

**Treball Final de Carrera**

*Control d'una bobinadora automàtica*

David Bruguera Teixidor

**Enginyeria Tècnica d'Electrònica Industrial**

Director: Moisès Serra Serra

Vic, Setembre de 2009

Vull agrair el suport a totes aquelles persones que m'han ajudat i recolzat amb l'elaboració d'aquest projecte.

A Moisès Serra que m'ha motivat i guiat a realitzar aquest projecte i a tots els professors que han participat a la meva formació durant tota la carrera.

Als meus pares i a la meva família per el seu suport i molt especialment a l'Irma que m'ha recolzat, ajudat i ha estat al meu costat en tot moment.

Moltes gràcies.

## Índex

	Pag.
Resum.....	6
Summary.....	7
1. Introducció.....	8
1.1. Antecedents.....	8
1.2. Finalitat del projecte.....	8
1.3. Objectius.....	9
1.4. Estructura de la memòria.....	9
1.5. Metodologia de treball.....	10
2. Plantejament.....	12
2.1. Valoració d'alternatives.....	12
2.2. Recursos de software.....	13
2.3. Recursos materials.....	14
2.3.1. Accionaments.....	15
2.3.2. Control i automatització.....	17
2.3.3. Mesura de la velocitat.....	21
2.3.4. Alimentació.....	22
2.3.5. Protecció.....	24
3. Prescripcions tècniques.....	25
3.1. Disseny mecànic.....	25
3.2. Fonaments teòrics.....	28
3.2.1. Software.....	28
3.2.2. Autòmat.....	31
3.2.3. Servomotor.....	48
3.2.4. Encoder.....	53
3.3. Descripció del sistema.....	56
3.4. Disseny elèctric.....	64
3.5. Disseny d'automatització.....	65
3.6. Programació software.....	68
3.7. Solució general.....	71

	Pag.
4. Implementació.....	73
4.1. Muntatge.....	73
4.2. Posada en funcionament.....	76
5. Conclusions i resultats.....	78
6. Bibliografia.....	80
7. Annexes.....	83
7.1. Característiques tècniques i dimensions (Annex 1).....	83
7.2. Dibuix disseny mecànic (Annex 2).....	95
7.3. Esquema elèctric (Annex 3).....	104
7.4. Programes autòmats (Annex 4).....	107
7.5. Pressupost (Annex 5).....	114

## Índex de figures

	Pag.
2. Plantejament	
Figura 2.3.2.1-Distribució de l'àrea CIO.....	19
Figura 2.3.2.2-Distribució de l'àrea auxiliar.....	19
Figura 2.3.2.3-Direccionament indirecte.....	20
Figura 2.3.2.4-Registre de dades.....	21
Figura 2.3.4.1-Imatge de la font d'alimentació.....	23
Figura 2.3.5.1-Imatge del magnetotèrmic.....	24
3. Prescripcions tècniques	
Figura 3.1.1-Vista del disseny mecànic.....	26
Figura 3.1.2-Imatge del carret.....	27
Figura 3.2.2.1-Cablejat connexió encoder.....	31
Figura 3.2.2.2-Cablejat connexió autòmat-servomotor.....	38
Figura 3.2.3.1-Configuració servomotor (I).....	49
Figura 3.2.3.2-Configuració servomotor (II).....	49
Figura 3.2.3.3-Cablejat connexió servomotor.....	51
Figura 3.2.4.1-Dibuix interior encoder incremental.....	54
Figura 3.2.4.2-Esquema Push-Pull.....	55
Figura 3.2.4.3-Tècnica apantallat encoder.....	56
Figura 3.3.1-Imatge pannel de control.....	57
Figura 3.3.2-Dibuix politja.....	59
Figura 3.3.3-Vista general muntatge.....	63
Figura 3.5.1-Xarxa de petri autòmat 1 (I).....	65
Figura 3.5.2-Xarxa de petri autòmat 1 (II).....	66
Figura 3.5.3-Xarxa de petri autòmat 2 (I).....	66
4. Implementació	
Figura 4.1.1-Vista muntatge (I).....	74
Figura 4.1.2-Vista muntatge (II).....	74

---

Figura 4.1.3-Vista muntatge (III).....	75
Figura 4.1.4-Vista muntatge (IV).....	75



## **Resum de Treball Final de Carrera Enginyeria Tècnica d'Electrònica Industrial**

**Títol:** Control d'una bobinadora automàtica.

**Paraules clau:** Bobinadora, servomotor, autòmat, regulació.

**Autor:** David Bruguera Teixidor

**Direcció:** Moisès Serra Serra

**Data:** Setembre 2009

### **Resum**

Un dels problemes típics de regulació en el camp de l'automatització industrial és el control de velocitat lineal d'entrada del fil a les bobines, ja que com més gruix acumulem a igual velocitat de rotació de la bobina s'augmenta notablement la velocitat lineal d'entrada del fil, aquest desajust s'ha de poder compensar de forma automàtica per aconseguir una velocitat d'entrada constant.

Aquest problema de regulació de velocitats és molt freqüent i de difícil control a la indústria on intervé el bobinat d'algun tipus de material com cablejat, fil, paper, làmines de planxa, tubs, etc...

Els dos reptes i objectius principals són, primer, la regulació de la velocitat de rotació de la bobina per aconseguir una velocitat lineal del fil d'entrada, i segon, mitjançant el guiatge de l'alimentació de fil a la bobina, aconseguir un repartiment uniforme de cada capa de fil.

El desenvolupament consisteix amb l'automatització i control d'una bobinadora automàtica mitjançant la configuració i programació de PLC's, servomotors i encoders.

Finalment es farà el muntatge pràctic sobre una bancada per verificar i simular el seu correcte funcionament que ha de donar solució a aquests problemes de regulació de velocitats.

Com a conclusions finals s'han aconseguit els objectius i una metodologia per fer una regulació de velocitats de rotació per bobines, amb accionaments de servomotors amb polsos, i a nivell de coneixements he aconseguit dominar les aplicacions d'aquest tipus d'accionaments aplicats a construccions mecàniques.



## **Summary of Final Degree Project Industrial Electronical Technical Engineering**

**Title:** Control for an automatic winder.

**Keywords:** winder, servodrive, automaton, regulation.

**Author:** David Bruguera Teixidor

**Director:** Moisès Serra Serra

**Date:** September 2009

### **Summary**

One of the typical problems with regulation in the field of industrial automation is the control of the linear thread entry speed into winders, as when the reel becomes thicker at the same reel rotation speed, the linear thread entry speed increases considerably. It should be possible to compensate for this imbalance automatically to obtain a constant entry speed. This speed regulation problem is very frequent and difficult to control in industry that involves the winding of different types of material such as cables, thread, paper, sheet metal, tubes, etc.

The two challenges and main objectives are, firstly, to regulate the reel rotation speed to obtain a linear thread entry speed, and secondly, by guiding the thread feed to the reel, to obtain a uniform spread of each layer of thread.

The development consists of the automation and control of an automatic winder through the configuration and programming of PLC's, servomotors and encoders.

Finally, this will be put into practice mounted on a bench to verify and simulate its correct operation, which should provide a solution to the problems of speed regulation.

The final conclusions drawn are that the objectives and a methodology for regulating reel rotation speeds, involving the action of pulse servodrives, have been achieved and in terms of knowledge, I have mastered the applications of these types of operation applied to mechanical constructions.



## **1. Introducció**

### **1.1. Antecedents**

Una de les aplicacions industrials més freqüents a la indústria és el bobinat o enrotllat de materials utilitzant com a suport rodets o bobines, això ha portat a automatitzar i a controlar aquest procés per poder actuar de forma autònoma sense la supervisió d'operaris.

Aquest procés ens condueix a un dels problemes típics de regulació en el camp de l'automatització industrial, el control de velocitat lineal d'entrada dels materials a les bobines, ja que com més gruix acumulem a igual velocitat de rotació de la bobina s'augmenta notablement la velocitat lineal d'entrada del fil, aquest desajust s'ha de poder compensar de forma automàtica per aconseguir una velocitat d'entrada constant.

Aquest problema de regulació de velocitats és molt freqüent i de difícil control a la indústria on intervé el bobinat d'algun tipus de material com cablejat, fil, paper, làmines de planxa, tubs, etc...

La meua observació en un centre de treball on es realitzaven bobinats de cables elèctrics ha motivat aquest projecte ja que, mitjançant una màquina sense automatitzar es bobinaven cables de forma que quan s'anava augmentant el gruix de fil acumulat a la bobina, augmentava descontroladament la velocitat d'entrada, perdent l'operari qualsevol control del procés, portant a situacions de perill per les persones i a torsions innecessàries del cablejat que els feien moltes vegades inservibles.

### **1.2. Finalitat del projecte**

La finalitat bàsica que ha dut a terme a realitzar aquest projecte, és aconseguir un sistema de regulació per bobinadores que doni solució als problemes de control de velocitats de rotació que originen aquests processos mitjançant PLC's (*Programmable Logic Controllers*) que controlen servomotors amb tecnologia de polsos i així obtenir un mètode per resoldre aquestes aplicacions.

Així aconseguirem una solució bàsica standard que sigui utilitzada i serveixi de referència per automatitzar aquests tipus de processos.

### **1.3. Objectius**

L'objectiu del treball és realitzar el disseny del control i automatització d'una bobinadora automàtica per poder operar de forma autònoma, fer-ne un disseny mecànic bàsic, fer el muntatge pràctic i la posada en funcionament per poder visualitzar i simular sobre una bancada el seu correcte funcionament que ha de donar solució als problemes de regulació de velocitats.

Els dos reptes principals són, primer, la regulació de la velocitat de rotació de la bobina per aconseguir una velocitat lineal del fil d'entrada, i segon, mitjançant el guiatge de l'alimentació de fil a la bobina aconseguir un repartiment uniforme de cada capa de fil.

El treball ha d'aportar una solució per poder controlar aquests processos, on intervinguin bobinadores controlades per PLC's i servomotors amb tecnologia de polsos, que ha de poder ser aplicat de forma general i aconseguir una metodologia.

El sistema ha de funcionar de forma automàtica i s'ha de poder supervisar per un operari que ha de poder manipular de forma manual les diferents variables de control que intervenen, si ho requereix el procés.

També aconseguir, si la Universitat de Vic ho creu adient, una màquina per poder ser utilitzada per la docència i formació de futurs alumnes de les assignatures relacionades amb l'automatització industrial.

### **1.4. Estructura de la memòria**

Per dur a terme l'elaboració de la memòria s'ha estructurat i dividit en els següents apartats que aporten pas a pas la solució del treball.

Apartat 2: Plantejament.

En aquest primer apartat es valoren les diferents alternatives per dur a terme el treball i es justifica l'opció escollida, també es descriuen els recursos de que

disposem tant materials com de software, que són amb els que haurem de treballar per aconseguir els objectius finals.

Apartat 3: Prescripcions tècniques.

Es l'apartat clau del treball on es fa el disseny mecànic per dur a terme el muntatge sobre una bancada, on s'explica els requeriments i el sistema com a conjunt, on es descriuen els fonaments bàsics de funcionament i on es dur a terme el disseny de l'automatització i les programacions necessàries de software.

Apartat 4: Implementació.

Es descriu la implementació de tot el sistema, el seu muntatge mecànic i la seva posada en funcionament, és l'apartat que dona vida i forma a tot el procés teòric.

Apartat 5: Conclusions i resultats.

Es defineixen les conclusions, els resultats i què ha aportat l'elaboració del treball així com possibles i futures millores que s'hi podrien incloure per poder despertar l'interès de futurs alumnes amb la regulació d'aquest tipus de processos.

Annex: Característiques, dibuixos, programes i pressupost.

Inclou les característiques dels aparells usats, els dibuixos dels dissenys mecànics i elèctrics, els programes dels autòmats i una valoració econòmica del cost de dur a terme el projecte.

### **1.5. Metodologia de treball**

Per dur a bon terme l'elaboració pràctica del projecte i poder finalitzar-ho a la data establerta, s'ha creat una metodologia de treball per anar seguint les etapes necessàries per tal de tenir el fil conductor del projecte i així poder desenvolupar de forma completa i continuada cada apartat.

#### **1. Necessitats del projecte.**

Inicialment s'ha fet un plantejament de les necessitats que comporta l'elaboració del treball, dels materials necessaris, recursos que podem disposar, prestacions que necessitem i la forma d'afrontar el treball per dur a terme el bon funcionament de la màquina.

## 2. Fixar objectius.

S'han definit de manera acurada quins són els objectius finals, quines solucions perseguim en l'elaboració del treball i què volem que ens aportí.

## 3. Timming del treball.

S'ha elaborat una calendari per poder organitzar totes les tasques, tant de muntatge com de programació i elaboració de la memòria, per poder lliurar el treball complet a la data establerta.

## 4. Cerca d'informació.

S'ha realitzat tota una busca de documentació i manuals per poder obtenir suport i referències bibliogràfiques per fer el treball.

## 5. Disseny i muntatge mecànic.

S'ha fet un primer disseny de tota l'estructura mecànica per fer la mecanització de la màquina, en un futur amb la col·laboració del Centre Tecnològic de Ripoll, començar a executar la primera fase pràctica i posteriorment fer el muntatge sobre una bancada.

## 6. Disseny de l'automatització i muntatge elèctric.

S'ha realitzat tot el disseny de l'automatització, esquema elèctric i s'ha buscat la optimització de la màquina, un cop hem tingut tota l'estructura mecànica s'ha completat el muntatge amb tots els elements elèctrics i electrònics que han donat forma a tot el muntatge complet.

## 7. Posada en funcionament.

Finalment s'han fet les proves i els ajustaments finals per posar en funcionament la màquina i poder valorar que s'han aconseguit els objectius buscats.

## 2. Plantejament

### 2.1. Valoració d'alternatives

La proposta inicial d'executar un treball d'una bobinadora automàtica de format industrial per talls i rodets de cables amb una aplicació d'automatització amb elements convencionals, s'ha reconduït i derivat cap a donar solució al problema més de fons que comporta el funcionament d'aquest tipus de màquines, la regulació de velocitat de rotació totalment autònoma, de fet aquesta és una de les qüestions claus de tot el treball.

Un cop creada la idea bàsica, seguidament, s'ha pensat com han de ser i quins són els elements claus que han d'intervenir en el treball, valorar unes alternatives i decidir quines son les més adients per portar a terme el projecte.

Un element imprescindible per executar un treball d'aquestes característiques és fer el muntatge pràctic sobre una bancada a escala amb tots els elements per poder visualitzar i donar vida al projecte.

Seguidament s'ha valorat el tipus d'accionaments, elements claus per controlar els diferents eixos de rotació, inicialment es va valorar l'opció de fer la regulació amb motors asíncrons controlats per variadors de velocitat i ajudats per detectors d'ultrasons amb sortida analògica per mesurar el gruix de fil existent a la bobina, de fet aquesta pot ser una de les aplicacions més usuals amb bobinadores, però s'ha volgut donar una solució molt més innovadora i se'ns ha plantejat l'opció de poder fer tota la regulació amb servomotors controlats per polsos mitjançant encoders, una nova tecnologia disponible al mercat que durant tot el curs d'enginyeria no s'havia tractat, de fet aquest és un dels motius que ha ajudat a decidir per aquest tipus d'accionament, un sistema innovador com a tecnologia.

Els servomotors ens aporten uns avantatges importants respecte els variadors de velocitat, com la seva precisió, el seu millor control, programable mitjançant software i les seves altes prestacions de posicionament, juntament amb els encoders dóna un major control i rendiment, els variadors de velocitat ens poden aportar més prestacions amb potències elevades però per la nostra aplicació de petites dimensions no ens és necessari.

Tot el control es farà mitjançant autòmats i s'ha buscat que l'aplicació com a conjunt, podem parlar d'aplicació mecatrònica, fos innovadora i d'una nova tecnologia que ens conduís a la millor solució i despertés interès.

## 2.2. Recursos de software

L'element de programació, supervisió i control de tot el sistema es fa amb el software de la marca Omron model Cx-one, aquest és un entorn informàtic que conte un paquet d'eines de programació, per PLC's i altres elements d'automatització com pantalles tàctils, variadors de freqüència, relés programables, etc..., aquest software suporta i integra tots els components programables d'Omron, és la via de programació, preparació, simulació, control i monitorització, també incorpora tota la informació i manuals dels diferents elements que pot controlar.

Versió software disponible:

### OMRON CX-ONE v3.00 Educational version

Components del Cx-One:

Disc d'instal·lació (CD-ROM)	3 discs
Guia d'introducció de CX-One (aquest document, nº R135)	Document imprès i dades PDF en CD-ROM
Guia d'introducció a CX-Programmer (nº R132)	
Guia d'introducció a CX-Designer (nº V089)	
Guia d'introducció a blocs de funció (nº R133)	
Manual de configuració de CX-One (nº W444)	Dades PDF en CD-ROM (únicament s'enumeren els manuals principals)
Manual de funcionament de CX-Programmer (nº W446)	
Manual de funcionament de CX-Programmer, bloc de funció (nº W447)	
Manual de funcionament de CX-Integrator (nº W445)	
Manual de funcionament de CX-Simulator (nº W366)	
Manual de l'usuari de CX-Designer (nº V088)	
Manual de funcionament de CX-Motion-NCF (nº W436)	
Manual de funcionament de CX-Motion-MCH (nº W448)	
Manual de funcionament de CX-Position (nº W433)	
Manual de funcionament de CX-Drive (nº W453)	
Manual de funcionament de CX-Protocol (nº W344)	
Manual de funcionament de l'eina CX-Process (nº W372)	
Manual de funcionament de CX-Profibus (nº W05E)	
Manual de funcionament de Face Plate Auto-Builder per NS (nº W418)	
Manual de referència de la biblioteca de FB de OMRON (nº W442)	
Manual de referència de la biblioteca de Smart Active Parts (*)	
Manual d'operació de CX-Thermo	Únicament ajuda en pantalla
Contracte de llicència de software/tarjeta de registre d'usuari	1

Producte	Model	Eina de perifèric instal·lable	Dades inclòides
CX-One	CXONE-AL01C-E (per 1 llicència)  CXONE-AL03C-E (per 3 llicències)  CXONE-AL10C-E (per 10 llicències)	CX-Programmer CX-Integrator CX-Simulator CX-Designer CX-Motion CX-Motion-NCF CX-Motion-MCH CX-Position CX-Drive CX-Protocol Eina CX-Process CX-Profibus Face plate Auto-Builder per NS CX-Thermo CX-FLnet Utilitat Switch Box	FB de Omron Smart Active Parts (SAP) CPS Manual (PDF)

L'eina de software que utilitzarem és el programa d'autòmats Cx-programmer amb el qual hem programat, controlat i supervisat els dos autòmats model CP1L-L10DT1-D.

Versió software disponible:

**OMRON Cx-programmer v8.01 Educational version**

### **2.3. Recursos materials**

Els recursos materials de mecanització i muntatge mecànic del treball es duran a terme amb el suport del Centre Tecnològic de Ripoll que l'ha recolzat. Amb estreta coordinació i partint de base dels elements mecànics que podíem disposar i dels accionaments escollits, s'ha buscat el sistema més adient per fer el muntatge de l'estructura.

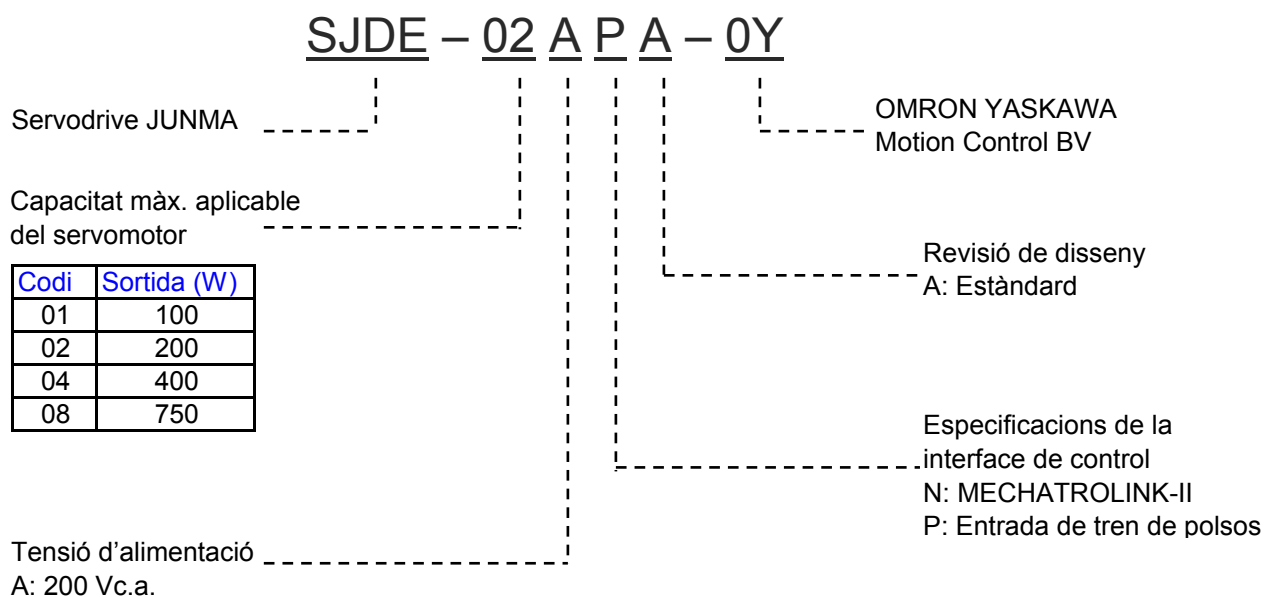
### 2.3.1. Accionaments

Els accionaments escollits son dos servomotors i motors de la marca Omron sèrie Junma amb tecnologia de control per polsos que controlaran els eixos de rotació, aquest sistema és innovador i no necessita configuracions de paràmetres que es fa amb els servomotors tradicionals, amb molta més càrrega de programació i dificultat de posada amb marxa, està integrat i és controlable sota la plataforma de programació Cx-one.

Referència dels servomotors disponibles: (2 unitats)

#### OMRON SJDE-01APA-OY

Denominació del servomotors:



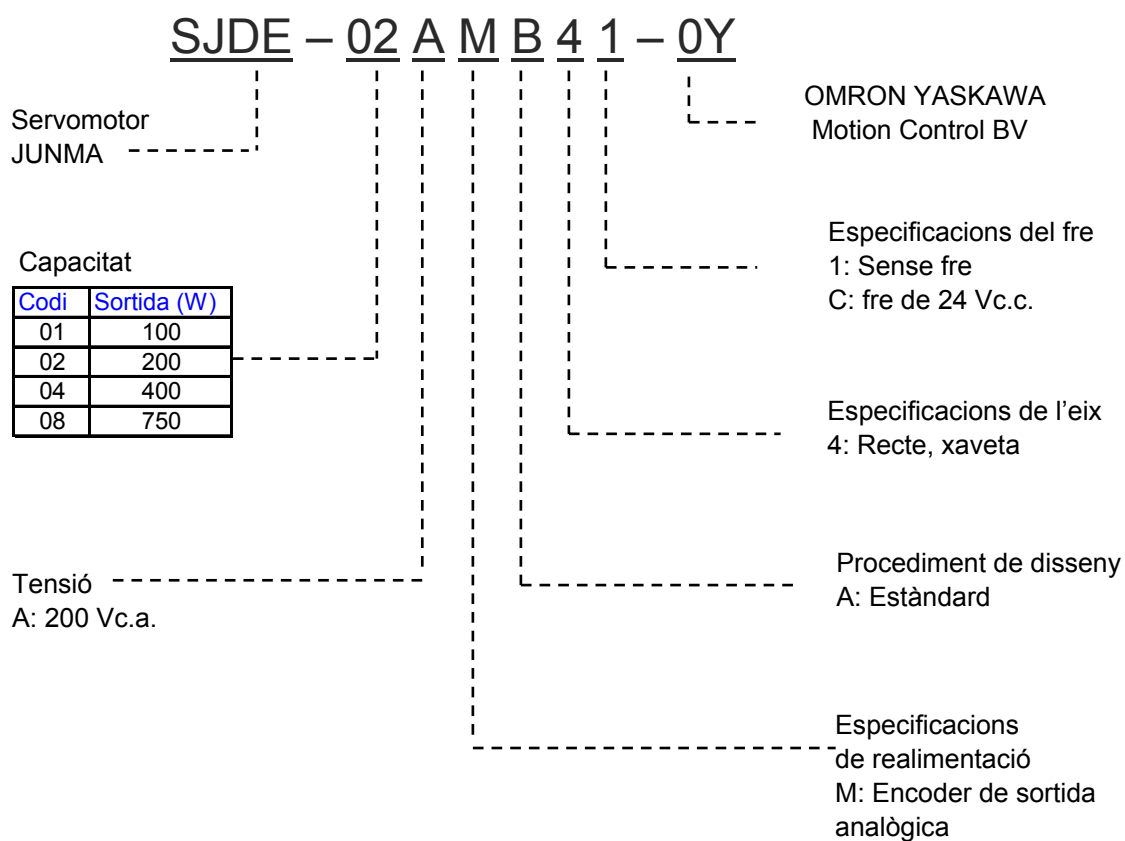
S'adjunta les característiques tècniques i les dimensions a l'annex n. 1.



Referència del motors disponibles: (2 unitats)

### OMRON SJME-01AMC41-OY

Denominació del motors:



S'adjunta les característiques tècniques i les dimensions a l'annex n. 1.

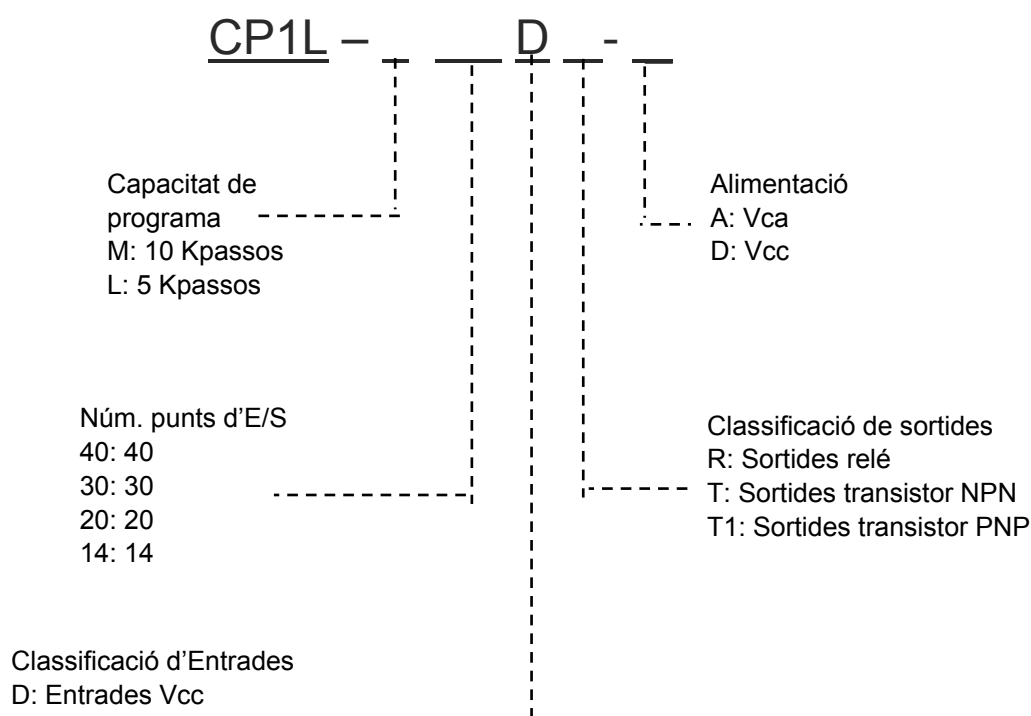
### 2.3.2. Control i automatització

El control i automatització es farà amb dos autòmats de la marca Omron sèrie CP1L, cada un controlarà un servomotor i s'hauran d'intercanviar dades entre ells, també han de gestionar les entrades de control que podrà manipular segons convingui un operari i una entrada de comptador ràpid per controlar la informació d'una encoder, els autòmats estan integrats i són controlables sota la plataforma de programació Cx-one.

