet, byte 3
Pc4	Dirección IP módulo Ethernet, byte 4
Pn1	Dirección IP máscara de subred, byte 1
Pn2	Dirección IP máscara de subred, byte 2
Pn3	Dirección IP máscara de subred, byte 3
Pn4	Dirección IP máscara de subred, byte 4
dhcn	User application name HMI, part4
EFdr	Servicio FDR
Menú HMI oP	Descripción
oP	Modo de funcionamiento (Operation)
JoG-	Modo de funcionamiento Jog
tun-	Autotuning
hoM-	Modo de funcionamiento Homing
MSe-	Modo de funcionamiento Motion Sequence
Menú HMI JoG-	Descripción
JoG-	Modo de funcionamiento Jog
JGSt	Iniciar modo de funcionamiento Jog
JGh	Velocidad para movimiento lento
JGLo	Velocidad para movimiento lento
Menú HMI tun-	Descripción
tun-	Autotuning
tust	Iniciar autotuning
GRn	Factor de ganancia global (actúa sobre juego de parámetros 1)
Stn	Dirección de movimiento para el autotuning
Menú HMI hoM-	Descripción
hoM-	Modo de funcionamiento Homing
hMSt	Iniciar modo de funcionamiento Homing
MEth	Método preferente para Homing
hMn	Velocidad de destino para la búsqueda del interruptor

Figura 161. Codi del menú de configuració (1)

Menú HMI /M5M-	Descripción
/M5M-	Modo de funcionamiento Motion Sequence
/M5St	Iniciar modo de funcionamiento Motion Sequence
Menú HMI /Mon	Descripción
/Mon	Monitorización (Monitoring)
StuPu	Indicación de HMI en el movimiento del motor
nRct	Velocidad real
URct	Velocidad real
nrEF	Valor de referencia de velocidad
UrEF	Velocidad de referencia
qrEF	Corriente de consigna del motor (componente q, generador de par)
qRct	Corriente real del motor (componente q, generador de par)
i Rct	Corriente total del motor
AnA1	Análogica 1: valor de la tensión de entrada
AnA2	Análogica 2: valor de la tensión de entrada
di /Io	Estado de las entradas digitales
do/Io	Estado de las salidas digitales
Sto	Estado de las entradas para la función de seguridad STO
udcR	Tensión en el bus DC
udcr	Grado de utilización de la tensión del bus DC
LdFP	Carga actual de la etapa de potencia
LdFI	Carga actual del motor
LdFb	Carga actual de la resistencia de frenado
EdEU	Temperatura actual del equipo
EP5	Temperatura actual etapa de potencia
oPh	Numerador de horas de servicio
PaLo	Cantidad de procesos de conexión
LUrn	Número de la última advertencia (clase de error 0)
Lrn5	Advertencias almacenadas con codificación por bits
LFLt	Error que desencadena una parada (clase de error 1 a 4)
StGS	Estado almacenado de las funciones de monitorización
Menú HMI Conf	Descripción
Conf	Configuración (Configuration)
i nF-	Información/identificación (INformation / Identification)
RcG-	Configuración de eje (Axis Configuration)
dr c-	Configuración del equipo (DRive Configuration)
i -o-	Entradas/salidas configurables (In Out)
FLt-	Indicación de fallos
CoM-	Comunicación (COMMunication)
FcS-	Restaurar ajuste de fábrica (valores por defecto) (Factory Settings)

Figura 162. Codi del menú de configuració (2)

Menú HMI : nF-	Descripción
i nF-	Información/identificación (INformation / Identification)
P r n	Número de firmware
P r u	Versión de firmware
P r r	Revisión del firmware
rEFd	Nombre de producto
fInAfI	Tipo
unAfI	Nombre de la aplicación definido por el usuario
P i no	Corriente nominal de la etapa de potencia
P i nR	Corriente máxima de la etapa de potencia
nEtYP	Tipo de motor
SEnS	Tipo de encoder del motor
f i no	Corriente nominal del motor
f i nR	Corriente máxima del motor
fInfR	Velocidad máxima permitida/velocidad del motor
P bbd	Velocidad de transmisión Profibus
P bPr	Perfil de accionamiento Profibus

Menú HMI fAcG-	Descripción
fAcG-	Configuración de eje (Axis Configuration)
fAcYP	Activación de Módulo
i oRE	Activación de la etapa de potencia al conectar
i nTo	Inversión de la dirección de movimiento
qRbS	Simulación de la posición absoluta al desconectar/conectar
nr fIP	Máxima velocidad del perfil de movimientos para la velocidad
hcur	Valor de corriente para parada
hEtYP	Código de opción Parada
E i br	Selección de la resistencia de frenado Interna o externa
tbr	Duración de conexión máxima permitida de la resistencia de frenado externa
rbr	Valor de la resistencia de frenado externa
P obr	Potencia nominal de la resistencia de frenado externa
PtofI	Modo de utilización de la interfaz PTO
dEUl	Determinación del modo de control
CR-d	Gestión de tarjeta de memoria