Referència autòmat disponible: (2 unitats)

#### OMRON CP1L-L10DT1-D

Denominació dels autòmats:



S'adjunta les característiques tècniques i les dimensions a l'annex n. 1.

Àrea de memòria:

Àrea			Tamany	Rang
Àrea CIO	Àrea d'E/S	Entrades	1600 bits (100 canals)	CIO 0 a CIO 99
		Sortides	1600 bits (100 canals)	CIO 100 a CIO 199
	Àrea Link 1:1		1024 bits (64 canals)	CIO 3000 a CIO 3063
	Àrea PLC Link Serie		1440 bits (90 canals)	CIO 3100 a CIO 3189
	Àrea de Treball		14400 bits (900 canals)	CIO 3800 a CIO 6143
Àrea de Treball			8192 bits (512 canals)	W000 a W511
Àrea de Retenció			8192 bits (512 canals)	H000 a H511
Àrea Auxiliar			15360 bits (960 canals)	A000 a A959
Àrea de relé temporal TR			16 bits	TR0 a TR15
Àrea de Memòria de Dades			32768 canals	D00000 a D32767
Flags de Temporitzadors			4096 bits	T0000 a T4095
Flags de Comptadors			4096 bits	C0000 a C4095
PVs de Temporitzadors			4096 canals	T0000 a T4095
PVs de Comptadors			4096 canals	C0000 a C4095
Àrea de Flags de Tasques			32 bits	TK0 a TK31
Registres Indirectes			16 registres	IR0 a IR15
Registres de dades			16 registres	DR0 a DR15

Descripció àrea de memòries.

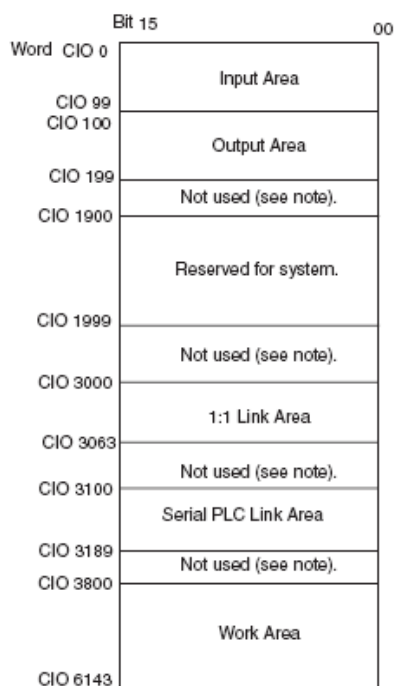
Àrea CIO:

E/S: Són les paraules, bits o dades d'entrada i sortida.

Link 1:1: Comunicació externa mestre-esclau.

PLC Link sèrie: Comunicació entre autòmats mitjançant links d'adreces.

Treball intern: Aquesta àrea només es pot utilitzar per programa, no es pot usar per E/S.

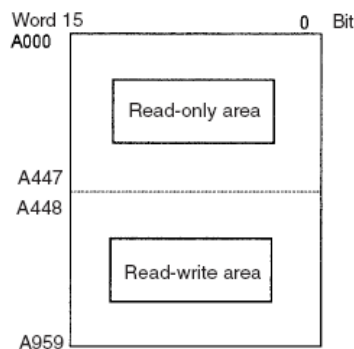


**Fig.2.3.2.1-Distribució de l'àrea CIO.**

Àrea de treball (W): Aquesta àrea només es pot utilitzar des del programa, es fa servir per paraules i bits.

Àrea de retenció (H): Aquesta àrea reté el contingut davant de pèrdues d'alimentació o canvis de PROGRAM, RUN O MONITOR.

Àrea auxiliar (A): Aquesta àrea conté els flags i bits auxiliars que serveixen per controlar i monitoritzar les operacions del PLC, està dividida amb dues parts una només de lectura i una altre de lectura i escriptura.



**Fig.2.3.2.2-Distribució de l'àrea Auxiliar.**

Àrea de relé temporal (TR): Aquesta àrea conté els bits que guarden els estats ON/OFF de les branques del programa, aquests bits només s'utilitzen en programació amb llenguatge per nemònics.

Àrea memòria de dades (D): Aquesta àrea és de dades i només s'hi poden emmagatzemar paraules i no bits, reté el contingut davant de pèrdues d'alimentació o canvis de PROGRAM, RUN O MONITOR.

Flags de temporitzadors (T): Aquesta àrea conté els flags de finalització dels temporitzadors.

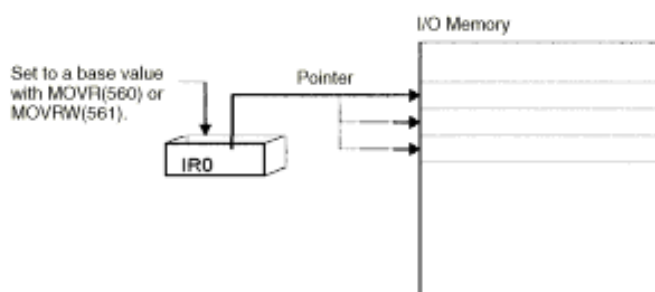
Flags de comptadors (C): Aquesta àrea conté els flags de finalització dels comptadors.

PVs de temporitzadors: Aquesta àrea conté les dades de valor present dels temporitzadors.

PVs de comptadors: Aquesta àrea conté les dades de valor present dels comptadors.

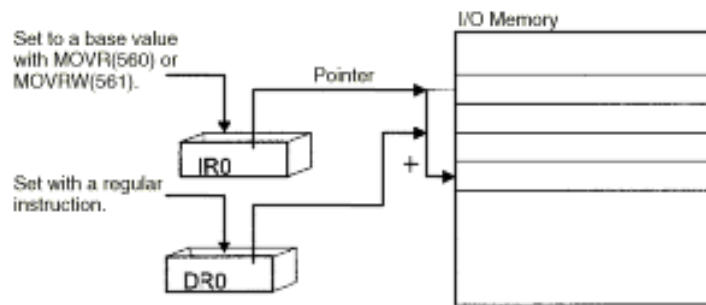
Àrea de flags de tasques (TK): Aquesta àrea conté els flags de control de tasques cíclics.

Registres indirectes (IR): Aquests registres es fan servir per realitzar direccionament indirecte.



**Fig.2.3.2.3-Direccionament indirecte.**

Registres de dades (DR): Aquests registres s'utilitzen com índex quan es realitza un direccionament indirecte.



**Fig.2.3.2.4-Registre de dades.**

### 2.3.3. Mesura de la velocitat

La mesura de la velocitat del fil d'entrada es farà mitjançant un encoder de la marca HOHNER sèrie 10, situada sobre el mateix carro d'alimentació, aquest element ens proporciona la variable clau, la velocitat del fil d'entrada, amb la qual podrem controlar la velocitat de rotació del carret, l'encoder estarà connectat a una entrada d'alta velocitat o comptador ràpid del PLC.

Referència encoder disponible: (1 unitat)

**HOHNER sèrie 10 ref. 21211**

Denominació de l'encoder:

Sèrie	Eix	Brida	Senyals sortida	Connexió	Sortida electrònica
10	1- Ø10 x 20 mm	1- Sense brida	1- A	1- 90.9504 radial	0- Open collector NPN 11..30V.9504 radial
	2- Ø6 x 10 mm	2- 90.1002	2- A+B	2- 90.9505 radial	1- Push-Pull 11..30V
	3- Ø8 x 20 mm	3- 90.1003	3- A+B+Ö	3- Cable radial	2- Line driver. TTL 5V
	4- Ø7 x 20 mm	4- 90.1004	4- A+Ä	4- 90.9507 radial	4- Diferencial line driver. Push-Pull. 15..30V
	5- Ø9,52 x 20 mm	5- 90.1005	5- AÄ+B	5- 90.9512 radial	Sortida 12V
	6- Ø6,35 x 10 mm	6- 90.1006		6- 90.9504 axial	7- Standard RS422. 5V
	8- Ø12 x 20 mm			7- 90.9505 axial	9- Diferencial line driver. Push-Pull. 15..30V
	9- Ø11 x 25 mm			8- Cable axial	
				9- 90.9507 axial	
				0- 90.9512 axial	
				C- 90.9589 axial	
				V- 90.9589 radial	
				M- 90.9510 radial	
				N- 90.9510 axial	

S'adjunta les característiques tècniques i les dimensions a l'annex n. 1.

#### 2.3.4. Alimentació

La font d'alimentació commutada dels autòmats serà de la marca Telemcanique sèrie PHASEO referència ABL1REM24025 de tensió d'entrada 230 VAC i sortida 24 VDC-2,5A.

S'utilitza la següent fórmula per calcular les necessitats de consum per definir la intensitat d'alimentació:

$$\text{Consum CP1L(CC)} = ( \text{consum corrent}(5\text{V}) \times 5\text{V} / 70\%(\text{eficiència}) + \text{consum corrent}(24\text{V}) \times 24\text{V} ) \times 1,1(\text{factor fluctuació})$$

$$\text{Consum CP1L(CC)} = (0,21\text{A} \times 5\text{V} / 70\%(\text{eficiència}) + 0,03 \times 24\text{V} ) \times 1,1 = 2,442\text{W}$$

Consum total 2 autòmats:

$$\text{Consum total (P)} = 2 \times 2,442 = 4,884\text{W}$$

Intensitat necessària de sortida de la font d'alimentació:

$$\text{Intensitat (A)} = P / V = 4,884 / 24 = 0,20\text{A}$$

Segons catàleg escollim la font d'alimentació d'intensitat de sortida immediatament més pròxima i superior al valor necessari, en aquest cas de 2,5A.

S'adjunta les característiques tècniques i les dimensions a l'annex n. 1.




**Fig.2.3.4.1-***Imatge de la font d'alimentació.*



### 2.3.5. Protecció

La protecció de tots els aparells elèctrics i electrònics es farà amb un magnetotèrmic de la marca MERLIN GERIN sèrie C60N referència 24335 de 6A i corba C.

Tipo	Calibre (A)	Referencia curva			Ancho en pasos de 9 mm
		B	C	D	
2P  2 polos protegidos	0,5		24068	24494	4
	1	24071	24331	24653	4
	2	24072	24332	24654	4
	3	24073	24333	24655	4
	4	24074	24334	24656	4
	6	24075	24335	24657	4
	10	24076	24336	24658	4
	16	24077	24337	24660	4
	20	24078	24338	24661	4
	25	24079	24339	24662	4
	32	24080	24340	24663	4
	40	24081	24341	24664	4
	50	24082	24342		4
	63	24083	24343		4

S'adjunta les dimensions a l'annex n. 1.



**Fig.2.3.5.1-**Imatge del magnetotèrmic.

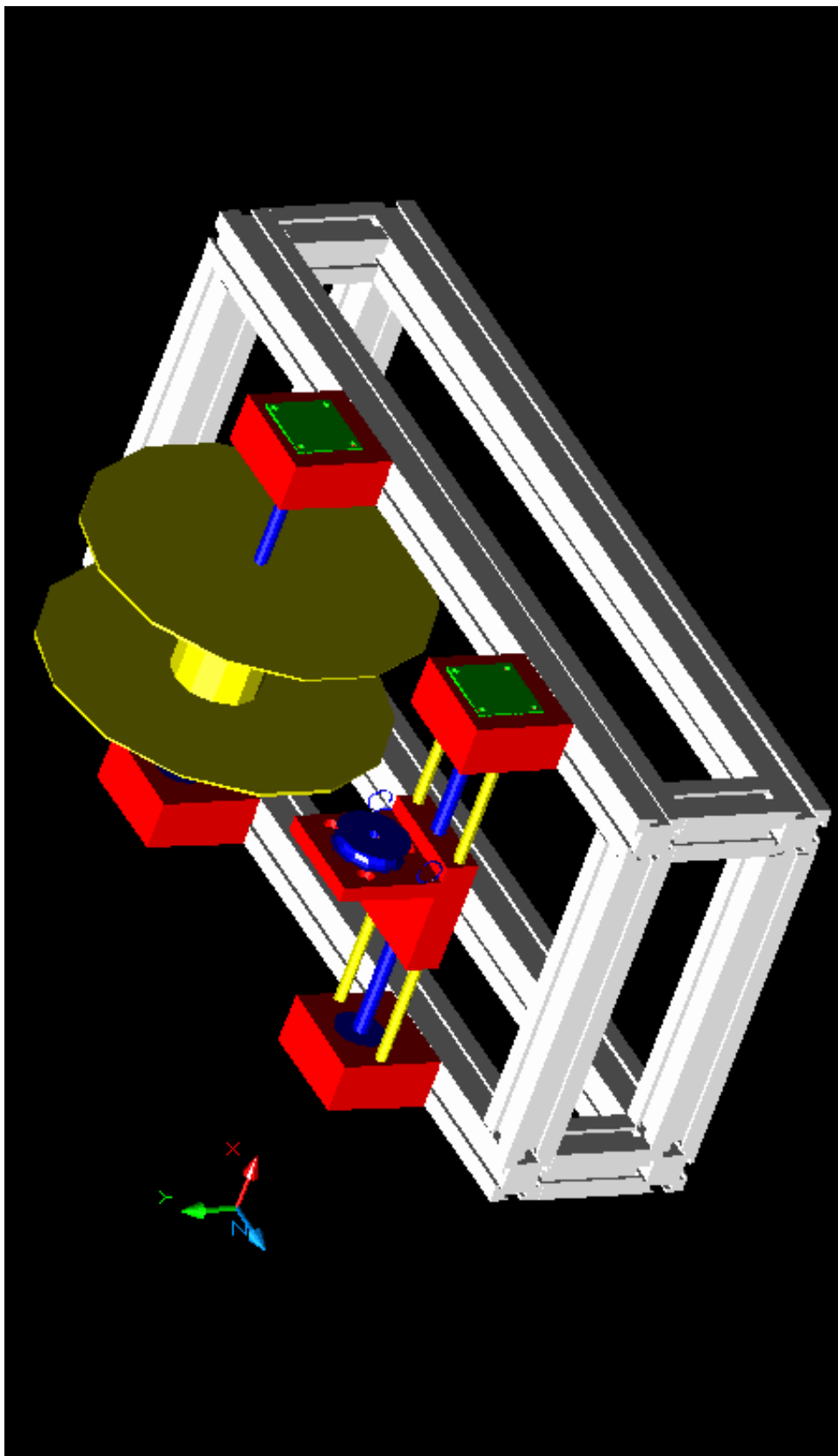
### **3. Prescripcions tècniques**

#### **3.1. Disseny mecànic**

Tots els elements es muntaran sobre una base plana de 650x650 que servirà de suport.

L'estructura de la bobinadora serà de perfil d'alumini de 30x30 ranurada per facilitar les unions i facilitar el muntatge, formant un volum d'un cub que suportarà els dos eixos principals, el de la bobina que tindrà dues peces mecanitzades a cada extrem, de forma que una haurà de tenir a un costat un acoblament al motor mitjançant una junta homocinètica i l'altre servirà de suport d'arrossegament, tots dos hauran de ser desmuntables per poder fer canvis de bobines.

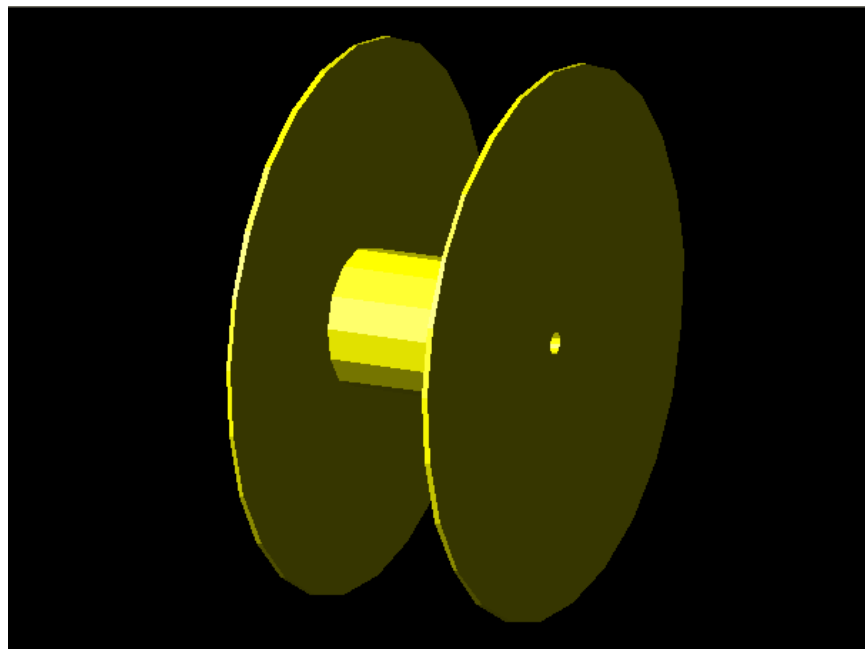
L'altre eix principal serà el que guiarà l'alimentació del fil, aquest també tindrà dos suports, un haurà de tenir un acoblament del motor i l'altre servirà de suport d'arrossegament similar a l'altre eix però amb la particularitat que aquest eix serà roscat i desplaçarà una peça guiada per dos eixos llisos que en faran de guiatge, aquesta peça suportarà l'encoder i serà l'encarregada de fer la correcte alimentació del fil a la bobina mitjançant unes politges que en faran el guiatge i en forçaran el arrossegament per fer-ne la correcte lectura de l'encoder.



**Fig.3.1.1-** Vista del disseny mecànic.

La bobina o carret ha de poder ser intercanviable i la seva mida podrà variar, sempre sense superar les mides que pot suportar la bancada, la usada en el treball és de material plàstic però pot ser d'altres tipus, cada vegada que es canviïn les característiques de les mides del carret s'hauran de modificar en el programa i entrar les noves cotes, d'aquesta manera l'autòmat podrà recalcular les noves variables de desplaçament i alimentació del fil a enrotllar al carret.

D'aquesta manera aconseguim que modificant les cotes, la màquina sigui adaptable a les diferents característiques de cada carret, donant més polivalència a la màquina i poder-se autoregular per cada tipus de carret o diàmetre de fil.



**Fig.3.1.2-***Imatge del carret.*

S'adjunta el dibuix del disseny mecànic complert a l'annex n. 2.

## **3.2. Fonaments teòrics**

### **3.2.1. Software**

Per poder treballar amb el software Cx-programmer necessitem el pack d'instal·lació del Cx-One que conté aquest programa per poder controlar i programar els nostres autòmats.

Seguint els passos d'instal·lació que ens proporciona el fabricant instal·lem el software a l'ordinador que connectarem a l'autòmat, aquest ha de disposar de sortida amb port USB.

Un cop instal·lat el programa necessitem configurar la connexió entre l'autòmat i l'ordinador, en el nostre cas un sistema operatiu Windows XP, seguint els següents passos:

1er. :

Encenem l'autòmat CP1L i el nostre ordinador.

2on. :

Utilitzant un cable USB (USB standard-USB1.1) connectem el port USB de la unitat CP1L i el port USB del nostre ordinador.

Esperem que surti el següent missatge:



3er. :

En el quadre de diàleg de l'assistent pel hardware que s'ha obert seleccionem [No, no this time] i seleccionem [Next].



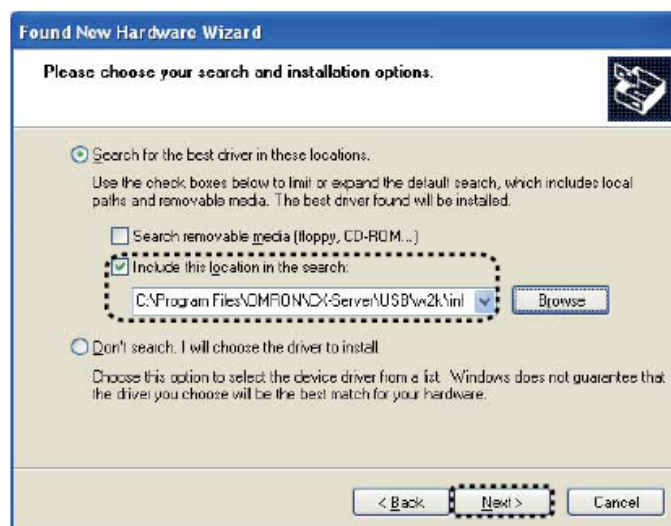
4art. :

En el següent quadre de diàleg seleccionem [Install from a list or specific location (Advanced)] i seleccionem [Next].



5è. :

En el següent quadre de diàleg confirmem que esta activada la casella [Include this location in the search] amb la ruta [C:\Archivos de programa\OMRON\CX-Server\USB\Win2000\_XP\Inf] i seleccionem [Next].



D'aquesta forma s'ha inicialitzat la instal·lació del controlador i només farà falta esperar el quadre de finalització on caldrà seleccionar [Finish].

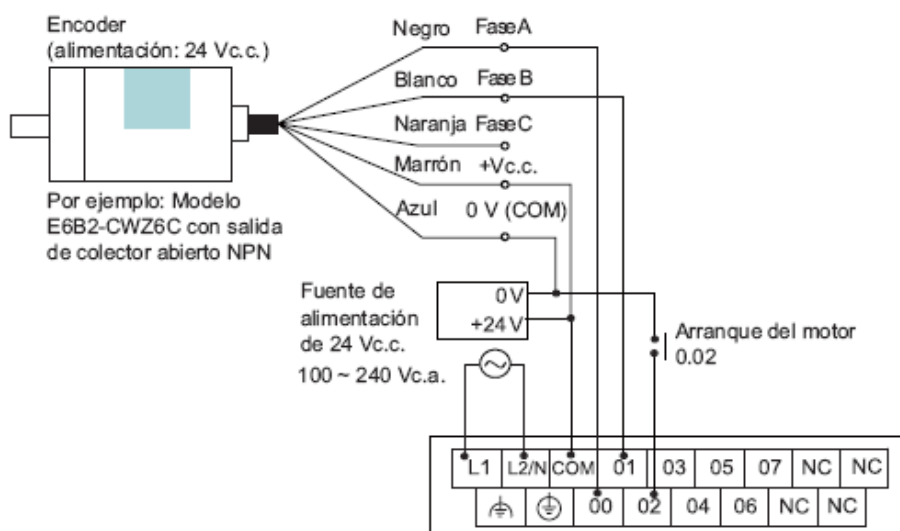


### 3.2.2. Autòmat

Per el tipus d'aplicació que necessitem ens centrarem en els tipus d'entrades i sortides que presenten més dificultat per l'aplicació, deixarem de banda les entrades o sortides més convencionals de tipus tot o res, NPN, etc..., necessitem configurar i com connectar una entrada de comptador d'alta velocitat, per fer la lectura de l'encoder i les sortides per poder interactuar amb el servomotor per fer-ne el control.

Les entrades de comptador d'alta velocitat es poden activar connectant encoders rotatius a les entrades incorporades, aquestes entrades es poden controlar mitjançant instruccions de comparacions de rangs quan assoleixen o sobrepassen valors predeterminats.

Exemple de cablejat de connexió de l'encoder a l'entrada de comptador d'alta velocitat de l'autòmat:

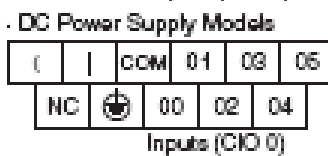


**Fig.3.2.2.1-Cablejat connexió encoder.**



## Descripció i ubicació de les entrades i sortides:

## Entrades:

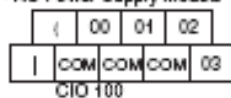


Number of inputs	Input terminal block		Input operation			High-speed counter operation		Origin search		
	Word	Bit	Normal inputs	Interrupt inputs	Quick-response inputs	Operation settings		Origin searches enabled for pulse outputs 0 and 1		
						1.High-speed counters enabled	2.Phase-Z signal reset			
						Single-phase (increment pulse input)	Two-phase (differential phase x4, up/down, or pulse plus direction)	CPU Units with 20 to 60 points	CPU Units with 14 points	CPU Units with 10 points
10	CIO 0	00	Normal input 0	...	...	High-speed counter 0 (increment)	High-speed counter 0 (phase-A, increment or count input)	...	...	...
		01	Normal input 1	...	...	High-speed counter 1 (increment)	High-speed counter 0 (phase-B, decrement or count input)	...	...	...
		02	Normal input 2	...	...	High-speed counter 2 (increment)	High-speed counter 1 (phase-A, increment or count input)	...	Pulse output 0: Origin proximity input signal	...
		03	Normal input 3	...	...	High-speed counter 3 (increment)	High-speed counter 1 (phase-B, increment or count input)	...	Pulse output 1: Origin proximity input signal	Pulse output 0: Origin proximity input signal
		04	Normal input 4	Interrupt input 0	Quick-response input 0	counter 0, phase-Z/reset input	High-speed counter 0 (phase-Z/reset)	...	...	...
		05	Normal input 5	Interrupt input 1	Quick-response input 1	counter 1, phase-Z/reset input	High-speed counter 1 (phase-Z/reset)	...	...	Pulse output 0: Origin proximity input signal

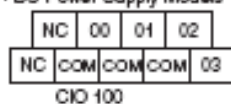
## Sortides:

## ● CP1L (10 Outputs)

• AC Power Supply Models



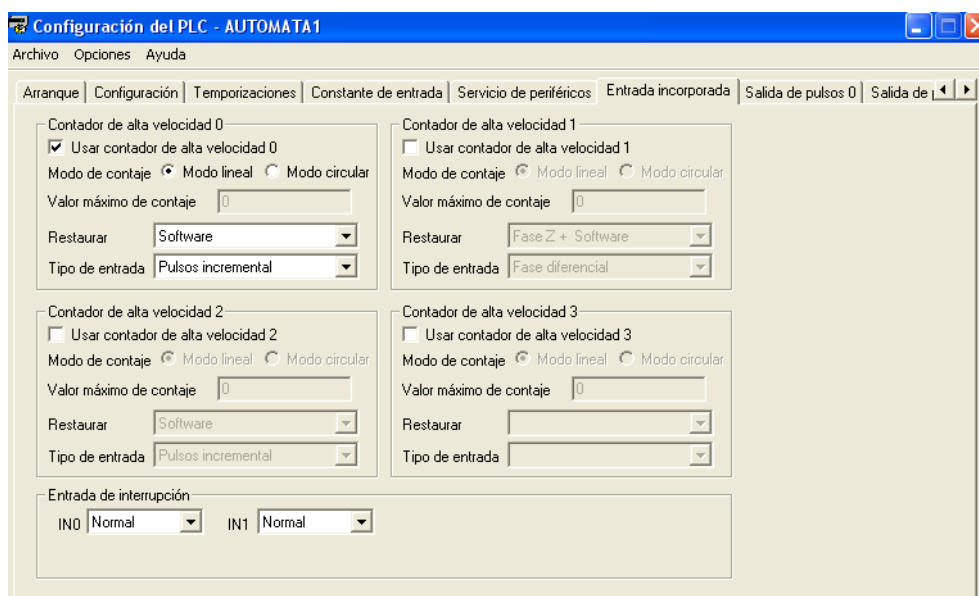
• DC Power Supply Models



Number of outputs	Output terminal block		When the instructions to the right are not executed	When a pulse output instruction (SPED, ACC, PLS2, or ORG) is executed		When the origin search function is set to be used in the PLC Setup, and an origin search is executed by the ORG instruction		When the PWM instruction is executed
	Word	Bit	Normal output	Fixed duty ratio pulse output				Variable duty ratio pulse output
				CW/CCW	Pulse plus direction	When the origin search function is used		PWM output
						CPU Units with 14 to 60 points	CPU Units with 10 point	
10	CIO 100	00	Normal output 0	Pulse output 0 (CW)	Pulse output 0 (pulse)	...	...	...
		01	Normal output 1	Pulse output 0 (CCW)	Pulse output 0 (direction)	...	...	PWM output 0
		02	Normal output 2	Pulse output 1 (CW)	Pulse output 1 (pulse)	...	...	...
		03	Normal output 3	High-speed counter 3 (increment)	Pulse output 1 (direction)	...	Origin search 0 (Error counter reset output)	PWM output 1

Per activar l'entrada del comptador d'alta velocitat s'ha de configurar el PLC seguint els següents passos.

Caldrà obrir el quadre de diàleg [Configuración del PLC] i obrir la pestanya [Entrada incorporada].



Caldrà seleccionar [Usar contador de alta velocidad 0] i activar el [Modo de contaje] amb [Modo lineal], en el desplegable [Restaurar] escollir per [Software] i el [Tipo de entrada] seleccionar amb [Pulso incremental].

D'aquesta forma tenim configurat l'entrada de comptador d'alta velocitat 0 (autòmat 1), l'entrada activa de l'autòmat és la 0 i hem de prendre com a referència el COM.

Les dades que rebrem per l'entrada de comptador 0 i els flags de control els tenim a l'àrea de memòria auxiliar (A), aquestes dades són les que hem de tractar per poder controlar i regular la velocitat del fil, ja que és la que ens marca en tot moment els metres de fil que portem acumulats i la velocitat instantània del fil d'entrada.

Canals i bits auxiliars relacionats amb l'entrada per polsos:

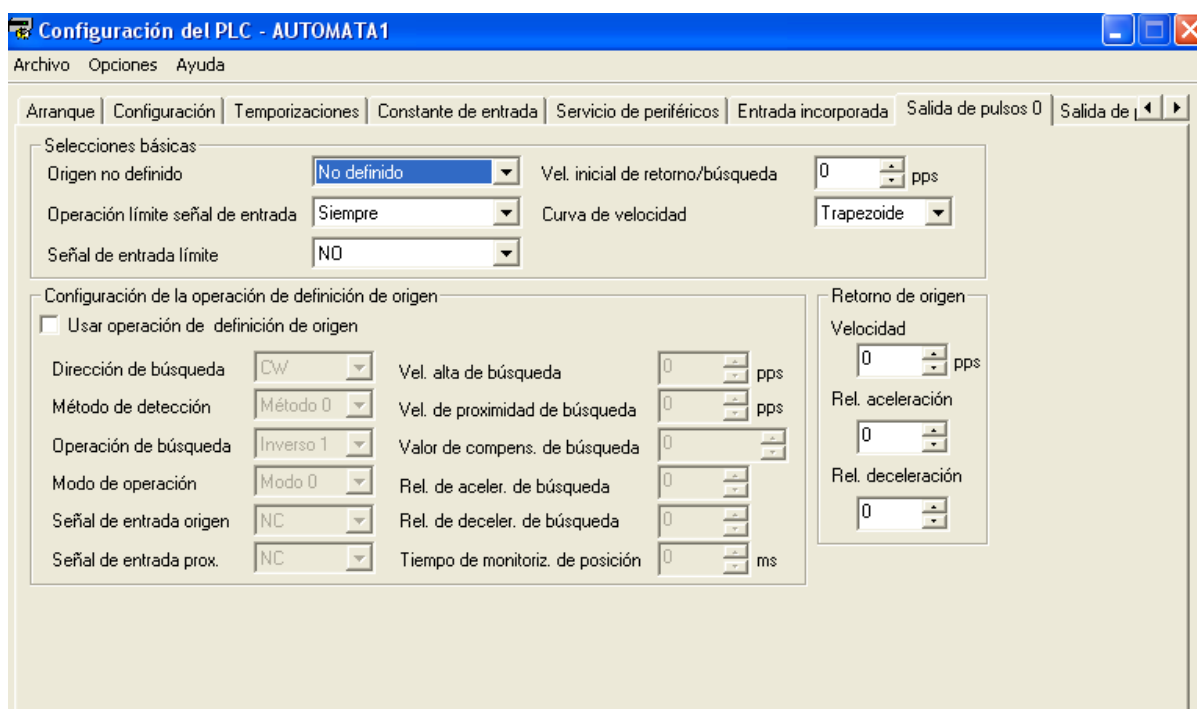
Contingut		Comptador d'alta velocitat	
		0	1
PV	4 dígets de menor pes	A271	A273
	4 dígets de major pes	A270	A272
Flags de la Condició del Rang de Comparació	ON quan el valor està dins del Rang 1	A274.00	A275.00
	ON quan el valor està dins del Rang 2	A274.01	A275.01
	ON quan el valor està dins del Rang 3	A274.02	A275.02
	ON quan el valor està dins del Rang 4	A274.03	A275.03
	ON quan el valor està dins del Rang 5	A274.04	A275.04
	ON quan el valor està dins del Rang 6	A274.05	A275.05
	ON quan el valor està dins del Rang 7	A274.06	A275.06
	ON quan el valor està dins del Rang 8	A274.07	A275.07
Flags de l'estat de la Comparació	ON mentre la comparació està en progrés	A274.08	A275.08
Flags de Overflow / Underflow	ON si s'ha produït un overflow o un underflow del PV durant l'operació en mode lineal	A274.09	A275.09
Flags de la direcció de la compte	0: Decrementant 1: Incrementant	A274.10	A275.10

Les sortides de l'autòmat, aquestes només poden ser de tipus transistor degut a la velocitat de commutació, les connectarem a l'entrada del servomotor per fer-ne el control.

Inicialment haurem de configurar les sortides de l'autòmat per poder interactuar amb el servomotor seguint els següents passos.

Caldrà obrir el quadre de diàleg [Configuración del PLC] i obrir la pestanya [Salida de pulsos 0].

Caldrà seleccionar a l'àrea [Selecciones básicas] i en el desplegable [Origen no definido] seleccionem [No definido], en el desplegable [Operacion limite señal de entrada] escollir [Siempre], en el desplegable [Señal de entrada limite] seleccionar [No], en el desplegable [Vel. Inicial de retorno/búsqueda] deixem el valor per defecte [0] i en el desplegable [Curva de velocidad] seleccionem [Trapezoidal].



D'aquesta forma tenim configurada la sortida de polsos 0 (autòmat 1 i 2), les sortides dels autòmats són la 0 (Pulse output 0, CW) i la 1 (Pulse output 0, CCW), hem de prendre com a referència el COM.

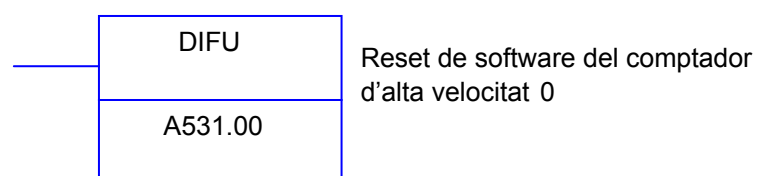
Amb aquestes dues sortides configurades de cada autòmat com a sortides d'alta freqüència de polsos, podem fer el control dels servomotors a temps instantani amb trens de polsos per la sortida 0 (CW, moviment amb sentit horari) i per la sortida 1 (CCW, moviment amb sentit antihorari).

Recull d'instruccions per portar a terme el control del servomotors mitjançant les sortides que hem configurat com a trens de polsos, que ens serviran i ajudaran a fer la programació de l'automatització de la màquina.

Llistat i descripció d'instruccions complementàries:

### DIFU (013)

Aquesta instrucció durant un cicle de scan i amb flanc de pujada ens fa un reset del comptador d'alta velocitat, adreça A531.00 reset del comptador 0 i adreça A531.01 reset del comptador 1, necessari per poder reiniciar contatges a partir de 0 un cop assolit una comparació o valor preestablert.

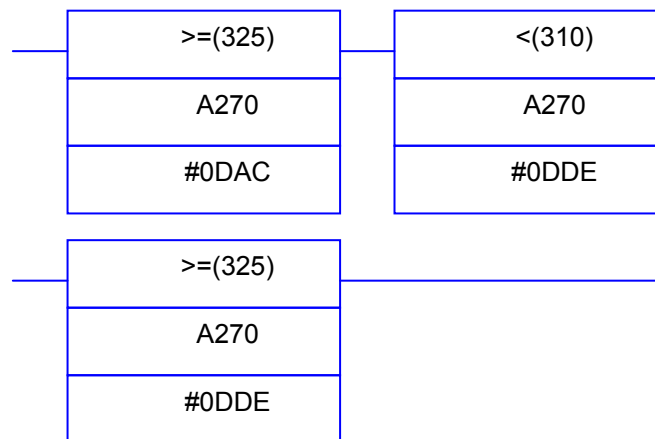


**>=(325)** Més gran o igual que...

**< (310)** Més petit que...

**> (320)** Més gran que...

Instruccions de comparacions o assoliment de valors que encadenats ens poden acotar entre dos paràmetres, rangs de valors predeterminats.



## CTBL(882)

Instrucció per fer una taula de comparació de registres, pot executar un procés un cop ha assolit un valor objectiu.

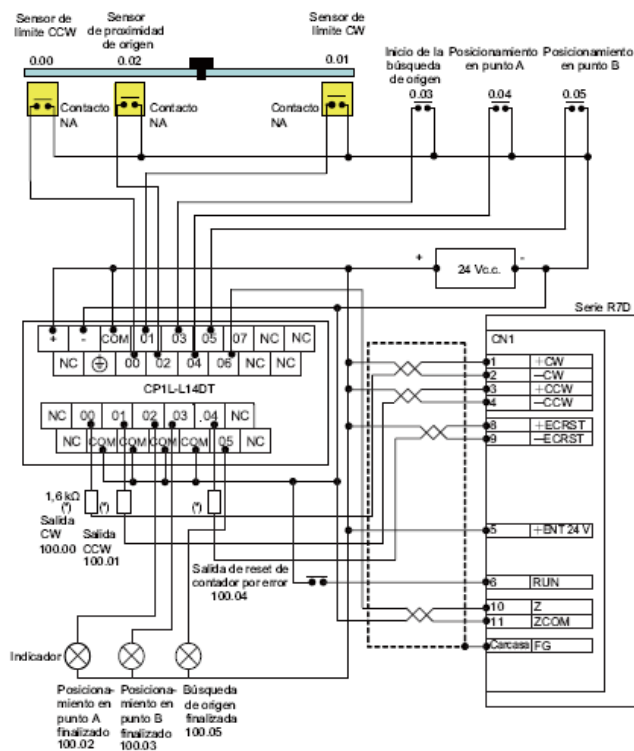
CTBL(882)	
#0	Especificació del comptador d'alta velocitat 0
#0	Inici de la comparació amb el valor objectiu
D600	Canal inferior de la taula de comparació

Taula de configuració de l'àrea DM associada a la instrucció CTBL:

Canal	Valor	Contingut
D600	0002	Elements comparats: 2
D601	0BB8	Valor objectiu 1: 3.000 BCD (BB8 hexadecimal)
D602	0000	
D603	0004	Valor objectiu 1: Tasca d'interrupció nº 4
D604	0DAC	Valor objectiu 2: 3.500 BCD (DAC hexadecimal)
D605	0000	
D606	0005	Valor objectiu 2: Tasca d'interrupció nº 5

Les sortides de l'autòmat connectades al servomotor controlades per polsos, bàsicament tenen dues funcions generals de funcionament, mode continu (control de velocitat) i mode independent (control de posició), aquestes opcions ens condicionaran el tipus de funcionament i les instruccions a escollir en cada tipus d'aplicació.

Exemple de cablejat genèric de connexió entre l'autòmat i el servomotor:



**Fig.3.2.2.2-Cablejat connexió autòmat-servomotor.**

Llistat i descripció d'instruccions per controlar el servomotor:

## PULS (886)

Aquesta instrucció defineix i configura la sortida per polsos sense rampes d'acceleració o desacceleració, especificant el port, el tipus de coordenades (absolutes o relatives) i el número de polsos a executar la pròxima vegada que s'executa les instruccions SPED o ACC.

PULS (886)	
P	On P és el port
T	On T és el tipus de polsos
N	On N és el número de polsos

**P** (port)

Paraula	Valor	
P	0000	Sortida de polsos 0 (SP 0)
	0001	Sortida de polsos 1 (SP 1)

**T** (tipus de polsos)

Paraula	Valor	
T	0000	Coordenades relatives (respecte a la posició actual)
	0001	Coordenades absolutes (respecte a la posició d'origen)

**N** (número de polsos)

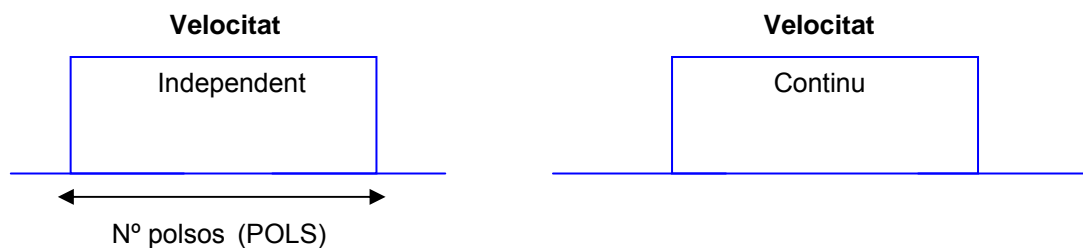
Paraula	Valor	
N		Part baixa del número de polsos (hexadecimal)
N+1		Part alta del número de polsos (hexadecimal)
Rang:	Relatives	0 a 2147483647 (0000 0000 a 7FFF FFFF)
	Absolutes	(-2147483648) a 2147483647 (8000 0000 a 7FFF FFFF)



**SPED (885)**

Aquesta instrucció executa un tren de polsos sense rampa d'acceleració o desacceleració, especificant el port, el sentit de gir, el mètode de sortida (SIGN/PULSE o CW/CCW), el mode de sortida (control de velocitat o posició) i la freqüència de sortida.

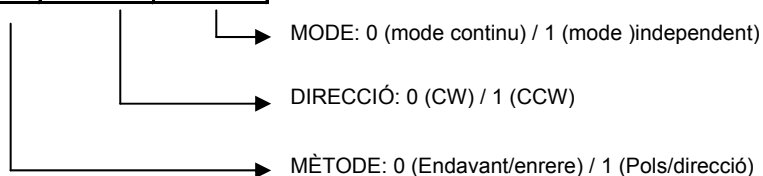
	SPED (885)
	P
	M
	F

**P** (port)

Paraula	Valor	
P	0000	Sortida de polsos 0 (SP 0)
	0001	Sortida de polsos 1 (SP 1)

**M** (mode de sortida)

Paraula	Bits			
	12 a 15	8 a 11	4 a 7	0 a 3
M	0			



MODE CONTINU: Control de velocitat (nº polsos indefinits)

MODE INDEPENDENT: Control de posició (nº de polsos indicats en la instrucció POLS)

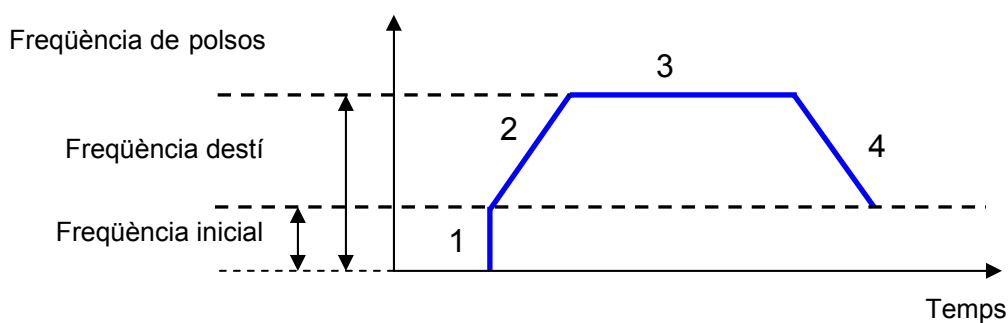
**F** (freqüència de sortida)

Paraula	Valor	
F		Part baixa de la freqüència del tren de polsos de sortida (hexadecimal)
F+1		Part alta de la freqüència del tren de polsos de sortida (hexadecimal)

rang: 0 a 1000000Hz (0000 0000 a 0001 86A0)

**PLS2 (887)**

Aquesta instrucció proporciona un tren de polsos amb rampes d'acceleració o desacceleració (tipus trapezoïdal), especificant el port, el sentit de gir, el mètode de sortida (SIGN/PULSE o CW/CCW), el tipus de coordenades (absolutes o relatives) i definint el perfil trapezoïdal amb la freqüència inicial (1), rampa d'acceleració (2), freqüència final (3), rampa desacceleració (4) i número de polsos de posicionat.



	PLS2 (887)
	P
	M
	D
	F

**P**(port)

Paraula	Valor	
P	0000	Sortida de polsos 0 (SP 0)
	0001	Sortida de polsos 1 (SP 1)

**M**(mode de sortida)

Paraula	Bits			
	12 a 15	8 a 11	4 a 7	0 a 3
M	0			

TIPUS: 0 (Coordenades relatives) / 1 (Coordenades absolutes)

DIRECCIÓ: 0 (CW) / 1 (CCW)

MÈTODE: 0 (Endavant/enrere) / 1 (Pols/direcció)

COORDENADES RELATIVES:

Refernciades a la posicio actual

COORDENADES ABSOLUTES:

Refernciades a la posicio d'origen

**D**(primera paraula de Dades)

Paraula	Valor	
D	Rampa ACEL	Rampa d'acceleració
D+1	Rampa DECEL	Rampa de desacceleració
D+2	Freqüència	Part baixa de la freqüència del tren de polsos de sortida (hexadecimal)
D+3		Part alta de la freqüència del tren de polsos de sortida (hexadecimal)
D+4	Nº polsos	Part baixa del número de polsos de sortida (hexadecimal)
D+5		Part alta del número de polsos de sortida (hexadecimal)

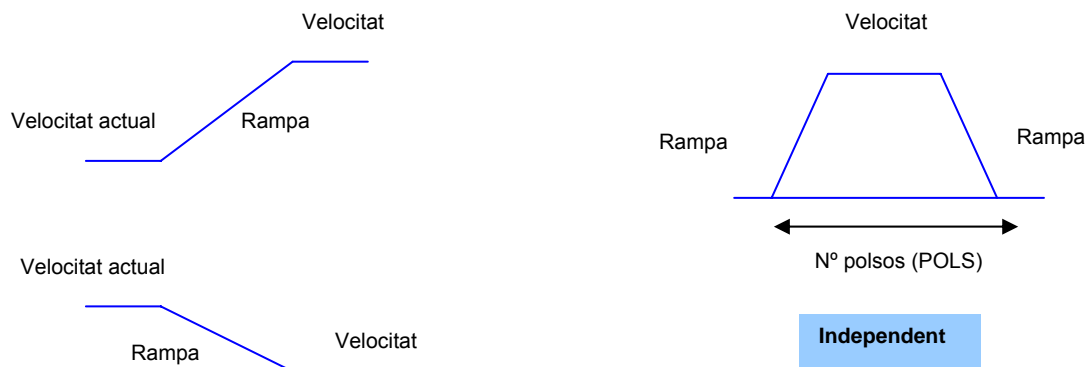
**F**(freqüència inicial de sortida)

Paraula	Valor	
F		Part baixa de la freqüència inicial del tren de pulsos de sortida (hexadecimal)
F+1		Part alta de la freqüència inicial del tren de pulsos de sortida (hexadecimal)

rang: 0 a 100000Hz (0000 0000 a 0001 86A0)

**ACC (888)**

Aquesta instrucció proporciona un tren de polsos a una freqüència determinada fent servir una rampa d'acceleració o desacceleració (igual d'acceleració com desacceleració), especificant el port, el sentit de gir, el mètode de sortida (SIGN/PULSE o CW/CCW), el mode de sortida (nº de polsos o indefinits), el tipus de rampa de coordenades (relatives o absolutes), definir la freqüència de destí i la rampa d'acceleració i desacceleració.



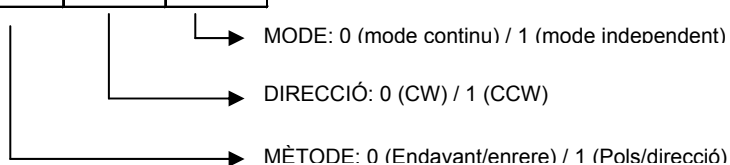
	ACC (888)
	P
	M
	D

**P** (port)

Paraula	Valor	
P	0000	Sortida de polsos 0 (SP 0)
	0001	Sortida de polsos 1 (SP 1)

**M** (mode de sortida)

Paraula	Bits			
	12 a 15	8 a 11	4 a 7	0 a 3
M	0			



MODE CONTINU: Control de velocitat (nº polsos indefinits)

MODE INDEPENDENT: Control de posició (nº de polsos indicats en la instrucció POLS)

**D** (primera paraula de Dades)

Paraula	Valor	
D	Rampa ACCEL/DEC	Rampa d'acceleració / desacceleració
D+2	Freqüència	Part baixa de la freqüència del tren de polsos de sortida (hexadecimal)
D+3		Part alta de la freqüència del tren de polsos de sortida (hexadecimal)

**INI (888)**

Aquesta instrucció para la sortida de polsos del port especificat.

	INI (880)
	P
	M
	D

P (port)

Paraula	Valor	
P	0000	Sortida de polsos 0 (SP 0)
	0001	Sortida de polsos 1 (SP 1)

M (mode de sortida)

Paraula	Bits	
M	0003	Per la sortida de polsos

D (dades)

Paraula	Valor	
D	0000	Si M és 0003 no s'utilitza aquest valor

La taula següent mostra les possibles combinacions d'instruccions, quines són compatibles entre elles, que es poden fer servir alhora mentre s'està executant una sortida de polsos.

Instrucció en execució	Instrucció a executar						
	INI	SPED (Independent)	SPED (Continu)	ACC (Independent)	ACC (Continu)	PLS2	ORG
SPED (Independent)	SI	SI 1	...	SI 2	...	...	...
SPED (Continu)	SI	...	SI 1	...	SI 2	...	...
ACC (Independent)	SI	...	...	SI 2	...	SI 3	...
ACC (Continu)	SI	...	...	...	SI 2	SI 2	...
PLS2	SI	...	...	SI 2	...	SI 3	...
ORG	SI	...	...	...	...	...	...

SI 1 ==> Únicament es pot canviar la freqüència de referència

SI 2 ==> Únicament es pot canviar la freqüència de referència i la rampa d'acceleració / desacceleració

SI 1 ==> Es pot canviar la freqüència de referència, la rampa d'acceleració / desacceleració i el número de polsos

Canals, bits auxiliars i flags relacionats amb les sortides per polsos:

SORTIDA 0	Nom	Descripció	SORTIDA 1
A277-A276	Sortida de polsos	Nº polsos emesos per la sortida	A278-A277
A280.00	Acceleració/Desacceleració	0:Velocitat constant/1:Accelerant o desaccelerant	A281.00
A280.01	Desbordament	0:Normal/1:Desbordament superior o inferior	A281.01
A280.02	Nº de polsos especificat	0:Continu/1:Independent	A281.02
A280.03	Posicionat complert	0:Sortida no completa/1:Sortida completa	A281.03
A280.04	Sortida en progrés	0:Parada/1:Sortint polsos	A281.04
A280.05	No origen	0:Origen establert/1:Origen no establert	A281.05
A280.06	En origen	0:No en origen/1:En origen	A281.06
A280.07	Error durant la sortida de polsos	0:No error/1:Error en la sortida de polsos	A281.07
A444	Codi d'error	Codi d'error	A444
A540.00	Reset comptador de sortida polsos	Neteja el valor de la sortida de polsos	A541.00
A540.08	Limit sentit CW	Limit sentit CW usant la busca d'origen	A541.08
A540.09	Limit sentit CCW	Limit sentit CCW usant la busca d'origen	A541.09

## ORG (889)

Aquesta instrucció executa les funcions de busca d'origen (segons senyals externes) i el retorn a l'origen (segons posició actual) dels ports 0 i 1.

	ORG (889)
	P
	C

**P** (port)

Paraula	Valor	
P	0000	Sortida de polsos 0 (SP 0)
	0001	Sortida de polsos 1 (SP 1)

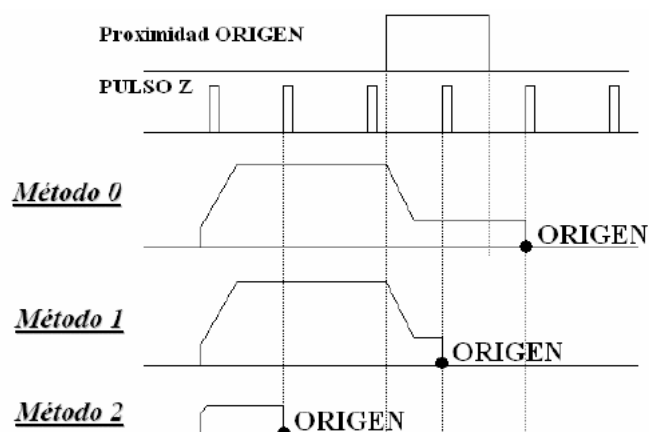
**C** (control)

Paraula	Bits			
	12 a 15	8 a 11	4 a 7	0 a 3
C			0	0

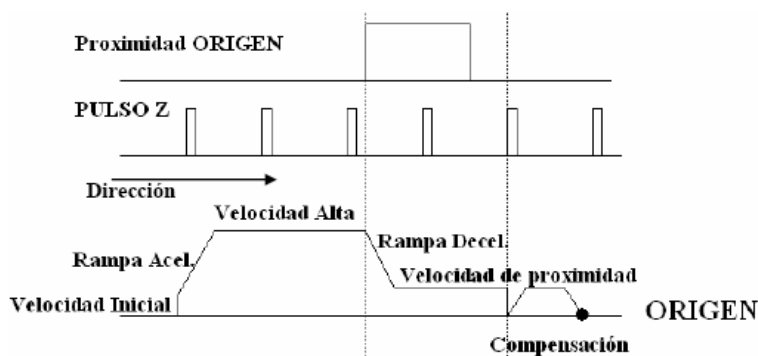
↳ METODE: 0 (Endavant/enrere) / 1 (Pols/direcció)  
 ↳ FUNCIO: 0 (Buscar origen) / 1 (Retorn origen)

La funció busca d'origen: És el moviment del motor segons un perfil establert per establir un origen fent servir senyals externes de proximitat a l'origen i el pols Z del servomotor (un únic pols que proporciona el servomotor configurat per hardware).