Figura 163. Codi del menú de configuració (3)

Menú HMI drC-	Descripción
drC-	Configuración del equipo (DRive Configuration)
nNAH	Limitación de la velocidad
iNAH	Limitación de la corriente
JEr	Limitación de tirones del perfil de movimientos para la velocidad
PP1	Factor P controlador de posición
PP2	Factor P controlador de posición
Pn1	Factor P del controlador de velocidad
Pn2	Factor P del controlador de velocidad
t <sub>i</sub> n1	Tiempo de acción integral del controlador de velocidad
t <sub>i</sub> n2	Tiempo de acción integral del controlador de velocidad
tRu1	Constante de tiempo del filtro del valor de referencia de velocidad
tRu2	Constante de tiempo del filtro del valor de referencia de velocidad
FPP1	Control feed-forward velocidad
FPP2	Control feed-forward velocidad

Menú HMI i-o-	Descripción
i-o-	Entradas/salidas configurables (In Out)
di0	Función entrada DI0
di1	Función entrada DI1
di2	Función entrada DI2
di3	Función entrada DI3
di4	Función entrada DI4
di5	Función entrada DI5
do0	Función salida DQ0
do1	Función salida DQ1
do2	Función salida DQ2
ithr	Monitorización del valor de umbral de corriente
tthr	Monitorización de la ventana de tiempo
iLin	Limitación de la corriente via entrada
GFRc	Selección de factores de engranaje especiales
GF <sub>r</sub> L	Activación de la limitación de tirones
ESSc	Resolución de la simulación de encoder
iopi	Selección del tipo de señales piloto para la Interfaz PTI

Menú HMI FLt-	Descripción
FLt-	Indicación de fallos
qcur	Valor de corriente para Quick Stop

Figura 164. Codi del menú de configuració (4)



Menú HMI C <sub>0</sub> /I <sub>0</sub> -	Descripción
C <sub>0</sub> /I <sub>0</sub> -	Comunicación (COMMunication)
I <sub>0</sub> bRd	Dirección Modbus
I <sub>0</sub> bBd	Velocidad de transmisión Modbus
C <sub>0</sub> Rd	Dirección CANopen (número de nodo)
C <sub>0</sub> Bd	Velocidad de transmisión CANopen
d <sub>0</sub> nRd	Dirección de nodo DeviceNet (MAC-ID)
d <sub>0</sub> nBd	Velocidad de transmisión DeviceNet
P <sub>0</sub> bRd	Dirección Profibus
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> I <sub>0</sub> d	Tipo de referencia de la dirección IP
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> c1	Dirección IP módulo Ethernet, byte 1
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> c2	Dirección IP módulo Ethernet, byte 2
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> c3	Dirección IP módulo Ethernet, byte 3
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> c4	Dirección IP módulo Ethernet, byte 4
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> m1	Dirección IP máscara de subred, byte 1
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> m2	Dirección IP máscara de subred, byte 2
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> m3	Dirección IP máscara de subred, byte 3
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> m4	Dirección IP máscara de subred, byte 4
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> G1	Dirección IP gateway, byte 1
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> G2	Dirección IP gateway, byte 2
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> G3	Dirección IP gateway, byte 3
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> G4	Dirección IP gateway, byte 4
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> R1	Dirección IP actual módulo Ethernet, byte 1
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> R2	Dirección IP actual módulo Ethernet, byte 2
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> R3	Dirección IP actual módulo Ethernet, byte 3
I <sub>0</sub> P <sub>0</sub> R4	Dirección IP actual módulo Ethernet, byte 4
E <sub>0</sub> t/I <sub>0</sub> d	Protocolo
d <sub>0</sub> h <sub>0</sub> c <sub>0</sub> n	User application name HMI, part4
E <sub>0</sub> F <sub>0</sub> d <sub>0</sub> r	Servicio FDR
E <sub>0</sub> c5R	Segunda dirección EtherCAT
E <sub>0</sub> c5R	Dirección EtherCAT
E <sub>0</sub> c5S	Estado del esclavo EtherCAT
Menú HMI F <sub>0</sub> c5-	Descripción
F <sub>0</sub> c5-	Restaurar ajuste de fábrica (valores por defecto) (Factory Settings)
rE5c	Restablecer parámetros del controlador
rE5u	Restaurar los parámetros de usuario
rS5F	Restaurar ajustes de fábrica (valores por defecto)

Figura 165. Codi del menú de configuració (5)

## **B      PROGRAMES**

En el CD que s'adjunta, hi han dos carpetes; a la carpeta Pràctica\_2 hi ha el programa de la segona pràctica del projecte i a la carpeta Pràctica\_3 hi ha el programa de la tercera pràctica del projecte. A més, amb les carpetes s'adjunten els pdf dels corresponents programes impresos. Per obrir els programa és necessari tenir el software SoMachine-Central V4.1 instal·lat.