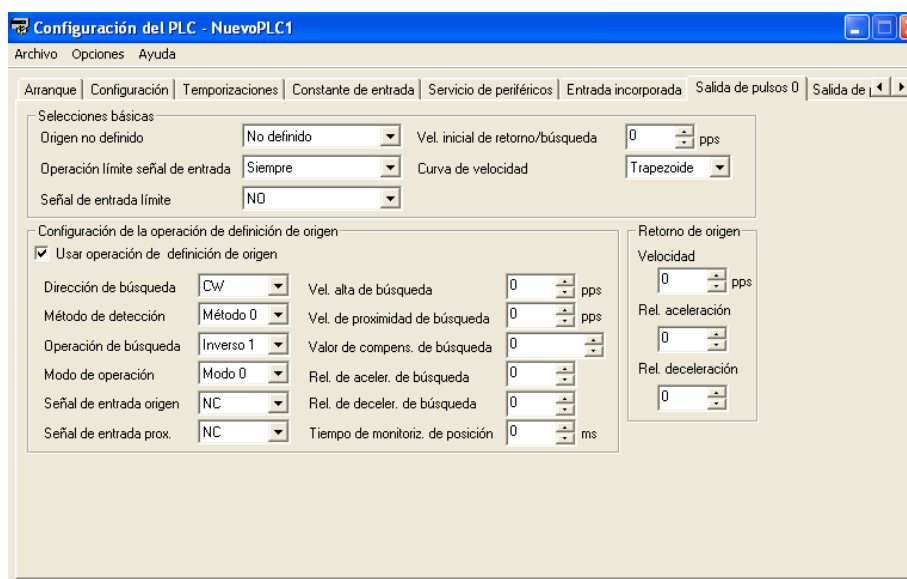
Existeixen tres mètodes de configuració:



El mètode 0 és el més complet.

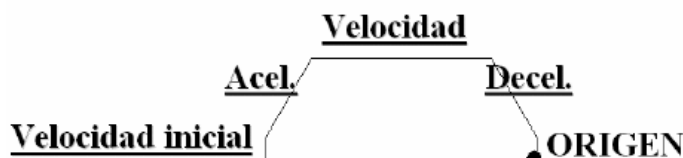


A l'iniciar la busca d'origen comença el posicionat a la velocitat inicial en la direcció indicada i s'accelera fins a la velocitat alta de busca d'origen, que es mantindrà fins que es detecti el flanc de pujada del senyal de proximitat a l'origen, en aquest moment es desaccelera fins a la velocitat de proximitat i es para en el primer pols Z, aquest és el punt d'origen, ocasionalment es pot afegir una compensació que ens farà un petit desplaçament (usat només en cas de necessitats de construcció mecànica), tots aquests paràmetres es defineixen al SETUP del PLC.






La funció retorn a l'origen: És el retorn des de la posició actual al posicionat de l'origen preestablert. En el moment que s'executa té un patró preestablert per fer el retorn a l'origen, aquests paràmetres s'han de configurar des del SETUP del PLC.



### 3.2.3. Servomotor

El servomotor Junma d'entrada per polsos necessita una configuració bàsica d'ajustament de posada en marxa i el control s'efectua mitjançant polsos a les entrades corresponents, inicialment configurem el servomotor de la següent manera.

**PULSE**







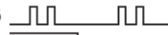



Valor seleccionado	Resolución de referencia de pulsos (P/REV)	Método de conexión	Tipo de referencia de pulsos
0	1.000	Colector abierto o line driver	Adelante/Atrás, lógica positiva
1	2.500	Line driver	CW 
2	5.000		CCW 
3	10.000		
4	1.000	Colector abierto o line driver	Adelante/Atrás, lógica negativa
5	2.500	Line driver	CW 
6	5.000		CCW 
7	10.000		
8	1.000	Colector abierto o line driver	Pulso + dirección, lógica positiva
9	2.500	Line driver	PULS 
A	5.000		SIGN 
B	10.000		
C	1.000	Colector abierto o line driver	Pulso + dirección, lógica negativa
D	2.500	Line driver	PULS 
E	5.000		SIGN 
F	10.000		

Fig.3.2.3.1-Configuració servomotor (I).

Configurem el selector PULSE al valor 0 on obtindrem una resolució de 1000 p/rev, connexió col·lector obert i funcionament endavant/endarrera amb lògica positiva.

**FIL**



Valor de ajuste de filtro <sup>*2</sup>	Tiempo de aceleración/deceleración para referencia tipo escalón <sup>*4</sup>	Tiempo aprox. entre completar referencia y completar posicionamiento (settling time) <sup>*3</sup>	Descripción
0 <sup>*1</sup>	45 ms	100 a 200 ms	 Constante de tiempo de filtro pequeño (tiempo de posicionamiento corto)
1	50 ms	110 a 220 ms	
2	60 ms	130 a 260 ms	
3	65 ms	150 a 300 ms	
4	70 ms	170 a 340 ms	
5	80 ms	200 a 400 ms	
6	85 ms	250 a 500 ms	
7	170 ms	500 a 1.000 ms	 Constante de tiempo de filtro grande (pocas vibraciones con un tiempo de posicionamiento largo)
8 a F	No configurar de 8 a F.		

Fig.3.2.3.2-Configuració servomotor (II).

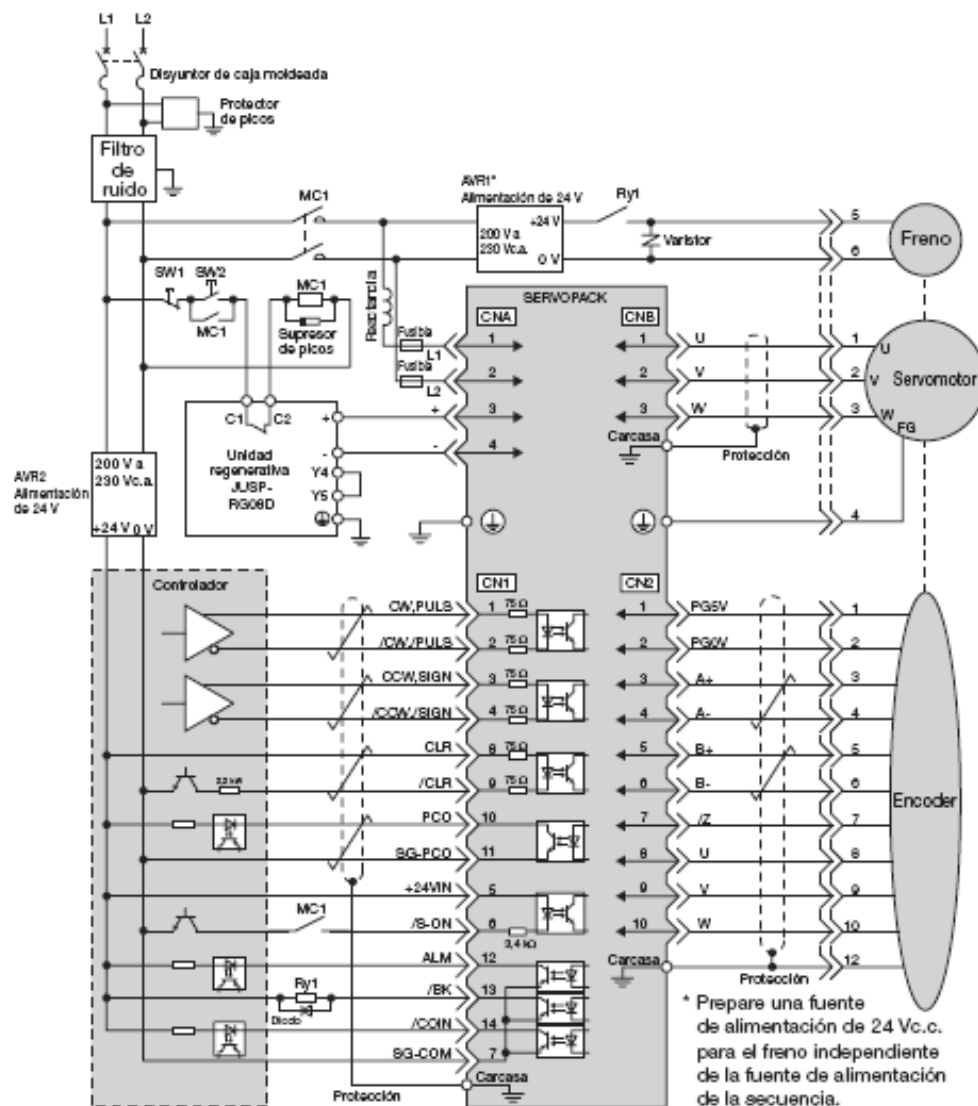
Configurem el selector FIL al valor 0, per defecte de fàbrica, aquí configurem el filtre del servomotor, si tenim anomalies de vibracions causades per ressonàncies haurem d'anar augmentant els valors fins a obtenir un funcionament suau del motor, aquest valor va associat al temps de posicionament que es fa treballar, ens ha de servir per evitar que el motor entri amb histeresis si no té un comportament del tot suau.

Els indicadors de que disposa ens indica l'estat en que ens trobem i si tenim algun tipus d'error, aquests són de caire informatiu i ens han de servir per saber quan tenim el servomotor preparat per rebre dades i posar-se en marxa.

Indicadors	Motor Alimentació	Referència polsos
Encesa color taronja	Apagada	...
Parpadeix de color taronja	Apagada	Entrada
Encesa color verd	Encesa	...
Parpadeix de color verd	Encesa	Entrada

Indicadors	Significat de l'alarma	Indicadors	Significat de l'alarma
AL1 AL2 AL3	Normal	AL1 AL2 AL3	Sobrecorrent
AL1 AL2 AL3	Error de velocitat	AL1 AL2 AL3	Parada del ventilador incorporat del SERVOPACK
AL1 AL2 AL3	Sobrecàrrega	AL1 AL2 AL3	Error del sistema
AL1 AL2 AL3	Error de l'encoder		Interruptor rotatiu per ajustar la referència de polsos (PULSE) canviat
AL1 AL2 AL3	Error de tensió		

Exemple de cablejat genèric de connexió i alimentació del servomotor:



**Fig.3.2.3.3-Cablejat connexió servomotor.**

Relació d'entrades i sortides del servomotor:

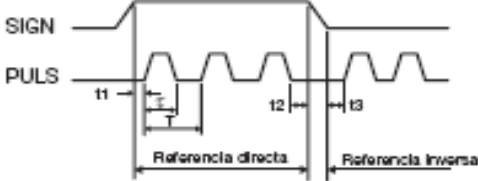

Nº de pin	E/S	Codi	Nom de la senyal	Color del cable	Punts de marca	
					Número	Color
1	Entrada	CW, PULS	Pols invers, referència de polsos	Taronja	1	Negre
2	Entrada	/CW,/PULS		Vermell		
3	Entrada	CCW, SIGN	Pols directe, direcció de referència	Gris clar		Negre
4	Entrada	/CCW,/SIGN				Vermell
5	Entrada	(+24 VIN)	Font d'alimentació d'entrada externa	Blanc		Negre
6	Entrada	/S-ON	Servo ON			Vermell
7	Sortida	SG-COM	Terra de la senyal de sortida	Groc		Negre
8	Entrada	CLR	Reset de l'error de posició			Vermell
9	Entrada	/CLR		Rosa		Negre
10	Sortida	PCO	Senyal de fase C			Vermell
11	Sortida	SG-PCO	Terra de la senyal de fase C	Taronja	2	Negre
12	Sortida	ALM	Alarma de servo			Vermell
13	Sortida	/BK	Frè	Gris clar		Negre
14	Sortida	/COIN	Posició completada			Vermell
Carcassa	...	...	FG	...	...	

Per protegir de sobrecàrregues, a les sortides de l'autòmat intercalat amb la connexió de les entrades del servomotor posarem unes resistències limitadores de valor 1,6-2,2k per no obtenir intensitats superiors de 15 mA.

$$I_{max.} = V_{cc}/R = 24/1600 = 15 \text{ mA}$$

$$I_{max2.} = V_{cc}/R = 24/2200 = 10,9 \text{ mA}$$

Les dues formes de configuració del tipus d'entrada de control és mitjançant la selecció de funcionament SIGN/PULSE o CW/CCW, nosaltres treballarem amb CW/CCW.

Format del senyal de referència de polsos	Especificacions elèctriques	Observacions
Pols + direcció (senyal SIGN + POLS)  Freqüència màxima de referència: 750 kpps (187,5 kpps per una sortida de colector obert)	 $t1, t2, t3 > 3 \mu s$ $\tau \geq 0,65 \mu s$ $(\tau/T) \times 100 \leq 50\%$	Direcció (SIGN): Alt=referència directe Baix= referència inversa
CW + CCW Freqüència màxima de referència: 750 kpps (187,5 kpps per una sortida de colector obert)	 $t1 > 3 \mu s$ $\tau \geq 0,65 \mu s$ $(\tau/T) \times 100 \leq 50\%$	

#### Mode SIGN+PULS:

Amb la combinació de dos senyals (SIGN i PULS) fem el control del servomotor, mitjançant la sortida SIGN donem la direcció, segons sigui 0, direcció de rotació horari, o 1, direcció de rotació antihorari i per la sortida PULS donem el tren de polsos a executar.

#### Mode CW/CCW:

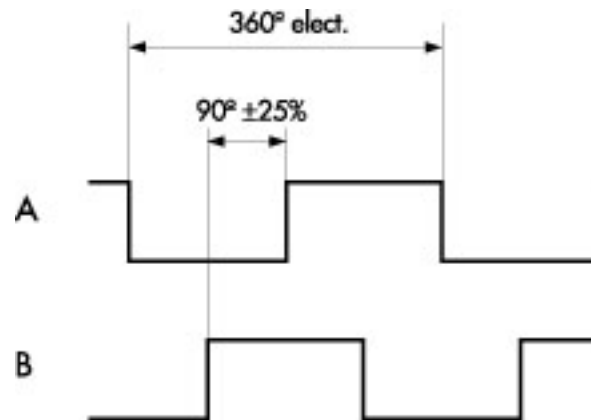
Igualment tenim dos senyals (CW/CCW) per fer el control del servomotor, quan donem la sortida de tren de polsos per la sortida CW obtindrem una direcció de rotació amb sentit horari i quan donem la sortida de tren de polsos per la sortida CCW obtindrem una sortida de rotació antihorari, aquest mètode és el que farem servir per controlar la màquina degut a la seva simplicitat de control mitjançant l'autòmat.

### 3.2.4. Encoder

L'encoder que utilitzarem és de tipus incremental, segurament dels sistemes més utilitzats a la indústria, aquest genera uns impulsos al girar entorn del seu eix, el

número de polsos per volta ens pot determinar una mesura de velocitat, longitud o posició.

La seva sortida és de tipus bidireccional, aquest té dos canals de sortida, això ens permet detectar el sentit de gir, al senyal A se l'hi adelanta 90° al senyal B.



Els encoders incrementals tenen en el seu interior un disc, marcat amb una sèrie de marques uniformes a través d'una única pista, les marques poden ser opaques o transparents i a través d'un emissor de llum i un sistema de captació d'aquesta al girar el disc generen unes senyals que un cop tractades i amplificades ens originen la sortida.

Dibuix d'un disc de l'interior d'un encoder incremental:

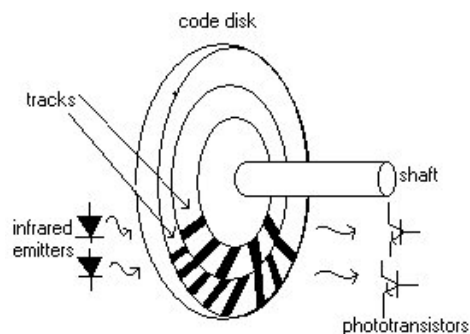


Fig 1. A rotary optical encoder

**Fig.3.2.4.1-Dibuix interior encoder incremental.**

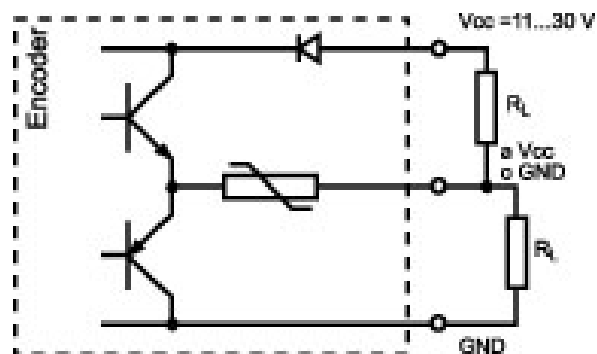
La resposta màxima de freqüència que podem obtenir es refereix al número de polsos màxim que l'encoder pot emetre per segon.

$$\text{Hz} = \text{numero voltes}/60 * \text{numero polsos encoder}$$

La precisió que defineix l'encoder és el grau elèctric, aquest error no és acumulatiu i només es defineix per cada volta.

$$360^\circ \text{ elèctrics} = 360^\circ \text{ mecànics}/n^\circ \text{ polsos encoder}$$

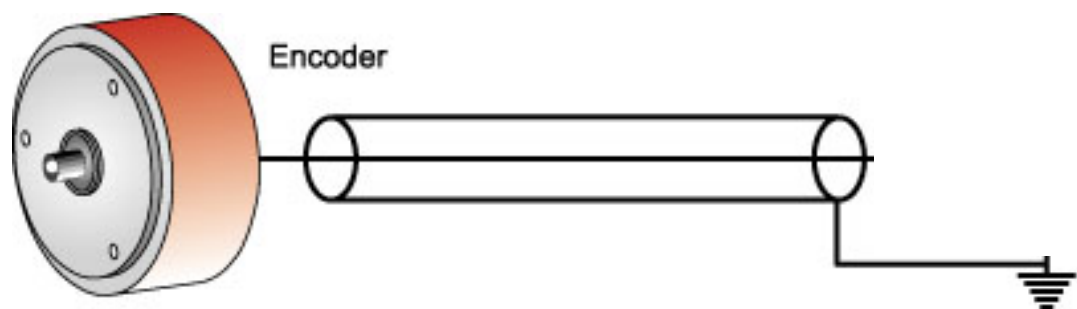
Circuit de sortida de l'encoder:



**Fig.3.2.4.2-Esquema Push-Pull.**



El cable usat per fer la connexió ha de ser de tipus apantallat i degudament connexionat a terra en un dels seus extrems per reduir interferències i petites circulacions d'intensitat que ens podrien afectar la transmissió de dades del posicionament.



**Fig.3.2.4.3-** *Tècnica apantallat encoder.*

### **3.3. Descripció del sistema**

El sistema consta de dues parts diferenciades muntades sobre una plataforma o bancada, una la part mecànica amb tots els seus accionaments i detectors de control i l'altre tota l'electrònica de control, els pulsadors, els selectors, els autòmats i els servomotors.

El sistema ha de poder ser controlat per un sol operari, que mitjançant un pannel de control manual a través de pulsadors i selectors pot manipular i controlar tot el procés, amb els qual es poden seleccionar dos modes de funcionament, el de posicionament de l'alimentador i entrada de dades inicial i el de funcionament automàtic, en el mode de posicionament manipulem els pulsadors de control amb desplaçament a dreta o esquerra segons convingui el carro alimentador del fil,

fins a posicionar-lo a l'inici de la bobina. S'han de carregar a l'autòmat prèviament els paràmetres d'amplada útil del carret, metres que volem enrotllar, velocitat i diàmetre del fil.

Posteriorment passarem a l'estat de funcionament automàtic, ho posarem amb marxa i consecutivament si cal a parada segons convingui.

El sistema ha de funcionar de forma totalment automàtica hi ha d'enrotllar el fil de forma adequada al carret la totalitat dels metres seleccionat fins a la seva parada i autoregulant la velocitat de rotació del carret per tal d'aconseguir una velocitat del fil d'entrada constant sense oscil·lacions brusques.

Els pulsadors i commutadors de control manuals que pot accionar l'operari són els següents:

Commutador de selecció P. manual/automàtic.

Desplaçament lateral de l'alimentador (selector esquerra/dreta).

Paro.

Marxa.



**Fig.3.3.1-***Imatge pannell de control.*

Abans d'iniciar l'ordre de marxa hem de carregar a l'autòmat els paràmetres i dades necessàries que ens defineixen el procés.

Dades necessàries autòmat 1:

Llarga del fil que volem enrotllar (metres).

Velocitat d'entrada del fil (cm/s).

Dades necessàries autòmat 2:

Amplada útil del carret (mm).

Gruix del fil (mm).

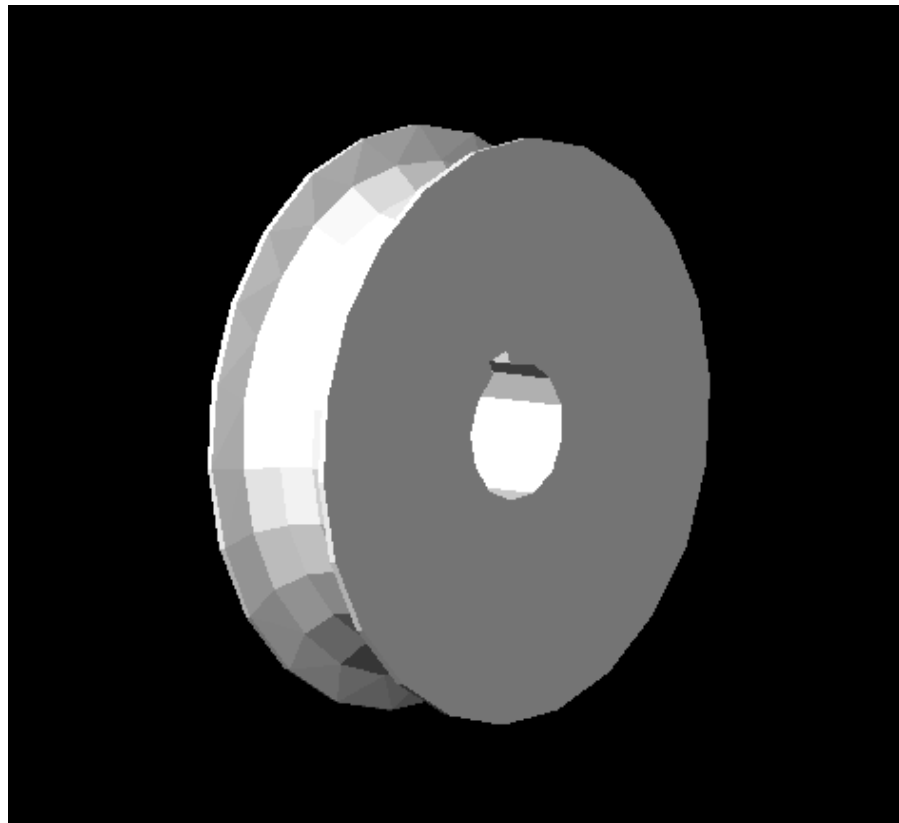
El funcionament del procés ha de ser que un cop entrades les dades necessàries i posem en marxa la bobinadora, el carret ha de començar a voltar fins aconseguir la velocitat del fil que hem escollit, per cada volta del carret on enrotllem el fil, l'alimentador haurà de fer un desplaçament lateral de longitud igual al diàmetre del fil, d'aquesta forma no es sobreposaran les voltes de fil al carret, i així consecutivament fins que assolim tota l'amplada del carret, en aquest moment l'alimentador haurà de canviar de sentit i seguir la mateixa funció, per cada volta de carret desplaçem l'alimentador l'amplada del fil, així de forma automàtica i ininterrompuda anar sobreposant les capes de fil fins aconseguir enrotllar la totalitat de metres escollits on el sistema s'aturarà de forma automàtica.

Una vegada acabat el procés podem tornar a seleccionar el mode de posicionament manual de l'alimentador i tornar a entrar unes noves dades per poder tornar a repetir el procés amb formats de carrets diferents, altres diàmetres de fil i metres d'enrotllament diferents.

D'aquesta forma aconseguim amb un panell simple d'operador i un sol operari, poder manipular tot el procés de forma automàtica i a l'hora d'entrar diferents paràmetres segons les característiques de cada aplicació, una alta polivalència d'aplicacions.

Justificació i càlculs necessaris amb les dades que introduïm inicialment, per obtenir velocitats del carret i moviments del carro d'alimentació del fil, per el correcte desenvolupament del procés.

La politja mecanitzada a l'eix de l'encoder per la qual passa el fil té un solc per conduir-lo, aquestes politja té les següents característiques.



**Fig.3.3.2-Dibuix politja.**

El perímetre de la politja per l'interior del solc que és per on hi ha el fregament amb el fil és de 100 mm. d'aquesta forma podem raonar els següents càlculs:

Perímetre = 100 mm. = 10 cm.

10 voltes politja = 1 metre lineal de fil

1 volta encoder = 500 polsos

D'aquesta forma obtenim que per cada metre de fil lineal l'encoder conta 5000 polsos, aquesta dada ens servirà per controlar la llargada total de fil que volem enrotllar al carret.

$$1 \text{ metre lineal de fil} = 500 \cdot 10 = 5000 \text{ polsos/metre}$$

Paral·lelament a l'encoder per poder controlar la velocitat del fil obtenim els següents càlculs:

$$1 \text{ revolució politja} = 10 \text{ cm.}$$

Per buscar l'equivalent entre cm/s i rev/min. que és la unitat que farem servir a l'autòmat.

$$1 \text{ cm/s} = (1 \text{ rev}/10)/(1 \text{ min.}/60\text{s}) = 60 \text{ rev}/10 \text{ min.} = 6 \text{ rev/min.}$$
$$\text{cm/s} = 6 \text{ rpm}$$

Un cop tenim l'equivalència i de igual forma podem ajustar la precisió que volem obtenir a l'hora de fer-ne el control de la velocitat del fil.

$$\text{Precisió} = \pm 1 \text{ cm/s} = \pm 6 \text{ rpm}$$

Per poder controlar els moviments del carro d'alimentació del fil fem els següents càlculs amb les dades inicials:

Fem la relació entre l'amplada total i el gruix del fil i obtindrem el número de moviments d'avançament que haurà de fer el carro per col·locar el fil correctament.

$$\text{Nº de moviments} = \text{Amplada útil del carret} / \text{Gruix del fil}$$

Associat a aquest últim càlcul hem de calcular quans impulsos hem de donar al motor per avançar justament la gruixària del fil perquè es col·loqui correctament dins del carret.

Partim del tipus de pas de rosca del vis sens fi que és el que fa el desplaçament del carro alimentador, en el nostre cas rosca M6.

Pas de rosca M6 = 1mm

(Per cada volta de rosca obtenim un avanç de 1mm.)

Pas de rosca M8 = 1,25mm

(Per cada volta de rosca obtenim un avanç de 1,25mm.)

Si hem escollit rosca M6 i sabem que una volta del motor son 1000 polsos al servomotor, llavors per avançar 1 mm hem de donar 1000 polsos al servomotor, si en lloc haguéssim escollit una rosca M8 per avançar 1mm hauríem de donar 800 polsos al servomotor.

Cas rosca M6:

Per avançar 1mm = 1000 polsos

Cas rosca M8:

Per avançar 1mm =  $1,25\text{mm} \cdot 0,8 \text{ voltes} = 800 \text{ polsos}$

Amb aquest seguit de càlculs relacionats amb les dades que proporcionem i carreguem a l'autòmat inicialment podem fer-ne el control automàtic de tot el sistema , amb aquestes dades i el coneixement del procés podem adaptar tots els

canvis de mesures, llargades i velocitats i el sistema s'hi adaptarà automàticament sota el control de dades que l'hi proporcionem.

El sistema a nivell general respon a una rèplica a escala i sobre una bancada de dimensions reduïdes el desenvolupament mecànic, els seus accionaments, l'electrònica de control i el seu panell operador d'una bobinadora automàtica controlada per servomotors de polsos i amb un sistema d'autoregulació d'alta precisió que podria ser aplicat a qualsevol procés industrial.

Visió general del muntatge:

Autòmats

Servomotors

Motors

Encoder

Proteccions, cablejat, etc...



**Fig.3.3.3-** Vista general del muntatge.



### **3.4. Disseny elèctric**

Esquema elèctric de totes les connexions necessàries entre tots els elements per dur a terme el control de la bobinadora automàtica.

S'adjunta l'esquema elèctric a l'annex n. 2.

Cal tenir en compte una sèrie de condicions a l'hora de realitzar les connexions:

1. Per la transmissió de senyals cal fer servir cables de longitud el més curta possible.
2. Realitzar les connexions de terra en un sol punt, per evitar circulació de corrents innecessàries.
3. Els cables usats han de ser de PVC, han de tenir un aïllament mín. de 750V i han de resistir una temperatura mín. de 40° C (H07V-k).

Taula de seccions de cables i intensitats admissibles:

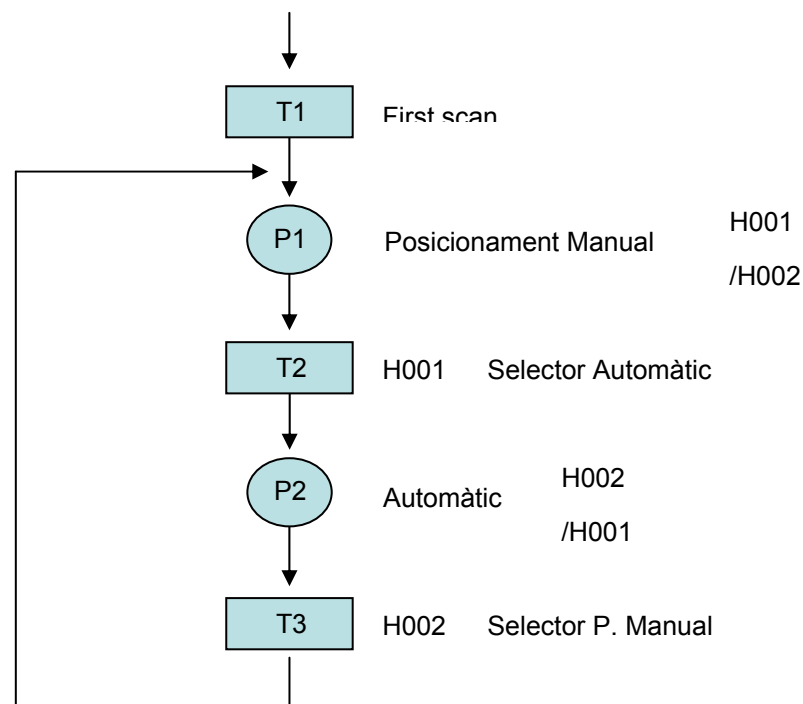
Tamany AWG	Diàmetre transversal nominal mm <sup>2</sup>	Número de configuració de cables/mm <sup>2</sup>	Resistència conductiva Ω/mm <sup>2</sup>	Corrent admissible a temperatura ambient A		
				30°C	40°C	50°C
20	0,5	19/0,16	39,5	6,6	5,6	4,5
...	0,75	30/0,16	26,0	8,8	7,0	5,5
16	0,9	37/0,16	24,4	9,0	7,7	6,0
16	1,25	50/0,16	15,6	12,0	11,0	8,5
14	2,0	7/0,6	9,53	23	20	16

### 3.5. Disseny d'automatització

Per portar a terme el control de la bobinadora per un sol operari que només hagi de gestionar els paràmetres inicials i donar les ordres de marxa i parada, s'ha fet un disseny de l'automatització on l'operari no hagi d'intervenir en el procés físic.

Per ser una aplicació amb concepte de procés industrial i d'execució predefinida, s'ha elaborat una xarxa de petri que executa tots els passos de forma continuada, d'aquesta manera el procés s'executa pas a pas i no pot entrar en estats indefinits i de reaccions no previstes, a cada pas o estat se l'hi ha associat unes accions que s'han d'executar.

Disseny d'automatització:



**Fig.3.5.1-Xarxa de petri autòmat 1 (I).**

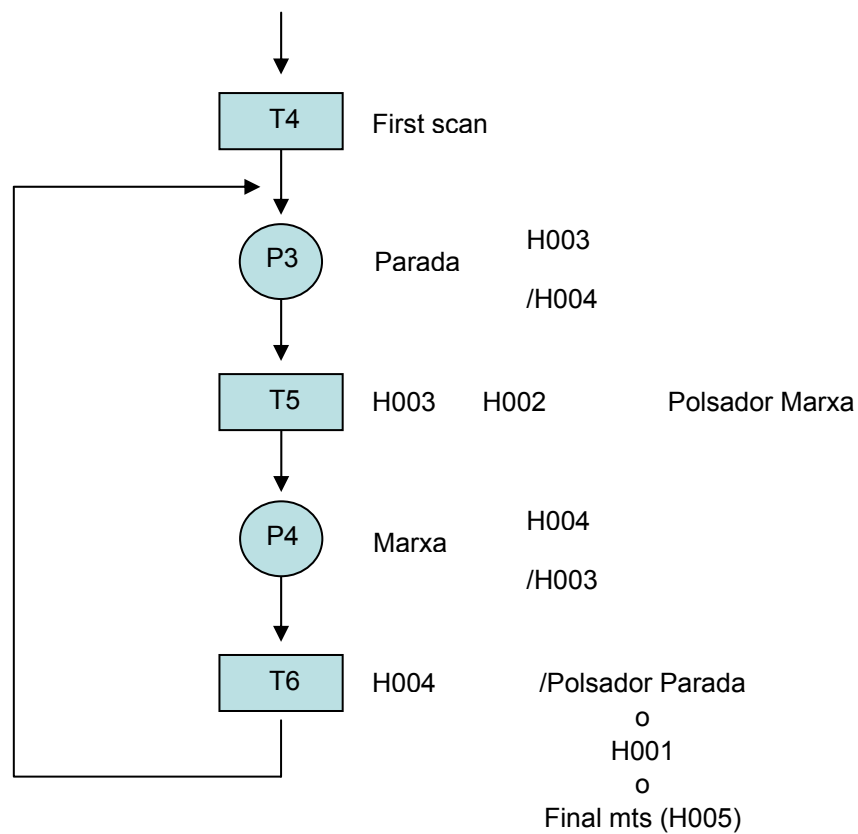


Fig.3.5.2-Xarxa de petri autòmat 1 (II).

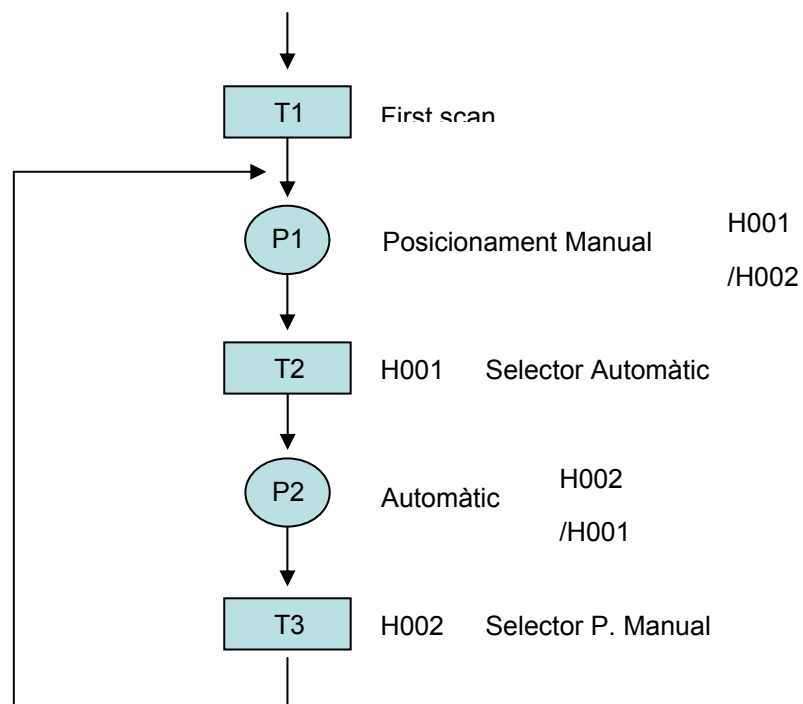


Fig.3.5.3-Xarxa de petri autòmat 2 (I).

Accions associades a cada estat:

**Autòmat 1:**

P1 - Posicionament manual

No permetre posades en marxa.

P2 – Automàtic

Control encoder.

Control moment parada per llargada de fil.

P3 – Parada

Parada motor 1.

Reset comptadors i dades inicials.

P4 – Marxa

Control moviment i velocitat motor 1.

Rang  $\pm$  velocitat.

Control autoregulació velocitat motor 1.

**Autòmat 2:**

P1 - Posicionament manual

Control motor 2 moviments manuals.

P2 – Automàtic

Càlculs moviments alimentador fil motor 2.

Control moviments alimentador fil motor 2.

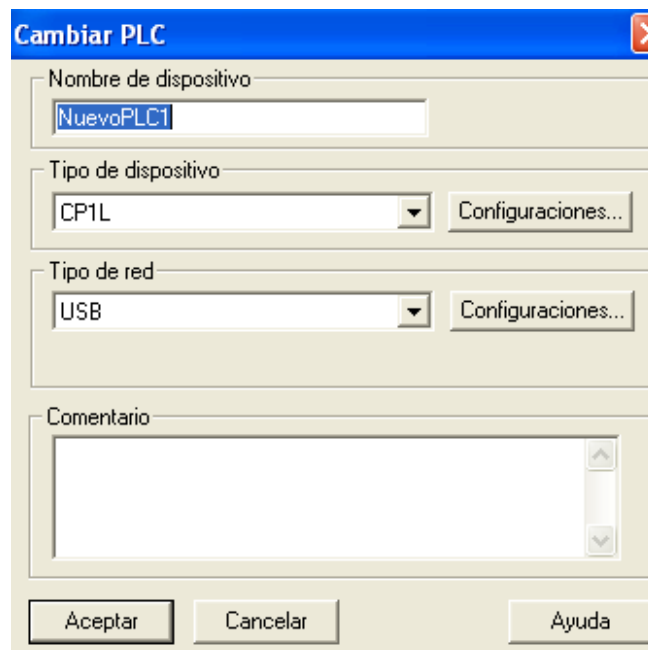
### **3.6. Programació software**

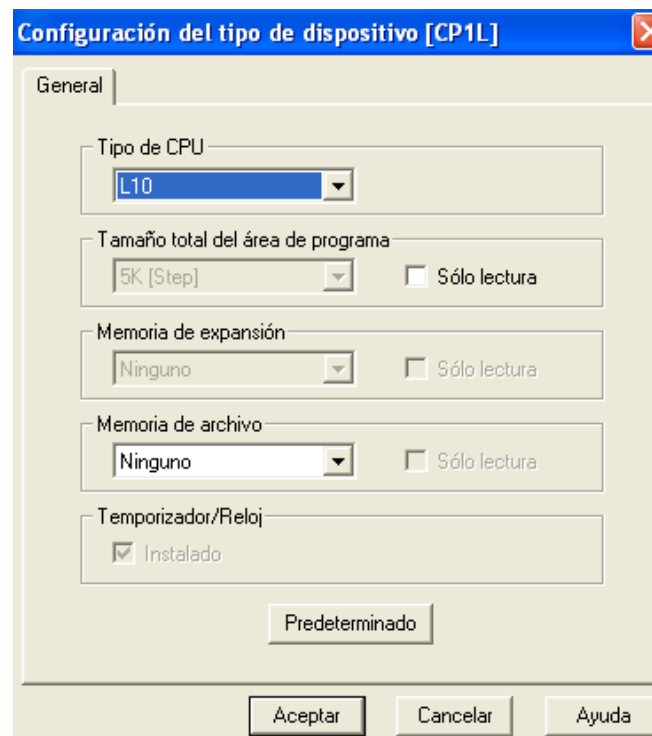
La programació de tots els elements s'ha fet amb el paquet de software Cx-one, concretament el PLC s'ha realitzat amb el programa Cx-programmer.

S'ha configurat el Setup del PLC, i s'ha fet servir el llenguatge de programació de diagrama de contactes (LD Ladder diagram) segons standard (IEC 61131-3).

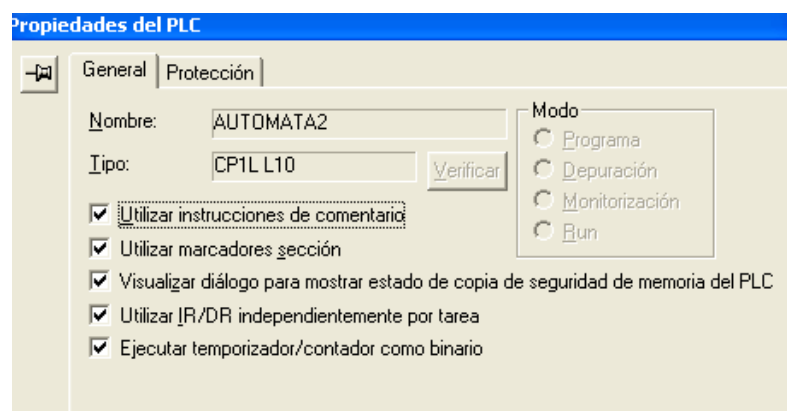
Configuració inicial Setup PLC:

Primerament definim el tipus d'autòmat que disposem (CP1L-L10) perquè es correspongui amb els controls de software que podrem disposar.



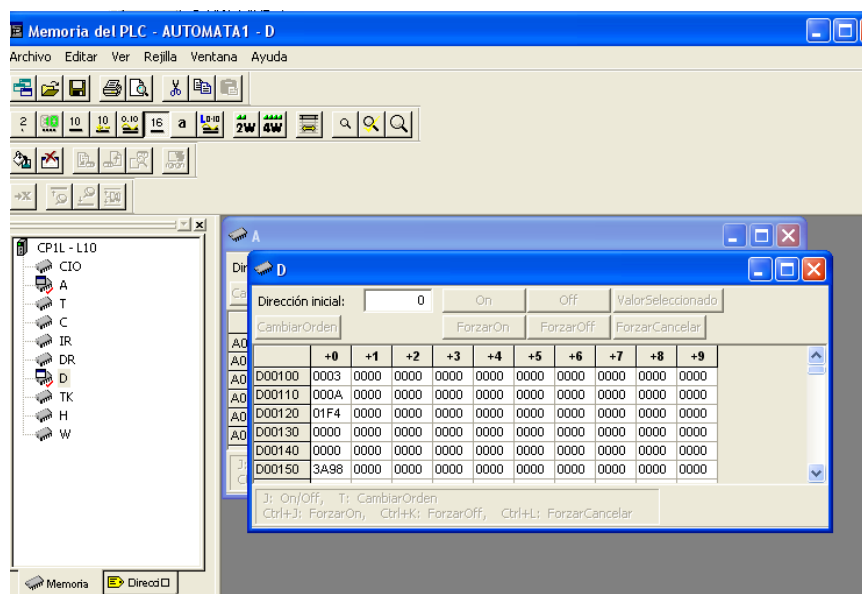


En el cas de l'autòmat 2 també activem i configurem els comptadors amb mode binari per poder fer els contatges dels moviments de l'alimentador de fil a [Propiedades del PLC].



Finalment a cada autòmat carreguem a l'àrea de memòria del PLC corresponent les dades que volem inicialment, llargada del fil, velocitat, amplada útil carret i gruix del fil.

Memòria a gravar a l'autòmat 1:

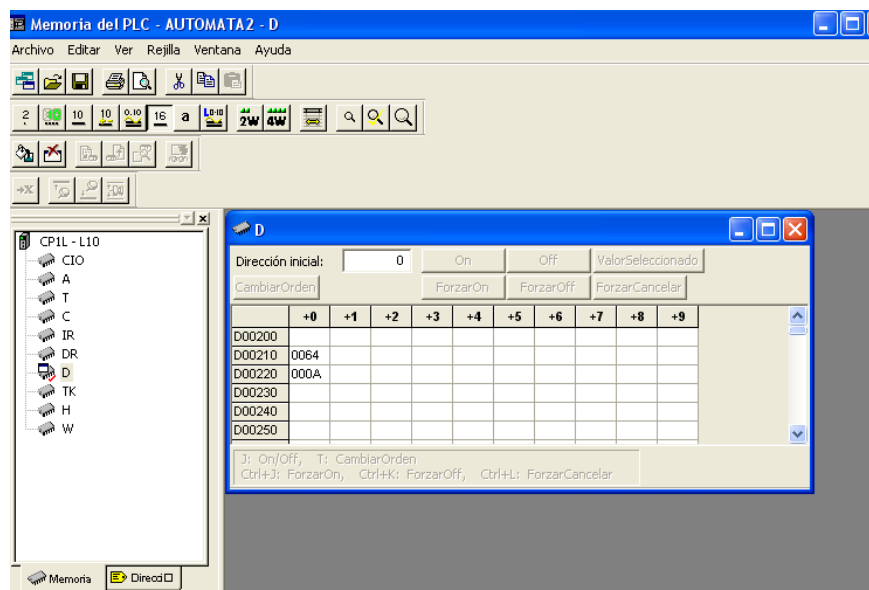


A les direccions de l'àrea de memòria tipus D carreguem les dades:

D00110 – Velocitat lineal del fil (cm/s).

D00120 – Llargada del fil a enrotllar (m).

## Memòria a gravar a l'autòmat 2:



A les direccions de l'àrea de memòria tipus D carreguem les dades:

D00210 – Amplada útil del carret (mm).

D00220 – Gruix del fil (mm).

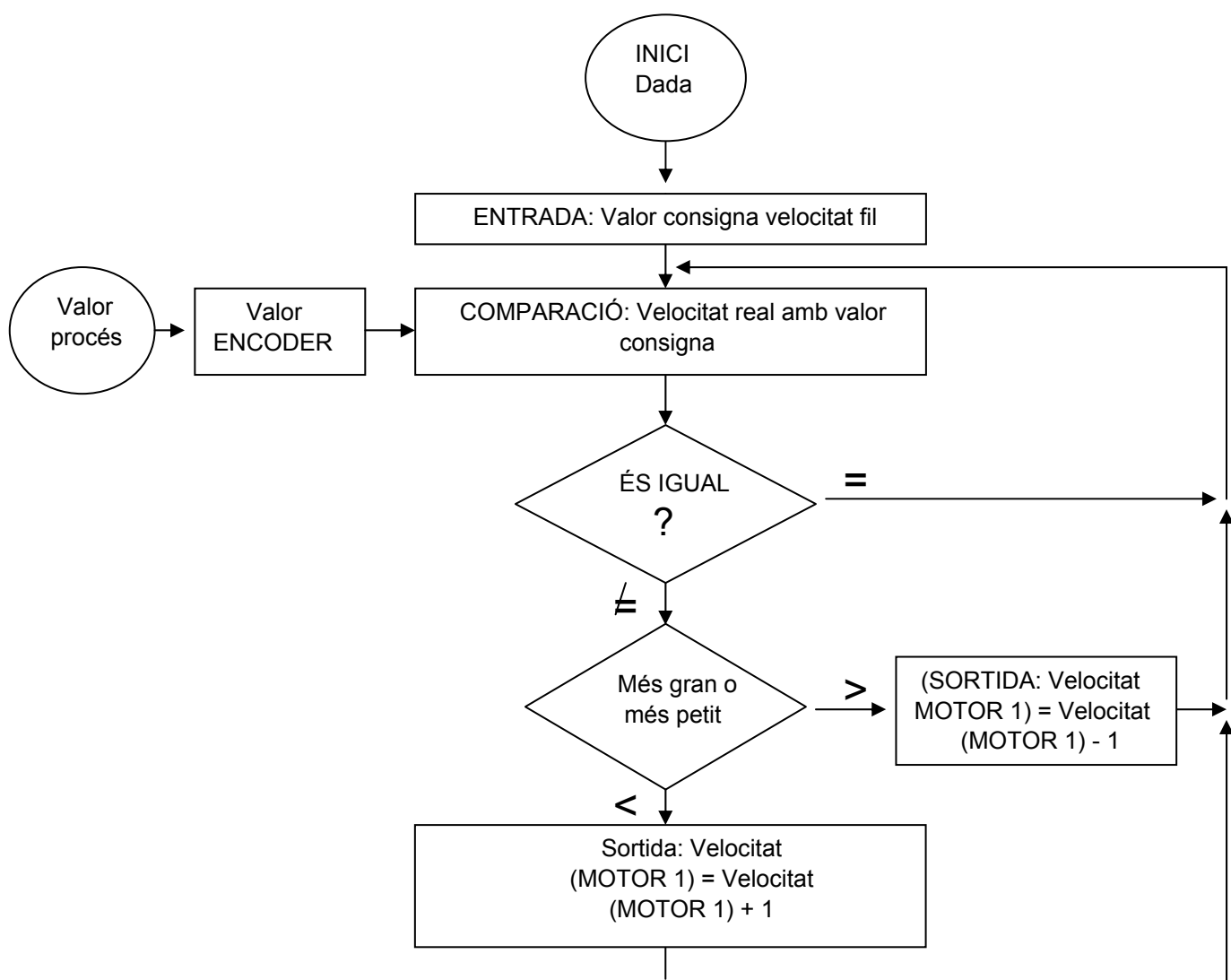
S'adjunta la programació del software a l'annex n. 3.

### **3.7. Solució general**

Un dels objectius que perseguia el treball era aportar una solució per poder controlar aquests processos, on intervinguin bobinadores controlades per PLC's i servomotors amb tecnologia de polsos, que ha de poder ser aplicat de forma general, aconseguir una metodologia i d'aquesta forma s'ha buscat un diagrama que ens aporti un patró per afrontar aquest tipus de processos.



El diagrama és de regulació automàtica amb realimentació, ja que depenen de les variacions segons el valor preestablert a l'entrada el sistema s'ha de poder ajustar automàticament per poder obtenir una sortida constant i sense masses fluctuacions que ens ocasionin tensions mecàniques i estrebades al fil que el puguin deteriorar.



**Fig.3.7.1-Diagrama de regulació.**

## 4. Implementació

### 4.1. Muntatge

El procés de muntatge de tot el projecte ha començat amb la mecanització a càrrec del Centre tecnològic de Ripoll, que seguint el projecte d'execució mecànic inicial, ha dut a terme la realització de les peces mecàniques.

S'ha assentat sobre una plataforma o bancada que servirà de suport a tot el conjunt on s'hi uniran tots els elements.

La primera fase s'han muntat i ajustat tots els accionaments, els motors que faran girar els dos eixos principals, i s'ha verificat el seu correcte ajust, també s'ha muntat l'encoder que el suporta la peça de guiatge. Aquest és el muntatge de tots els elements que interactuen directament amb el procés.

A continuació s'han distribuït i muntat tots els elements elèctrics i electrònics a la part baixa de la bancada per ser més fàcil fer modificacions a l'hora de futures inspeccions o manipulacions. S'ha ubicat la protecció de sobreintensitat, l'alimentació, els dos autòmats i els dos servomotors de forma que fossin el més propers als accionaments i facilités el seu correcte cablejat, d'aquesta forma s'ha connectat la font d'alimentació amb les seves corresponents proteccions, els autòmats i els servomotors amb els seus corresponents cablejats de control i potència, tot muntat sobre una guia de suport i unes canaletes de guiatge del cablejat.

També s'ha ubicat el panell de control al costat de tota l'automatització, amb tots els seus elements de control degudament identificats i de forma accessible, per poder contrastar i visualitzar les ordres enviades amb el seu correcte funcionament.

D'aquesta forma tenim una bancada compacta amb tots els elements que intervenen perfectament identificats per portar a terme la posada en marxa i les primeres proves, també s'ha de tenir amb compte que aquest muntatge ha de

servir per futurs alumnes i ha de poder ésser modificat, de fàcil manipulació i inspecció per poder ser manipulat en pròximes pràctiques.

Imatges del muntatge:



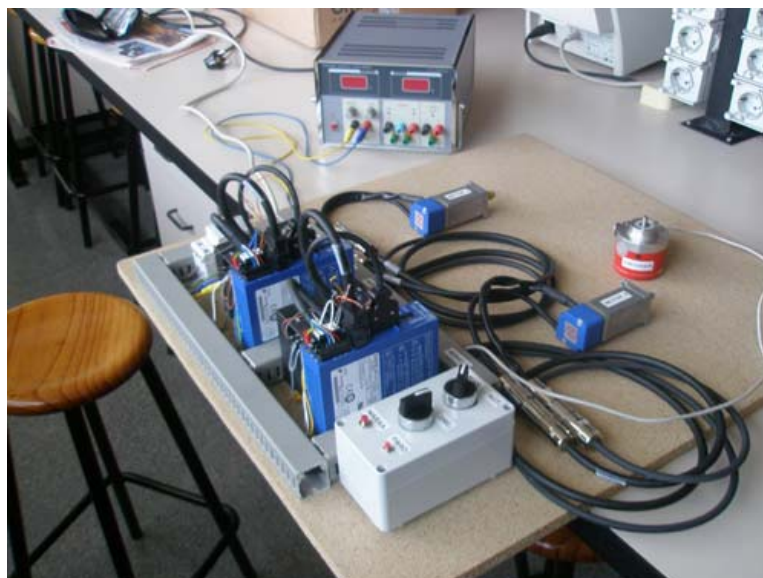
**Fig.4.1.1-** Vista de la protecció magnetotèrmica, els dos borns d'entrada de tensió CC i l'autòmat 1 i el servomotor 1.



**Fig.4.1.2-** Vista lateral del motor 2 i vista de la brida i l'eix de l'encoder.



**Fig.4.1.3-** Vista del autòmat 2 i el servomotor 2 i el panell de control que manipula l'operari.



**Fig.4.1.4- Vista general de tot el muntatge finalitzat.**

## **4.2. Posada en funcionament**

Per realitzar la posada en funcionament, inicialment s'ha verificat que totes les connexions i alimentacions dels diferents aparells fos correcte, i prestant especial atenció en tot moment dels diferents indicadors leds dels autòmats i servomotors que indiquen els errors d'un funcionament incorrecte.

Inicialment s'ha fet un test dels motors per verificar-ne la precisió del funcionament així com la seva rapidesa de resposta per comprovar si les velocitats seleccionades de procés eren adequades i assumibles per el motor. També s'ha comprovat que el funcionament del motor fos totalment suau i sense alteracions, per si calia ajustar el filtre del servomotor per evitar-ne mals funcionaments, en aquest cas no ha calgut.

Igualment s'ha comprovat que les senyals que envia l'encoder i que són gestionades per l'autòmat arriben correctament sense distorsions i ens els valors preestablerts per poder fer un control instantani, ja que la regulació es farà afectiva en tot moment segons les dades que es rebin procedents de l'encoder.

Un cop testats els elements més importants del control automàtic s'ha procedit a fer la comprovació de tot el procés d'automatització seguint tots els passos, des del posicionament manual fins a la posada en marxa i parada per assegurar un perfecte funcionament del procés sense entrar amb estats indeterminats que ens puguin ocasionar no poder arribar al final sense èxit.

Un cop assegurat que tot el procés del funcionament és correcte s'ha procedit a verificar que tots els càlculs de velocitats i moviments responien i s'ajustaven a la realitat. Primerament s'han verificat els moviments de translació del carro d'alimentació degut a la gruixària del fil i el canvi de sentit segons l'amplada del carret per assegurar-ne una perfecte col·locació del fil, posteriorment s'ha comprovat que la velocitat de rotació del carret fos adequada segons la velocitat del fil d'entrada i que el seu rang de precisió era l'adequat, en aquest punt inicialment tenia un valor més ampli però la posada en marxa m'ha fet adonar que la rapidesa de resposta de l'autòmat sobre el servomotor em permetia donar un rang molt més petit per donar encara una regulació molt més precisa en tot moment.

Finalment s'ha pogut observar tot el funcionament de forma correcte aconseguint una manipulació des del panell d'operacions totalment automàtica i tenir de forma adequada ajustats tots els paràmetres que intervenen en el procés gràcies a la posada en marxa, d'aquesta forma tenim la bobinadora totalment a punt per operar.

## 5. Conclusions i resultats

Com a conclusió final cal destacar que s'han assolit els objectius inicialment marcats amb èxit, s'ha aconseguit fer el disseny complet d'una bobinadora automàtica que pugui operar totalment de forma autònoma sense que cap operari hagi d'intervenir en el procés per haver de regular l'ajust de les velocitats de funcionament.

Una de les característiques més particular del treball era crear una màquina partint d'una idea inicial i d'un problema de regulació de velocitats de les bobinadores i dissenyar un equip totalment complet i preparat per funcionar, part mecànica, elèctrica i electrònica, de fet podem parlar d'un clar exemple d'aplicació mecatrònica.

S'han aconseguit els dos objectius principals que es perseguien, primer, la regulació de la velocitat de rotació de la bobina per aconseguir una velocitat lineal del fil d'entrada, i segon, mitjançant el guiatge de l'alimentació de fil a la bobina aconseguir un repartiment uniforme de cada capa de fil. Aquests dos reptes han estat la clau del correcte funcionament de tot el sistema de control automàtic del treball.

Paral·lelament s'ha obtingut un dels objectius principals que perseguia el treball, que aportes una metodologia per poder controlar aquests processos, on intervinguin bobinadores controlades per PLC's i servomotors amb tecnologia de polsos, que pogués ser aplicada de forma general.

També cal remarcar que l'experiència de fer un disseny complet d'una màquina m'ha aportat una visió molt més real del que pot ser crear una màquina per donar solució a un procés industrial, tenir una idea inicial i donar-li forma fins al seu funcionament. És molt important idear un disseny bàsic molt eficaç, amb uns càlculs i idees adequades per anar avançant el treball pas a pas i poder fer els ajustaments necessaris segons els recursos que podem disposar, ja que aquests no són il·limitats.

Un pas important i clau en tot el procés ha estat el moment de la posada en funcionament, ha servit per realitzar els últims petits ajustaments per poder fer funcionar amb total fluïdesa tot el conjunt i verificar que els càlculs inicials eren totalment correctes i responien a un procés real, aquest pas és dels més reconfortants ja que demostra que el teu disseny i coneixements l'han fet possible.

El resultat final ha estat una memòria on es reflexen tots coneixements del funcionament i de les aplicacions de servomotors amb polsos i tenir una bobinadora automàtica muntada sobre una bancada que pot ser utilitzada per la docència i formació de futurs alumnes de les assignatures relacionades amb l'automatització industrial.

El meu últim desig seria que aquest treball no acabes aquí i que en el futur algun alumne motivat per aquest projecte seguis per millorar-lo, el disseny s'ha adequat als recursos que disposàvem però es poden buscar millores que el poden fer molt més atractiu com intentar substituir els autòmats que no disposen de connexió bus per microcontroladors que es puguin connectar a un PC i dissenyar un SCADA que el faci més versàtil i interactiu amb el procés, fer alguna aplicació amb funcions de busca d'origen, etc...



## 6. Bibliografia

### Llibres:

BALCELLS, JOSEP; ROMERAL, JOSÉ LUIS. *Autómatas programables*. Barcelona: Editorial Marcombo, 1997.

GARCÍA SAENZ, DOMINGO; GUÀRDIA MANUEL, ELVIRA. *Elements de mecànica aplicada a la robòtica*. Barcelona: Edicions UPC, 1996.

MARTÍNEZ SÁNCHEZ, VICTORIANO ANGEL. *Automatización industrial moderna*. Madrid: Editorial RA-MA, 1992.

RIBA I ROMEVA, CARLES. *Els robots industrials (I), característiques*. Departament d'Enginyeria Mecànica. Barcelona: Servei de publicacions de la UPC, 1993.

### Manuals:

*Programming manual. W451-E1-03*. Omron SYSMAC series CP: CP1H/CP1L Unit. Revised May 2007.

*Operation manual. W62-E1-02*. Omron SYSMAC series CP: CP1L Unit. Revised June 2007.

*Manual de usuario. TOSP-C71080601-01-OY*. Omron SERVOPACK SERIE JUNMA. Año 2006.

### Revistes:

*E.P.I (Equipos productos industriales)*. Volumen 19, Marzo 2009. Publicacion nº 3. Barcelona. Edita Reed Business Information, S.A..27000 ejemplares.

*E.P.I (Equipos productos industriales)*. Volumen 19, Abril 2009. Publicacion nº 4. Barcelona. Edita Reed Business Information, S.A..27000 ejemplares.

*E.P.I (Equipos productos industriales)*. Volumen 19, Mayo 2009. Publicacion nº 5. Barcelona. Edita Reed Business Information, S.A..27000 ejemplares.

**Adreces d'internet:**

OMRON. A: *Industrial automation*. <<http://industrial.omron.es>> [Consulta Abril 2009].

HOHNER. A: *Encoders incrementales y absolutas*. <[www.hohner.es](http://www.hohner.es)> [Consulta Abril 2009].

INFO PLC. A: *Portal de automatizacion industrial*. <<http://www.infopl.net>> [Consulta Abril 2009].

## 7. Annexes

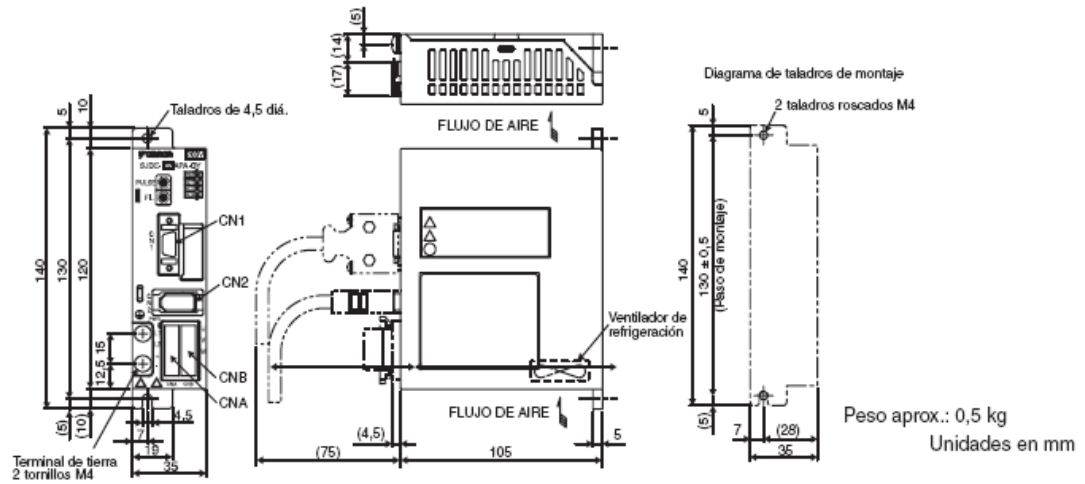
### 7.1. Característiques tècniques i dimensions (Annex 1)

Característiques tècniques del servomotor OMRON SJDE-01APA-OY:

Tipo de servodrive		SJDE-□	01APA-OY	02APA-OY	04APA-OY	08APA-OY
Servomotor aplicable		SJME-□	01A□	02A□	04A□	08A□
Especificaciones básicas	Capacidad máx. aplicable del motor	W	100	200	400	750
	Corriente de salida permanente	Arms	0,84	1,1	2,0	3,7
	Corriente de salida máx.	Arms	2,5	3,3	6,0	11,1
	Alimentación de entrada (Cableado del circuito principal y de control)	Tensión	Monofásico, 200 a 230 V.c.a., +10 a -15 V% (50/60 Hz)			
		Capacidad kVA	0,40	0,75	1,2	2,2
	Método de control		Control PWM			
	Realimentación		Encoder incremental analógico (10000 pasos por revolución)			
	Inercia de carga tolerable <sup>*1</sup>	kg·m <sup>2</sup>	0,6 × 10 <sup>-4</sup>	0,6 × 10 <sup>-4</sup>	0,6 × 10 <sup>-4</sup>	10,0 × 10 <sup>-4</sup>
	Temperatura de uso/almacenamiento		0 a +55° C / -20 a 70° C			
	Humedad de uso/almacenamiento		90% de HR o inferior (sin condensación)			
Funciones incorporadas	Altitud		1000 m como máximo por encima del nivel del mar			
	Resistencia a vibraciones/golpes		4,9m/s <sup>2</sup> (0,5G) / 19,6m/s <sup>2</sup> (2G)			
	Configuración		Montado en base			
	Método de refrigeración		Refrigeración forzada (ventilador incorporado)			
	Peso aprox.	kg	0,5			1,0
	Freno dinámico (DB)		Opera al caer la alimentación, alarma del servo, servo a OFF. (OFF después de parada del motor; ON cuando la alimentación del motor está en OFF).			
	Proceso regenerativo		Opcional (si la energía regenerada es demasiado alta instale una Unidad regenerativa JUSP-RG08D)			
	Display de LEDs		5 (PWE, REF, AL1, AL2, AL3)			
	Filtro de referencia		Seleccione uno de los ocho niveles con el interruptor FIL			
	Protección		Errores de velocidad, sobrecargas, errores de encoder, errores de tensión, sobrecorrientes, deshabilitación del ventilador incorporado, errores del sistema			
Señales de E/S	Señal de entrada para referencia	Tipo de pulso	Seleccione una de las siguientes señales: 1. CCW + CW (Adelante / Atrás) 2. Pulso + Dirección 3. CCW + CW (Adelante / Atrás lógica inversa) 4. Pulso + Dirección (lógica inversa)			
	Tipo de pulso designado y resolución de pulso con el interruptor PULSE.	Resolución de pulsos	Seleccione una de las siguientes señales: 1. 1.000 pulsos/rev. (colector abierto/line driver) 75 kpps máx. 2. 2500 pulsos/rev. (colector abierto/line driver) 187,5 kpps máx. 3. 5.000 pulsos/rev. (line driver) 375 kpps máx. 4. 10.000 pulsos/rev. (line driver) 750 kpps máx.			
	Reset del contador de error		Borra el error de posición cuando se pone en ON			
	Señal de entrada de servo en ON		Pone el servomotor a ON o a OFF			
	Señal de salida de alarma		OFF si se produce una alarma. (Nota: OFF durante 2 s al conectar la alimentación)			
	Señal de salida de freno		Señal externa para controlar el freno. Se pone en ON para liberar el freno.			
	Señal de salida de posicionado finalizado		ON si la posición actual es igual a la posición de referencia ±10 pulsos. Señal externa para control del freno.			
	Señal de salida de origen		ON si el motor está en el origen. (Ancho: 1/500 rev) (Nota: Use el flanco del pulso que cambia la señal de OFF a ON)			

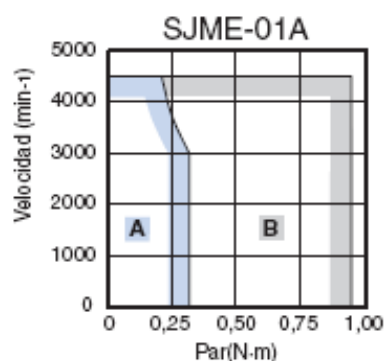
## Dimensions del servomotor OMRON SJDE-01APA-OY:

SJDE-01, 02APA-OY (200 V, 100 a 200 W)



## Característiques tècniques del motor OMRON SJME-01AMC41-OY:

Tensió		230 V			
Modelo de servomotor SJME- □		01A □	02A □	04A □	06A □
Salida nominal <sup>1</sup>	W	100	200	400	750
Par nominal <sup>1, 2</sup>	N·m	0,318	0,637	1,27	2,39
Par máximo instantáneo <sup>1</sup>	N·m	0,955	1,91	3,82	7,16
Corriente nominal <sup>1</sup>	Arms	0,84	1,1	2,0	3,7
Corriente máx. instantánea <sup>1</sup>	Arms	2,5	3,3	6,0	11,1
Velocidad nominal <sup>1</sup>	min <sup>-1</sup>	3000			
Velocidad máx. <sup>1</sup>	min <sup>-1</sup>	4500			
Constante de par	N·m/Arms	0,413	0,645	0,682	0,699
Momento de inercia del rotor (JM)	kg·m <sup>2</sup> ·x10 <sup>-4</sup>	0,0634	0,330	0,603	1,50
Inercia de carga tolerable <sup>3</sup>	kg·m <sup>2</sup> ·x10 <sup>-4</sup>	0,6	3,0	5,0	10,0
Índice de potencia nominal	kW/s	16,0	12,3	26,7	38,1
Aceleración angular nominal	rad/s <sup>2</sup>	50200	19300	21100	15900
Encoder	Estándar	Encoder de salida analógica			
Carga radial admisible		78	245	245	392
Carga axial admisible		54	74	74	147
Peso aprox.	kg (sin freno)	0,5	0,9	1,3	2,6
	kg (con freno)	0,8	1,5	1,9	3,5
Especificaciones del freno	Tensión nominal	24 V.c.c. ±10%			
	Momento de inercia del freno de retención	0,0075	0,064		0,171
	Consumo de energía (a 20 °C)	6	6,9		7,7
	Consumo de corriente (a 20 °C)	0,25	0,29		0,32
	Par de fricción estática	0,318	1,27		2,39
	Tiempo de subida para par de retención		100		
Especificaciones básicas	Tiempo de desconexión				80
	Tiempo de funcionamiento	Continuo			
	Clase térmica	Categoría B			
	Categoría de vibración	15 µm o inferior			
	Tensión de aislamiento	1500 Vc.a. durante 1 minuto			
	Resistencia de aislamiento	500 Vc.c., 10 MΩ min.			
	Envolvente	Totalmente cerrado, autoventilado, IP55 (excluida la sección del eje y conectores)			
	Resistencia a vibraciones	Aceleración de vibración 49 m/s <sup>2</sup>			
	Temperatura de uso/almacenamiento	0 a +40 °C / -20 a 60 °C sin congelación			
	Humedad de uso/almacenamiento	20 a 80% de humedad relativa (sin condensación)			
	Altitud	1000 m como máximo por encima del nivel del mar			
	Accesorio	Montaje de brida			

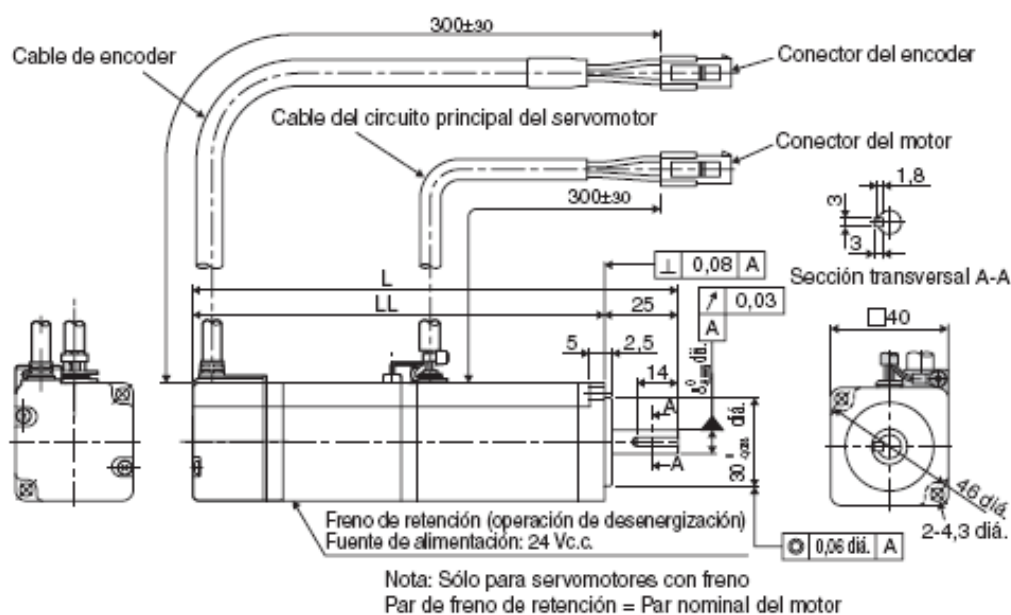


A: Zona de treball continu


B: Zona de treball intermitent

Dimensions del motor OMRON SJME-01AMC41-OY:

Modelo	L	LL	Peso aprox. (kg)
SJME-01AMB41-OY	119	94	0,5
SJME-01AMB4C-OY	164	139	0,8



## Característiques tècniques de l'autòmat OMRON CP1L-L10DT1-D :



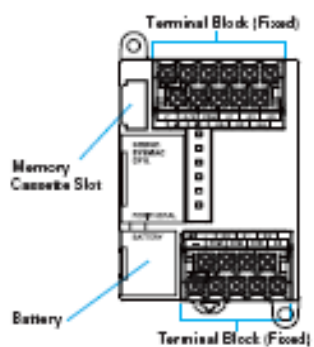
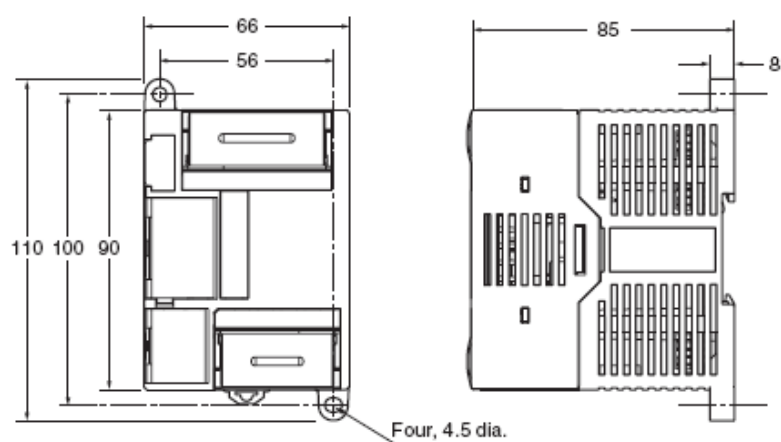
Item	Type	AC power supply models	DC power supply models
	Model	CP1H-□□□-A CP1L-□□□-A	CP1H-□□□-D CP1L-□□□-D
Power supply		00 to 240 VAC 50/60 Hz	24 VDC
Operating voltage range		5 to 264 VAC	20.4 to 26.4 VDC
Power consumption		00 VA max. (CP1H-□□□-A) 0 VA max. (CP1L-M60/-M40/-M30□□-A) (See next page.) 0 VA max. (CP1L-L20/-L14/-L10□□-A)	50 W max. (CP1H-□□□-D) 20 W max. (CP1L-M60/-M40/-M30□□-D) (See next page.) 13 W max. (CP1L-L20/-L14/-L10□□-D)
Inrush current (See note.)		00 to 120 VAC inputs: 20 A max. (for cold start at room temperature) 8 ms max. 200 to 240 VAC inputs: 40 A max. (for cold start at room temperature), 8 ms max.	30 A max. (for cold start at room temperature) 20 ms max.
External power supply		00 mA at 24 VDC (CP1H, CP1L-M60/-M40/-M30□□-A) 00 mA at 24 VDC (CP1L-L20/-L14/-L10□□-A)	None
Insulation resistance		0 MΩ min. (at 500 VDC) between the external AC terminals and GR terminals	No insulation between primary and secondary for DC power supply
Dielectric strength		1,300 VAC at 50/60 Hz for 1 min between the external AC and GR terminals. leakage current: 5 mA max.	No insulation between primary and secondary for DC power supply
Noise immunity		Conforms to IEC 61000-4-4, 2 kV (power supply line)	
Vibration resistance		Conforms to JIS C0040, 10 to 57 Hz, 0.075-mm amplitude, 57 to 150 Hz, acceleration: 9.8 m/s <sup>2</sup> in X, Y, and Z directions for 80 minutes each. Sweep time: 8 minutes × 10 sweeps = total time of 80 minutes)	
Shock resistance		Conforms to JIS C0041, 147 m/s <sup>2</sup> three times each in X, Y, and Z directions	
Ambient operating temperature		0 to 55°C	
Ambient humidity		10% to 90% (with no condensation)	
Ambient operating environment		No corrosive gas	
Ambient storage temperature		-20 to 75°C (Excluding battery.)	
Power holding time		10 ms min.	2 ms min.

Type		CP1L-M60 (60 points)	CP1L-M40 (40 points)	CP1L-M30 (30 points)	CP1L-L20 (20 points)	CP1L-L14 (14 points)	CP1L-L10 (10 points)
Item	Models	CP1L-M60□□□□	CP1L-M40□□□□	CP1L-M30□□□□	CP1L-L20□□□□	CP1L-L14□□□□	CP1L-L10□□□□
Control method		Stored program method					
I/O control method		Cyclic scan with immediate refreshing					
Program language		Ladder diagram					
Function blocks		Maximum number of function block definitions: 128 Maximum number of instances: 256 Languages usable in function block definitions: Ladder diagrams, structured text (ST)					
Instruction length		1 to 7 steps per instruction					
Instructions		Approx. 500 (function codes: 3 digits)					
Instruction execution time		Basic instructions: 0.55 μs min. Special instructions: 4.1 μs min.					
Common processing time		0.4 ms					
Program capacity		10K steps				5K steps	
Number of tasks		288 (32 cyclic tasks and 256 interrupt tasks)					
	Scheduled interrupt tasks	1 (interrupt task No. 2, fixed)					
	Input interrupt tasks	8 (interrupt task No. 140 to 145, fixed)				4 (interrupt task No. 140 to 143, fixed)	2 (interrupt task No. 140 to 141, fixed)
		(Interrupt tasks can also be specified and executed for high-speed counter interrupts and executed.)					
Maximum subroutine number		256					
Maximum jump number		256					
I/O areas	Input bits	36: CIO 0.00 to CIO 0.11, CIO 1.00 to CIO 1.11, and CIO 2.00 to CIO 2.11	24: CIO 0.00 to CIO 0.11 and CIO 1.00 to CIO 1.11	18: CIO 0.00 to CIO 0.11 and CIO 1.00 to CIO 1.05	12: CIO 0.00 to CIO 0.11	8: CIO 0.00 to CIO 0.07	6: CIO 0.00 to CIO 0.05
	Output bits	24: CIO 100.00 to CIO 100.07, CIO 101.00 to CIO 101.07, and CIO 102.00 to CIO 102.07	24: CIO 0.00 to CIO 0.11 and CIO 1.00 to CIO 1.11	12: CIO 100.00 to CIO 100.07 and CIO 101.00 to CIO 101.03	8: CIO 100.00 to CIO 100.07	6: CIO 100.00 to CIO 100.05	4: CIO 100.00 to CIO 100.03
	1:1 Link Area	1,024 bits (64 words): CIO 3000.00 to CIO 3063.15 (CIO 3000 to CIO 3063)					
	Serial PLC Link Area	1,440 bits (90 words): CIO 3100.00 to CIO 3189.15 (CIO 3100 to CIO 3189)					
Work bits		8,192 bits (512 words): W000.00 to W511.15 (W0 to W511) CIO Area: 37,504 bits (2,344 words): CIO 3800.00 to CIO 6143.15 (CIO 3800 to CIO 6143)					
TR Area		16 bits: TR0 to TR15					
Holding Area		8,192 bits (512 words): H0.00 to H511.15 (H0 to H511)					
AR Area		Read-only (Write-prohibited): 7168 bits (448 words): A0.00 to A447.15 (A0 to A447) Read/Write: 8192 bits (512 words): A448.00 to A959.15 (A448 to A959)					
Timers		4,096 bits: T0 to T4095					
Counters		4,096 bits: C0 to C4095					
DM Area		32 Kwords: D0 to D32767				10 Kwords: D0 to D9999, D32000 to D32767	
Data Register Area		16 registers (16 bits): DR0 to DR15					
Index Register Area		16 registers (32 bits): IR0 to IR15					
Task Flag Area		32 flags (32 bits): TK0000 to TK0031					
Trace Memory		4,000 words (500 samples for the trace data maximum of 31 bits and 6 words.)					
Memory Cassette		A special Memory Cassette (CP1W-ME05M) can be mounted. Note: Can be used for program backups and auto-booting.					



Type	CP1L-M60 (60 points)	CP1L-M40 (40 points)	CP1L-M30 (30 points)	CP1L-L20 (20 points)	CP1L-L14 (14 points)	CP1L-L10 (10 points)	
Item	Models	CP1L-M60□□□□	CP1L-M40□□□□	CP1L-M30□□□□	CP1L-L20□□□□	CP1L-L14□□□□	CP1L-L10□□□□
Clock function		Supported. Accuracy (monthly deviation): -4.5 min to -0.5 min (ambient temperature: 55°C), -2.0 min to +2.0 min (ambient temperature: 25°C), -2.5 min to +1.5 min (ambient temperature: 0°C)					
Communications functions		One built-in peripheral port (USB 1.1): For connecting Support Software only.			A maximum of two Serial Communications Option Boards can be mounted.		Not supported.
Memory backup		Flash memory: User programs, parameters (such as the PLC Setup), comment data, and the entire DM Area can be saved to flash memory as initial values. Battery backup: The Holding Area, DM Area, and counter values (flags, PV) are backed up by a battery.					
Battery service life		5 years at 25°C. (Use the replacement battery within two years of manufacture.)					
Built-in input terminals		60 (36 inputs, 24 outputs)	40 (24 inputs, 16 outputs)	30 (18 inputs, 12 outputs)	20 (12 inputs, 8 outputs)	14 (8 inputs, 6 outputs)	10 (6 inputs, 4 outputs)
Number of connectable Expansion Units and Expansion I/O Units		CP-series Expansion Unit and Expansion I/O Units: 3 max.			CP-series Expansion Units and Expansion I/O Units: 1 max.		Not supported.
Max. number of I/O points		180 (60 built in + 40 per Expansion (I/O) Unit × 3 Units)	120 (40 built in + 40 per Expansion (I/O) Unit × 3 Units)	150 (30 built in + 40 per Expansion (I/O) Unit × 3 Units)	60 (20 built in + 40 per Expansion (I/O) Unit × 1 Unit)	54 (14 built in + 40 per Expansion (I/O) Unit × 1 Unit)	10 (10 built in)
Interrupt inputs		6 inputs (Response time: 0.3 ms)			4 inputs (Response time: 0.3 ms)		2 inputs (Response time: 0.3 ms)
Interrupt inputs counter mode		6 inputs (Response frequency: 5 kHz max. for all interrupt inputs), 16 bits Up or down counters			4 inputs (Response frequency: 5 kHz max. for all interrupt inputs), 16 bits Up or down counters		2 inputs (Response frequency: 5 kHz max. for all interrupt inputs), 16 bits Up or down counters
Quick-response inputs		6 points (Min. input pulse width: 50 μs max.)			4 points (Min. input pulse width: 50 μs max.)		2 points (Min. input pulse width: 50 μs max.)
Scheduled interrupts		1					
High-speed counters		4 counters, 2 axes (24-VDC input) 4 inputs: Differential phases (4x), 50 kHz Single-phase (pulse plus direction, up/down, increment), 100 kHz Value range: 32 bits, Linear mode or ring mode Interrupts: Target value comparison or range comparison					
Pulse outputs (models with transistor outputs only)	Pulse outputs	Trapezoidal or S-curve acceleration and deceleration (Duty ratio: 50% fixed) 2 outputs, 1 Hz to 100 kHz (CCW/CW or pulse plus direction)					
	PWM outputs	Duty ratio: 0.0% to 100.0% (specified in increments of 0.1% or 1%) 2 outputs, 0.1 to 6553.5 Hz or 1 to 32,800 Hz (Accuracy: ±5% at 1 kHz)					
Analog control		1 (Setting range: 0 to 255)					
External analog input		1 input (Resolution: 1/256, Input range: 0 to 10 V). Not isolated.					

Dimensions de l'autòmat OMRON CP1L-L10DT1-D :



## Característiques tècniques de l'encoder HOHNER sèrie 10 ref. 21211:

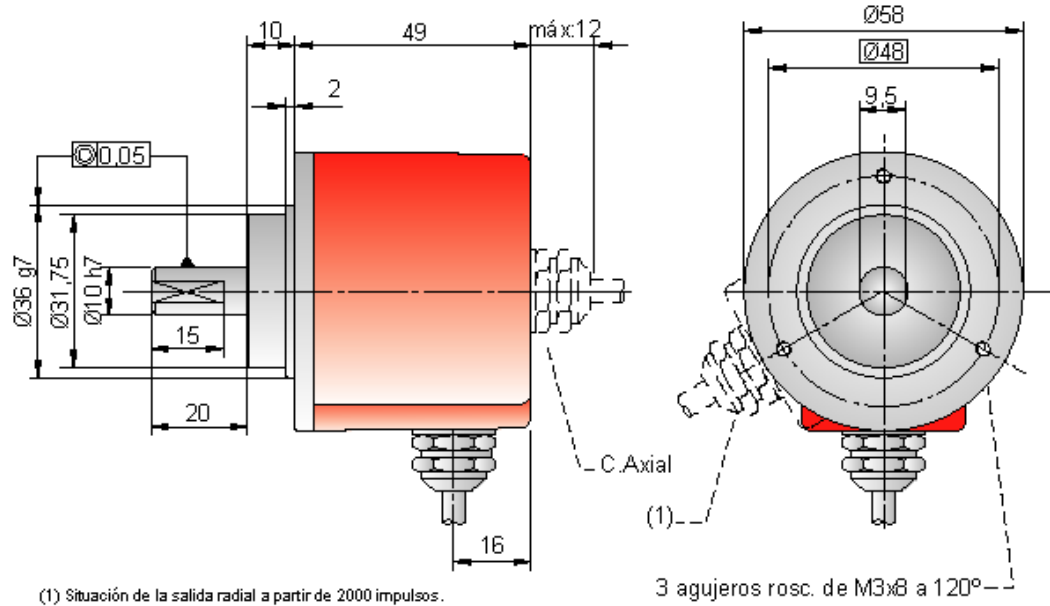
Cos:	Alumini
Eix:	Acer inoxidable
Rodaments:	De boles
Vida dels rodaments:	$1 \times 10^{10}$ rev.
Nº màx. rev. permisibles mecànicament:	6000 rpm.
Protecció contra pols i esquitxos segons DIN 40050:	IP65
Moment d'inèrcia del rotor:	30 gcm <sup>2</sup> .
Par d'arrencada a 20°C (68°F):	0,5 Ncm. sense reten. / 2,0 Ncm. amb reten.
Càrrega màxima permisible sobre l'eix axial:	40 N
Càrrega màxima permisible sobre l'eix radial:	60 N
Pes aprox.:	0,5 Kg.

Gamma de temperatura en funcionament:	(-20°C a +60°C)
Gamma de temperatura en emmagatzematge:	(-20°C a +70°C)
Vibració:	100 m/s <sup>2</sup> .
Impacte:	300 m/s <sup>2</sup> .
Humitat relativa:	98% sense condensació.
Freqüència:	Segons sortida electrònica.
Test de prova abans d'entrega:	48h
Nº màxim d'impulsos per volta:	10.000
Conexió axial o radial:	Cable (2 metres) o connector industrial.

Disponible versió IP 67

Cos:	Acer inoxidable.
Eix:	diam.10 x 20 mm.
Conexió axial:	Cable 2 metres. (altres longituds de cable segons comanda)

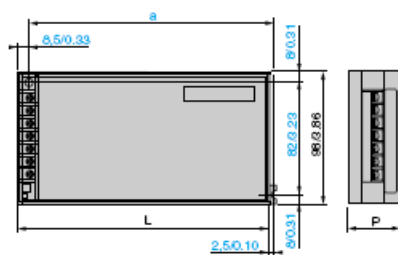
Dimensions de l'encoder HOHNER sèrie 10 ref. 21211:



Característiques tècniques de la font d'alimentació TELEMECANIQUE ABL1REM24025:

Características técnicas									
Tipo de fuentes de alimentación		ABL 1REM				ABL 1RPM			
		12050	24025	24042	24062	24100	12082	24042	24062
Homologaciones y marcados		UL 508, cCSAus, CSA 22.2 n.º 60950-1, UL 60950-1, TÜV, CTick, cE							
Conformidad con las normas	Seguridad	IEC-EN 60950-1, TSMB							
	CEM genérica	EN 50081-1, IEC 61000-6-2 (EN 50082-2), IEC-EN 61000-6-3							
	Corrientes armónicas BF	-							
Circuito de entrada		-							
Señalización por LED		-							
Valores de entrada	Tensiones nominales	V	~ 100...240			~ 100...120/200...240	~ 100...240		~ 100...120/200...240
	Tensiones límite ~	V	85...264			85...132/170...264	85...264		85...132/170...264
	Compatible ~	V	120...370 (1)			180...370 (1)	120...370 (1)		180...370 (1)
	Corriente $U_{in} = 240$ V	A	1	0,7	2,5	3	0,7	2,5	3
	consumida $U_{in} = 100$ V	A	2	1,4	5	6	1,7	5	6
	Frecuencias admisibles	Hz	47...63						
	Corriente máxima de llamada	A	50						
	Factor de potencia		0,65 aproximadamente				0,7...0,95 aprox. (según el modelo)		
	Rendimiento con carga nominal		> 80 %						
	Potencia disipada con carga nominal	W	15	25	37,5	60	25	37,5	60
Circuito de salida		LED verde							
Valores nominales de salida	Tensión ( $U_{out}$ )	V	~ 12	~ 24			~ 12	~ 24	
	Corriente	A	5	2,5	4,2	6,2	10	8,3	4,2
	Potencia	W	60	100	100	150	240	100	150
Precisión	Tensión de salida ajustable	V	10,8...13,2	21,6...26,4			10,8...13,2	21,6...26,4	
	Regulación de línea y carga		± 3 %						
	Ondulación residual	mV	< 200 (cresta a cresta)						
Tiempo de mantenimiento para I máx.	$U_{in} = 240$ V	ms	< 40						
	$U_{in} = 100$ V	ms	< 10						
Protecciones	Contra los cortocircuitos		Permanente, rearmado automático						
	Contra sobrecargas		1,1...1,5 I <sub>n</sub> , ver curva en la pág. 16						
	Contra sobretensiones		$U > 1,25 U_{cut}$						
	Térmicas		Sí (limitan el funcionamiento cuando se supera una temperatura comprendida entre 50 y 60 °C, según el índice de carga)						

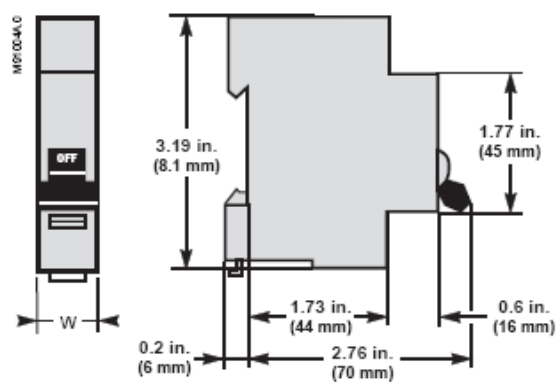
Dimensions de la font d'alimentació TELEMECANIQUE ABL1REM24025:



ABL	L	P	a	b (montaje)	c (montaje)
1REM12050	150/5.91	38/1.5	144/5.67	38/1.5	58/2.28
1REM24025	150/5.91	38/1.5	144/5.67	38/1.5	58/2.28
1REM12083	200/7.87	38/1.5	194/7.64	38/1.5	58/2.28
1RPM24042	200/7.87	38/1.5	194/7.64	38/1.5	58/2.28
1RPM24062	200/7.87	50/1.97	194/7.64	28/1.10	48/1.89
1RPM24100	200/7.87	65/2.56	194/7.64	28/1.10	48/1.89

## Dimensions del magnetotèrmic MERLIN GERIN 24335:

Type	C60	
Width (W)	1-Pole	0.71 in (18 mm)
	2-Pole	1.42 in (36 mm)
	3-Pole	2.13 in (54 mm)
	4-Pole	2.48 in (72 mm)
	Aux. Switch	0.35 in (9 mm)
	MN and MX	0.71 in (18 mm)

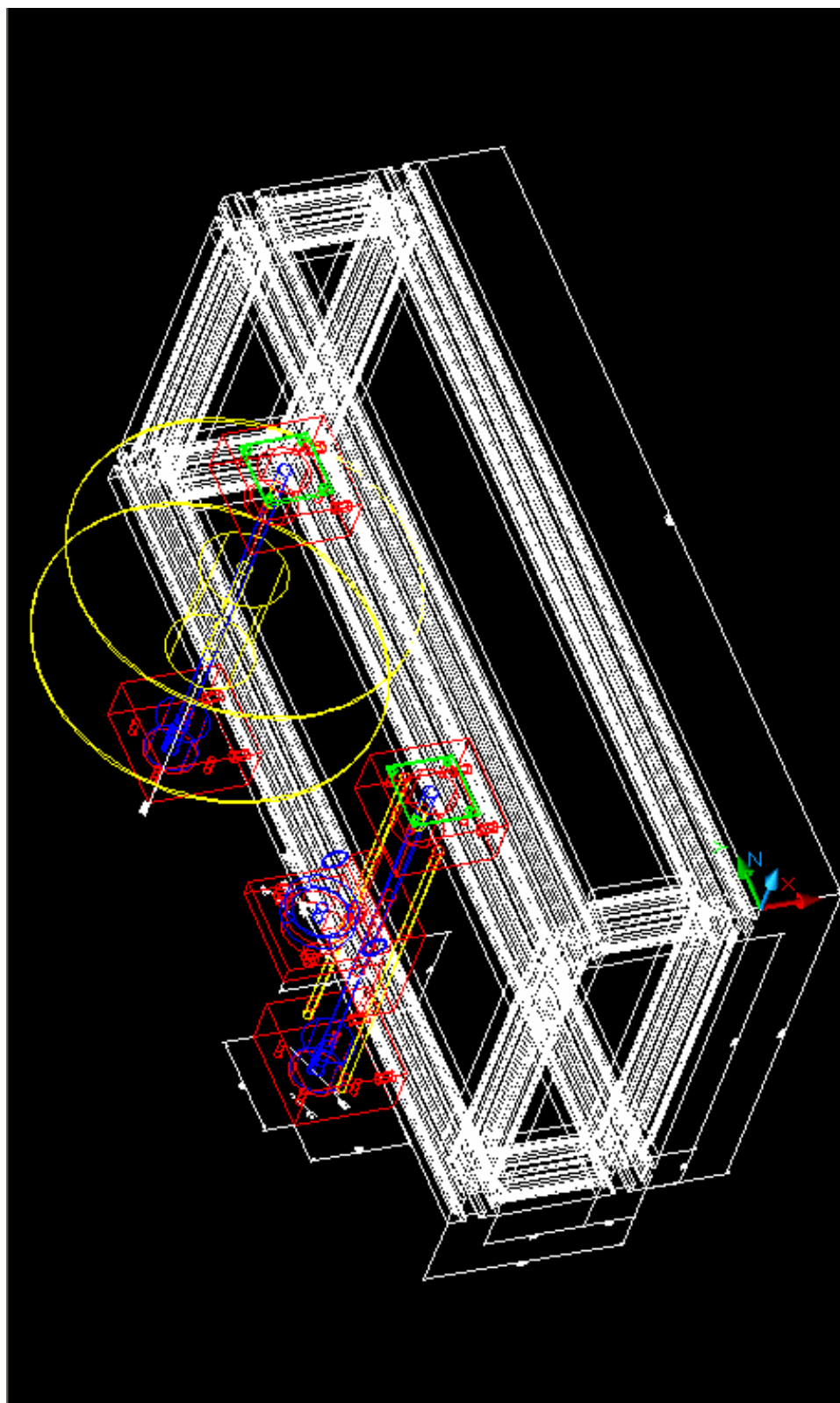


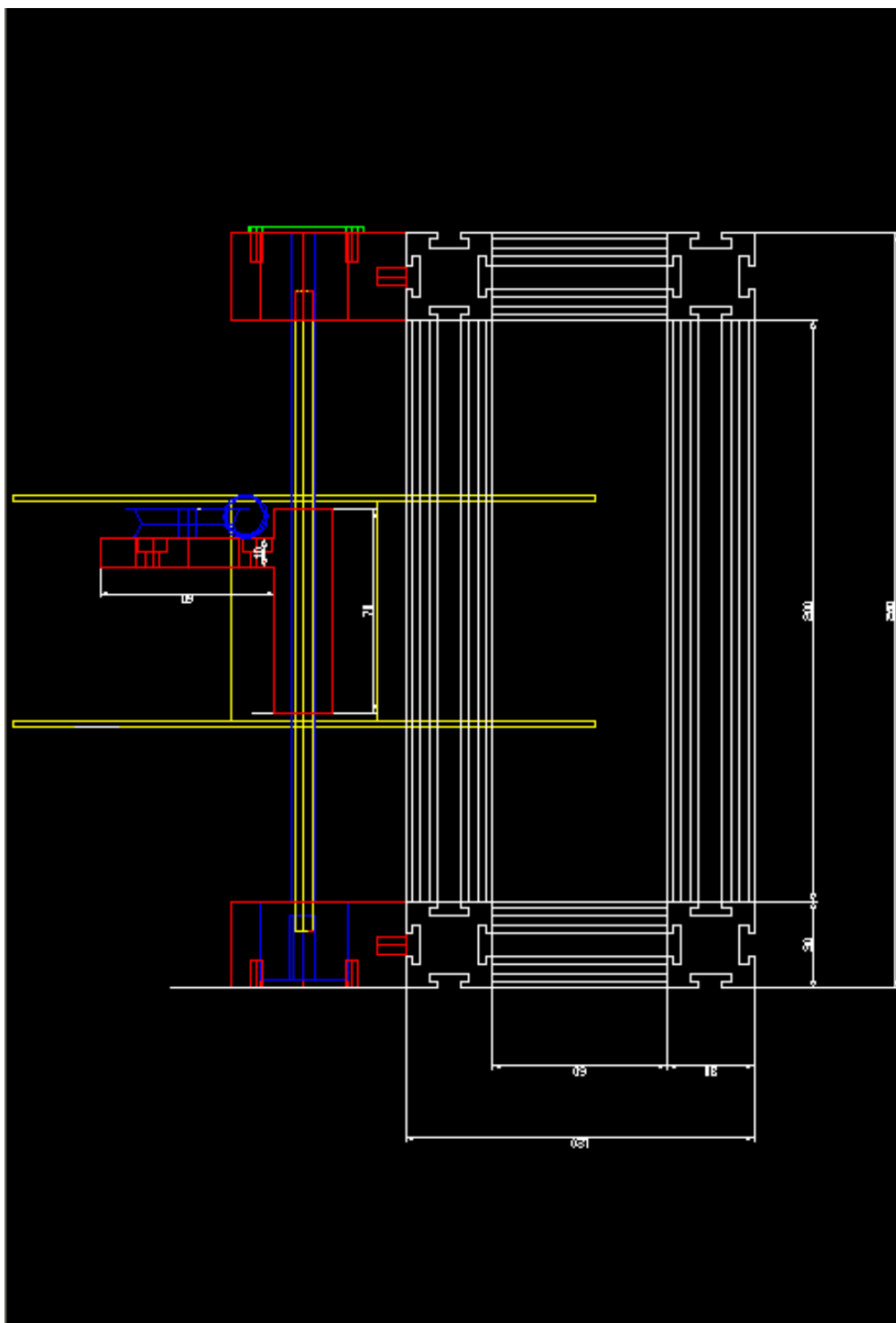
## **7.2. Dibuix disseny mecànic (Annex 2)**

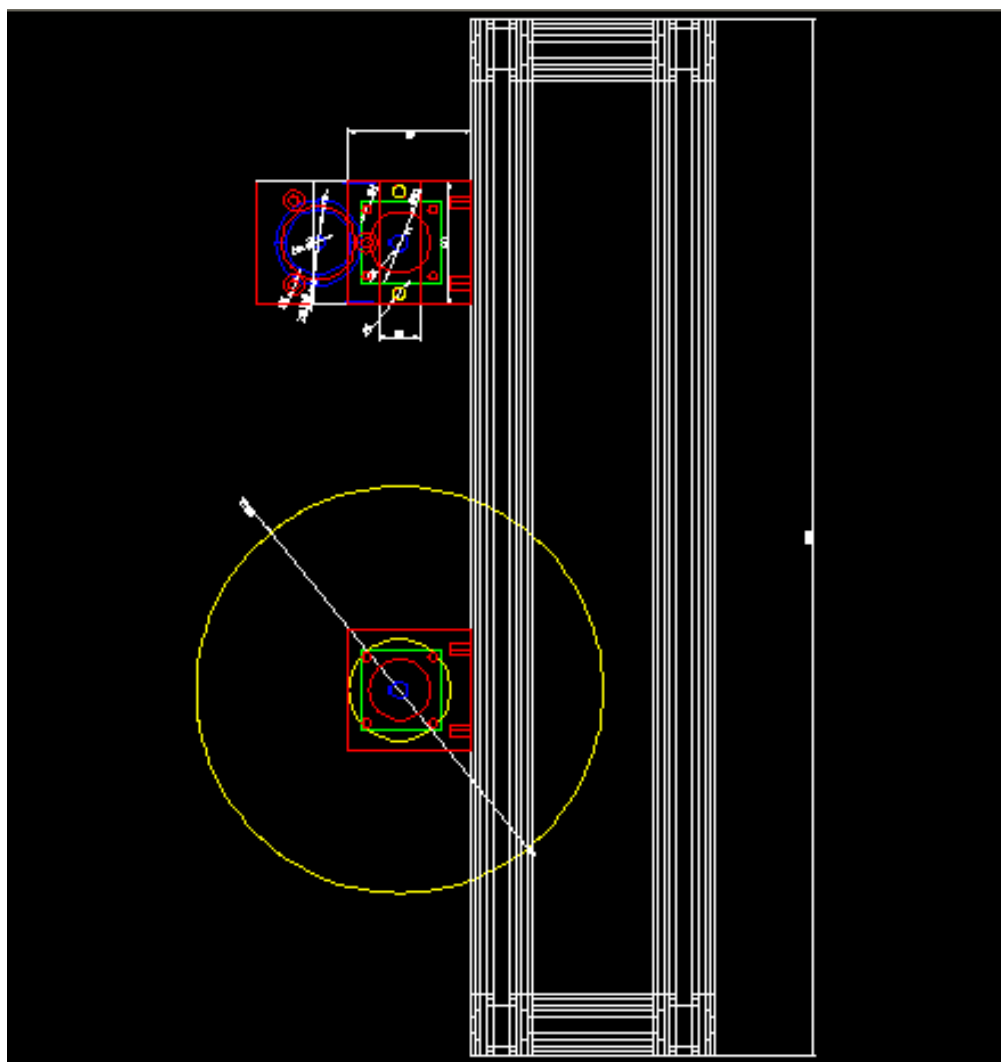
Dibuix del disseny mecànic amb tots els seus elements que formen l'estructura.

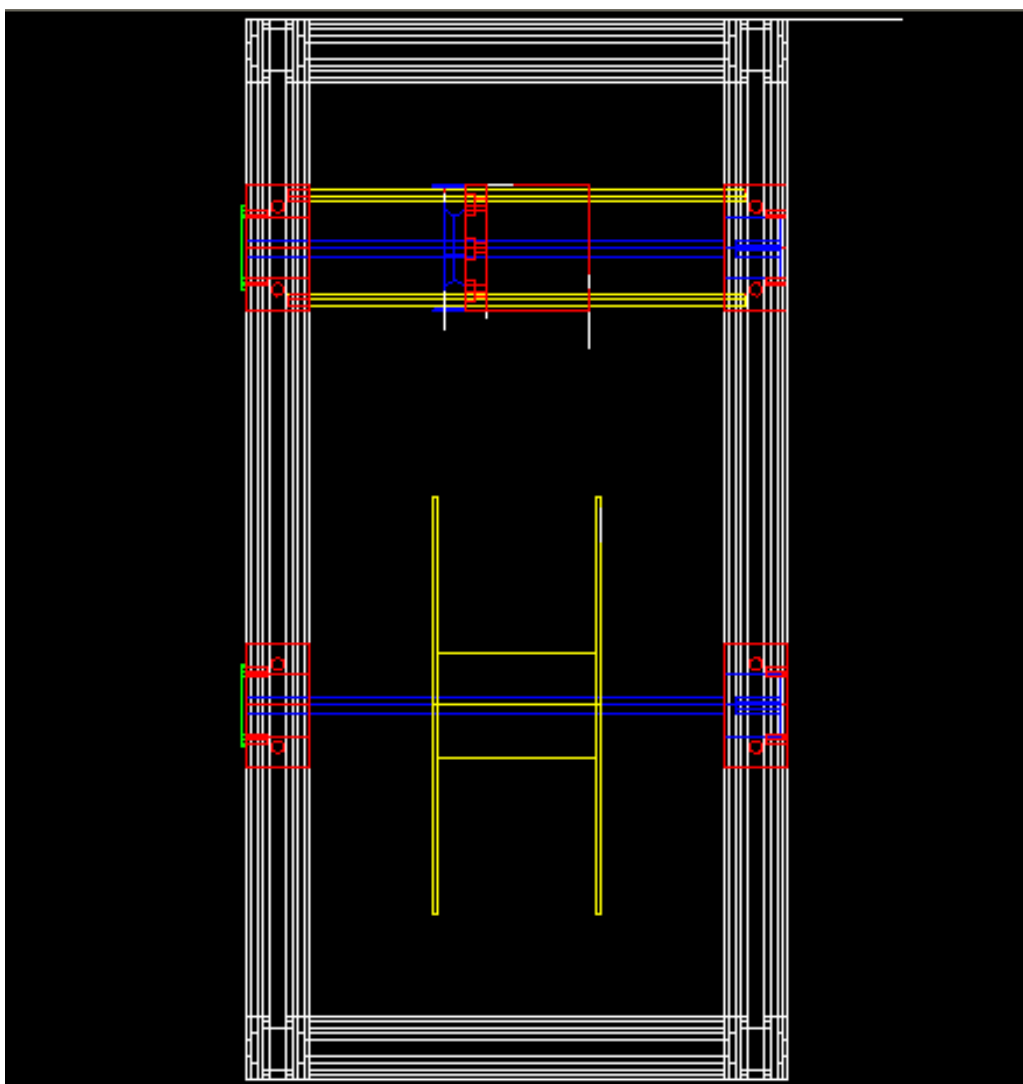
Arxiu disc memòria: D:\DIBUIX\ESTRUCUTRA.dwg





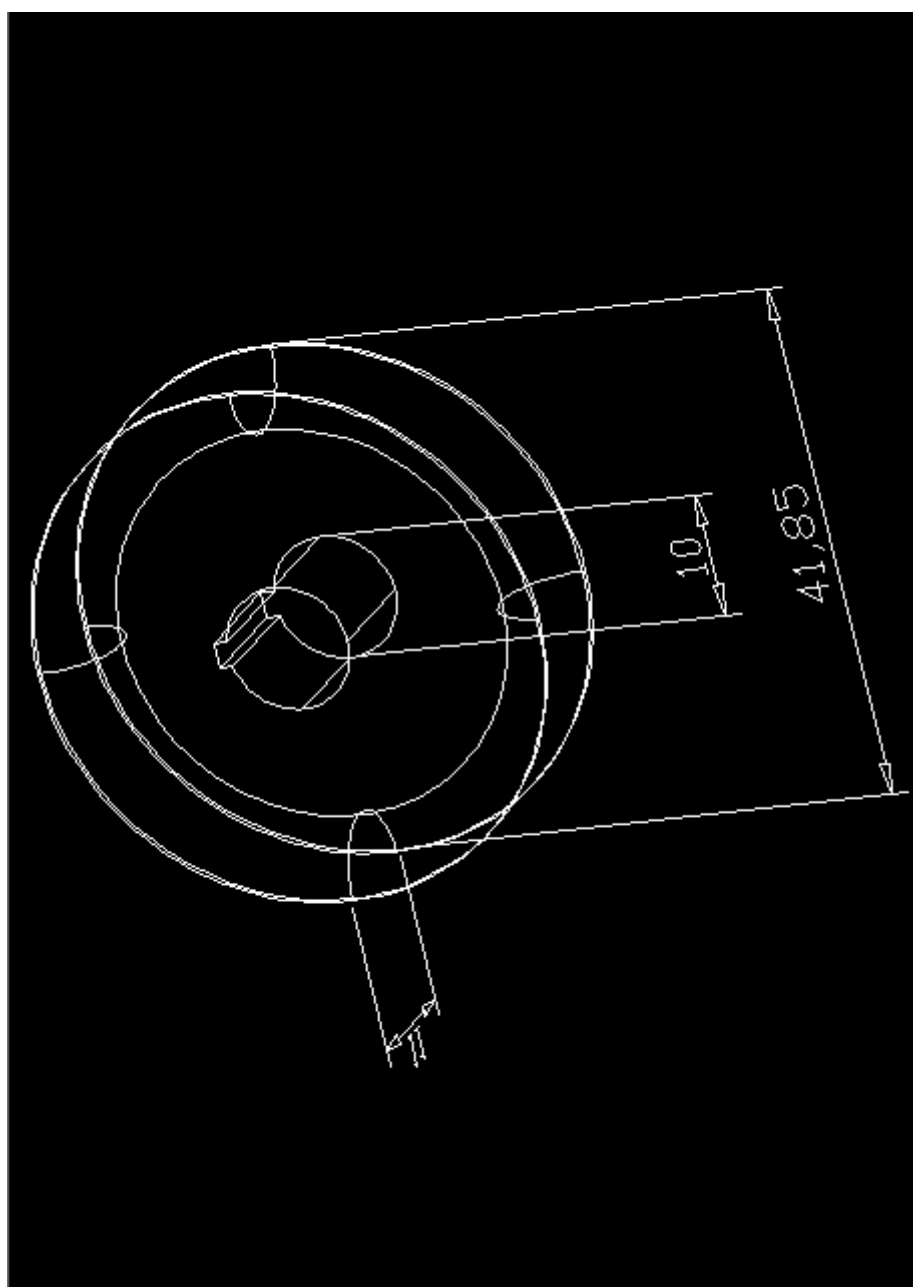


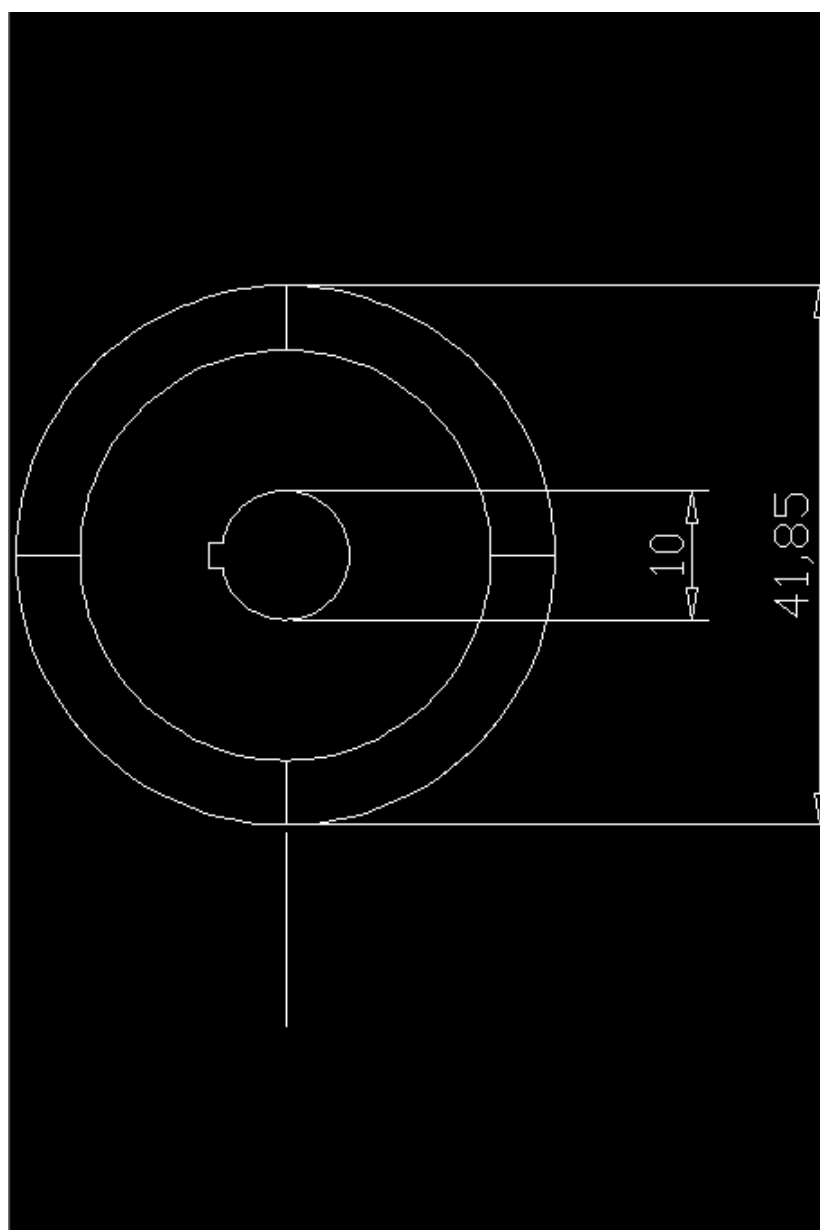


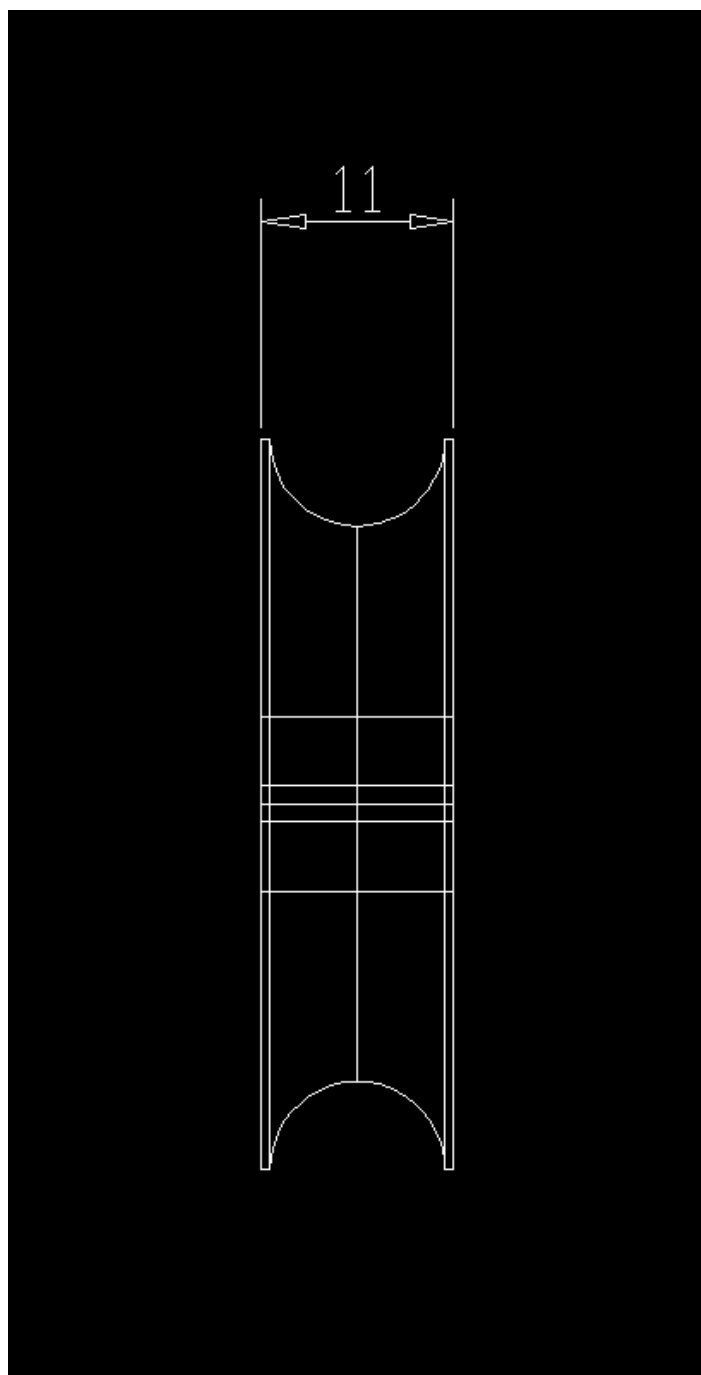


Dibuix del disseny mecànic de la politja que suporta l'encoder.

Arxiu disc memòria: D:\DIBUIX\POLITJA\_ENCODER.dwg









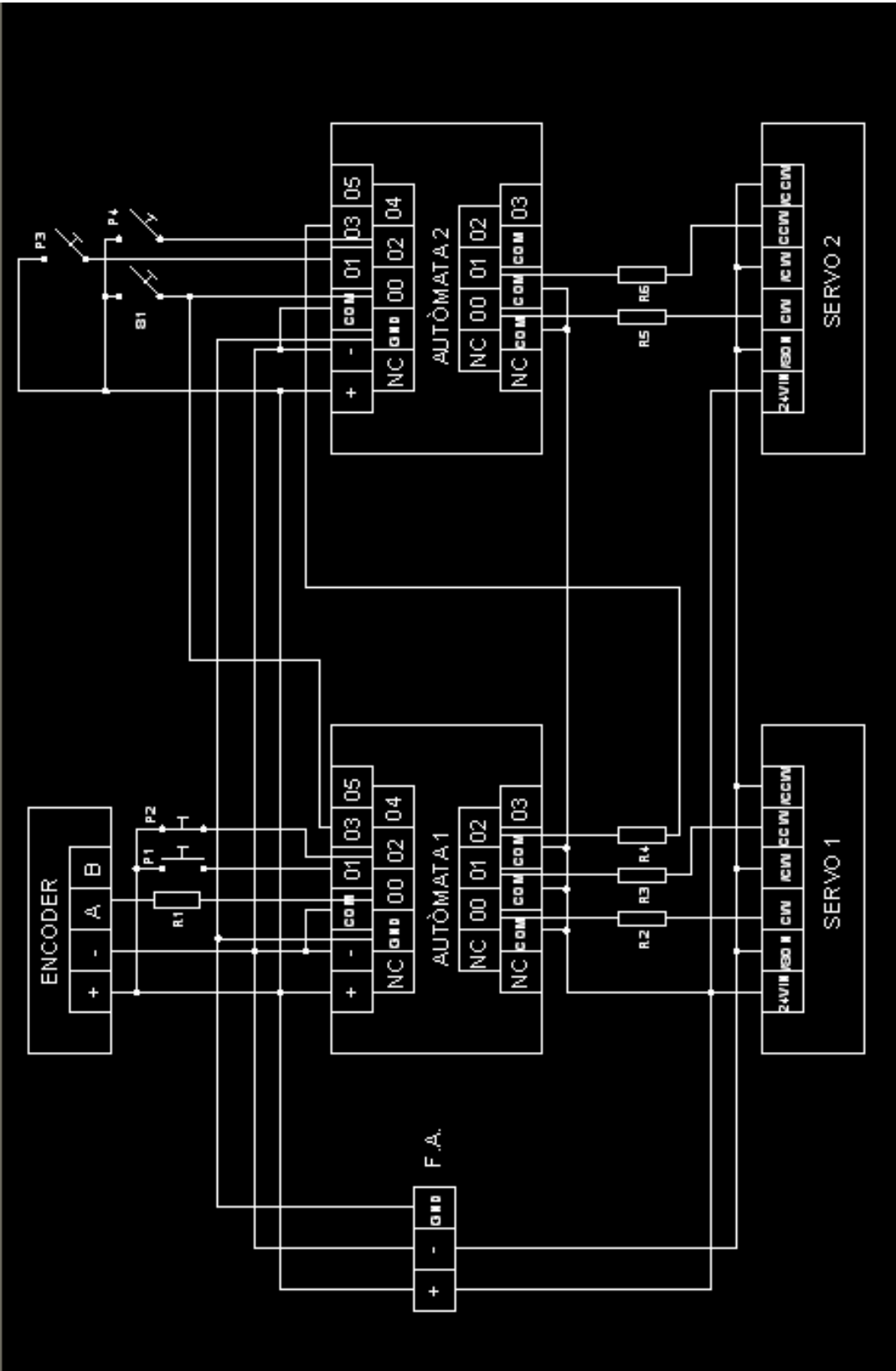
### **7.3. Esquema elèctric (Annex 3)**

Esquema de les connexions elèctriques dels dispositius.

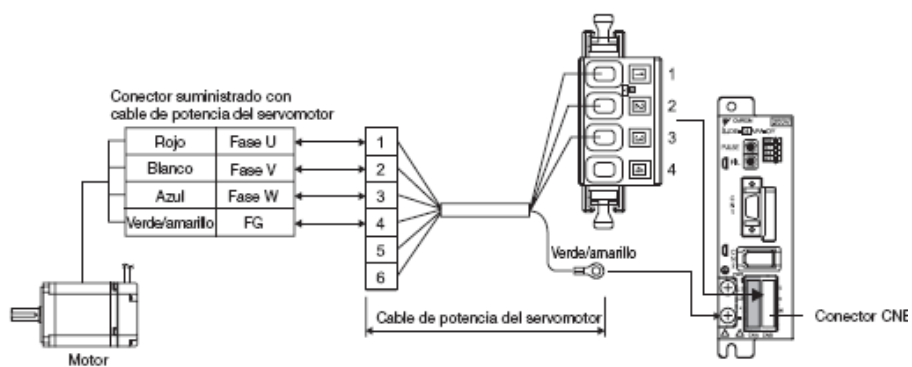
Arxiu disc memòria: D:\DIBUIX\ESQUEMA\_CONNEXIONS.dwg

Nomenclatura:

ENCODER	: Hohner ref. 21211
AUTÒMATA1	: Omron CP1L-L10DT1-D
AUTÒMATA1	: Omron CP1L-L10DT1-D
SERVO1	: Omron SJME-01AMC41-OY
SERVO2	: Omron SJME-01AMC41-OY
F.A.	: Font d'alimentació Telemcanique ABL1REM24025
R1	: Resistència 1k
R2	: Resistència 2K2
R3	: Resistència 2K2
R4	: Resistència 2K2
R5	: Resistència 2K2
R6	: Resistència 2K2
P1	: Polsador marxa
P2	: Polsador parada
P3	: Polsador dreta
P4	: Polsador esquerra
S1	: Selector P. manual / Automàtic



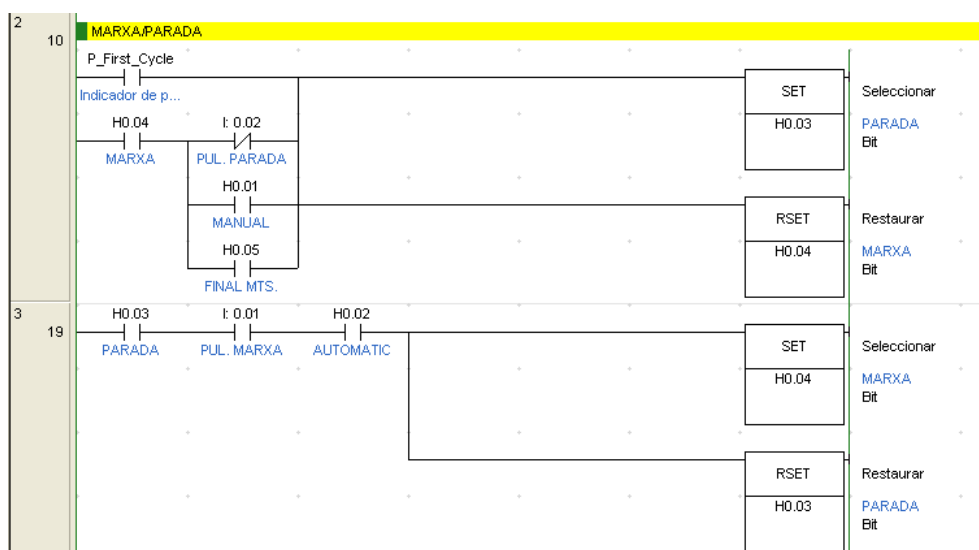
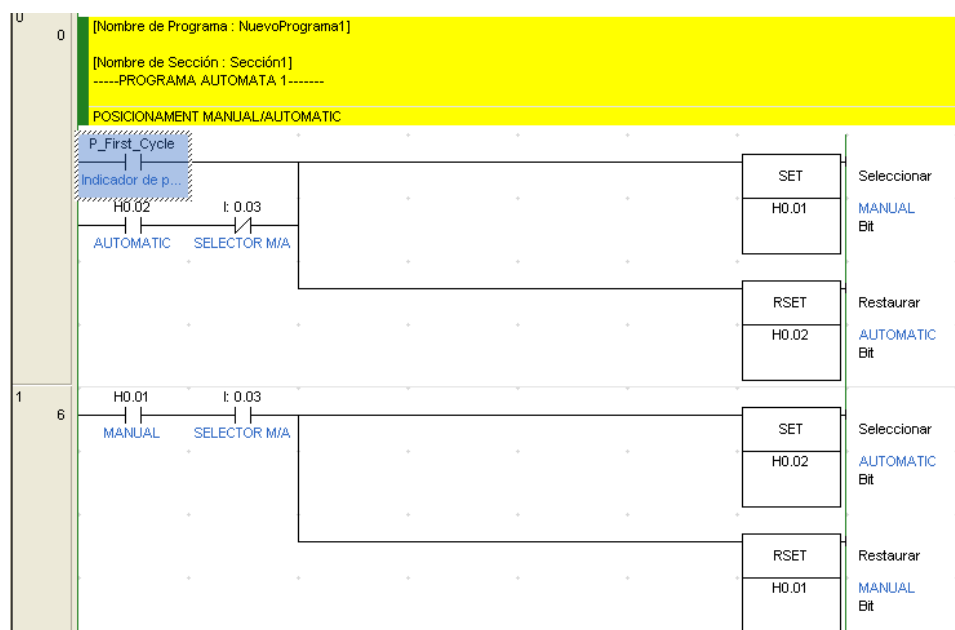
Connexionat del servomotor al motor:

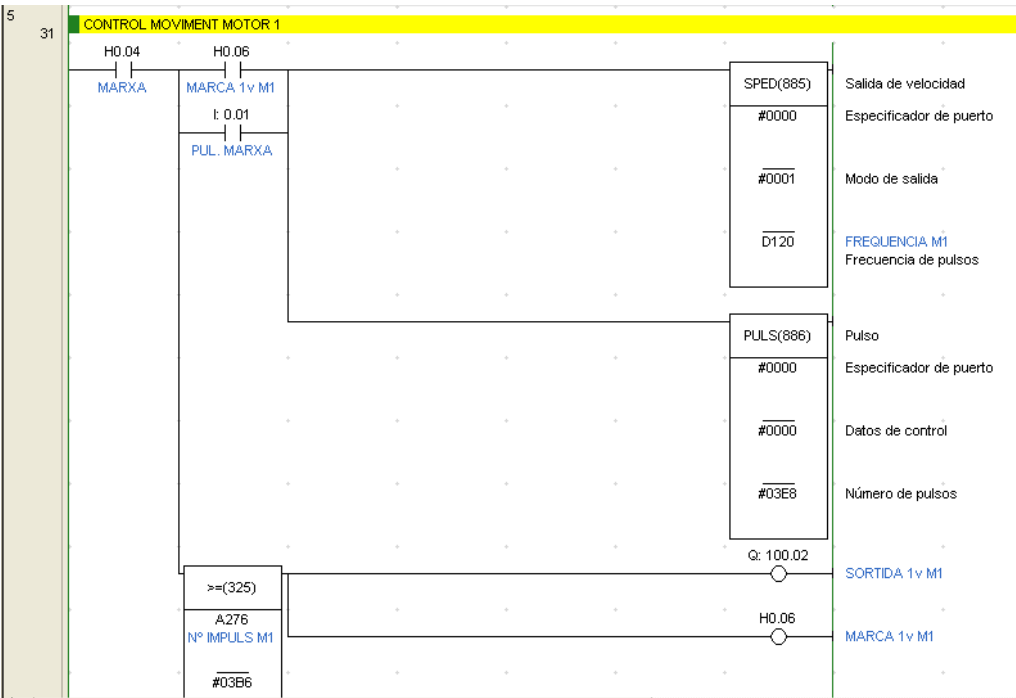
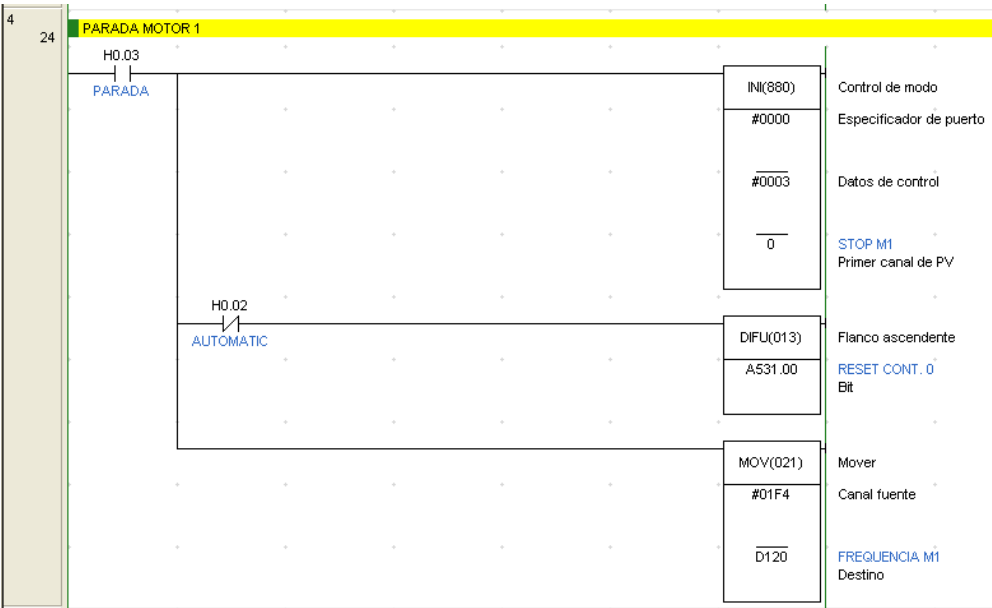


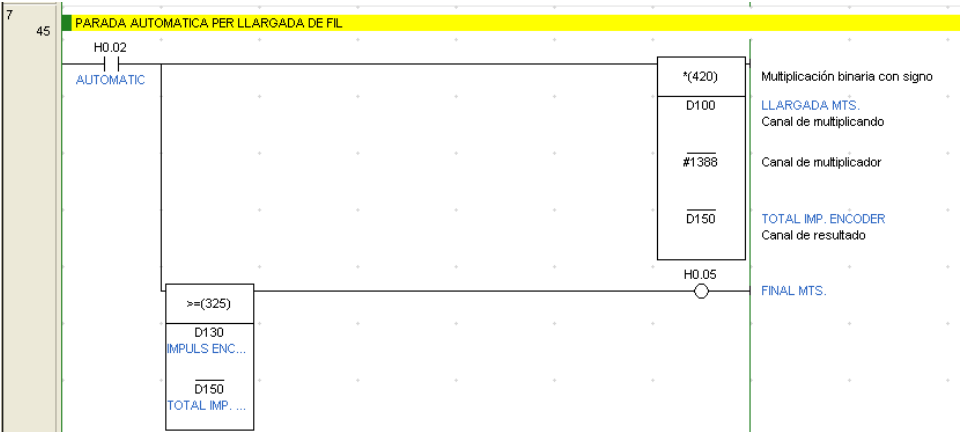
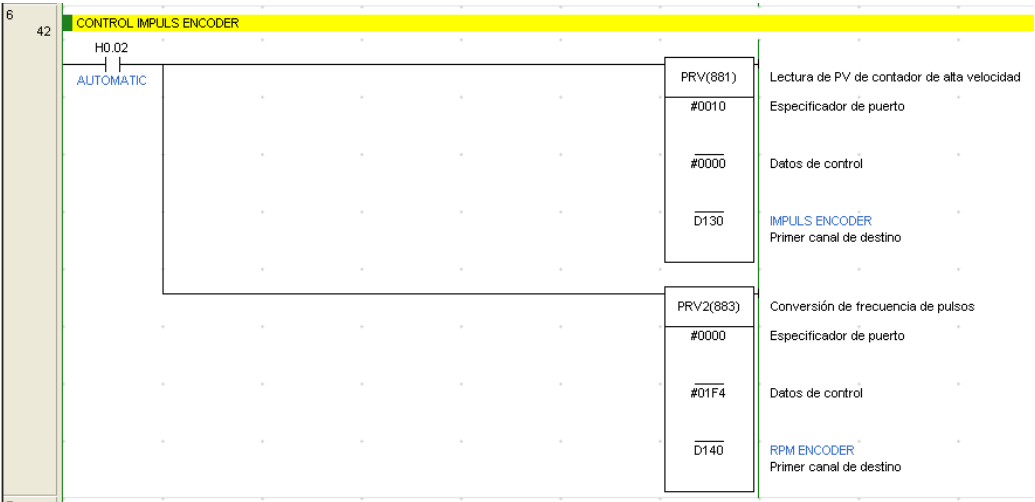
## 7.4. Programes autòmats (Annex 4)

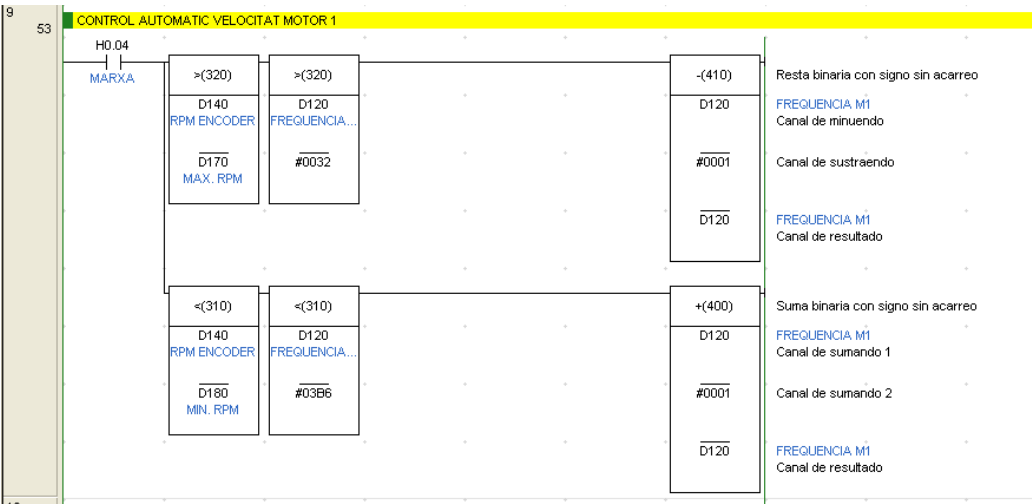
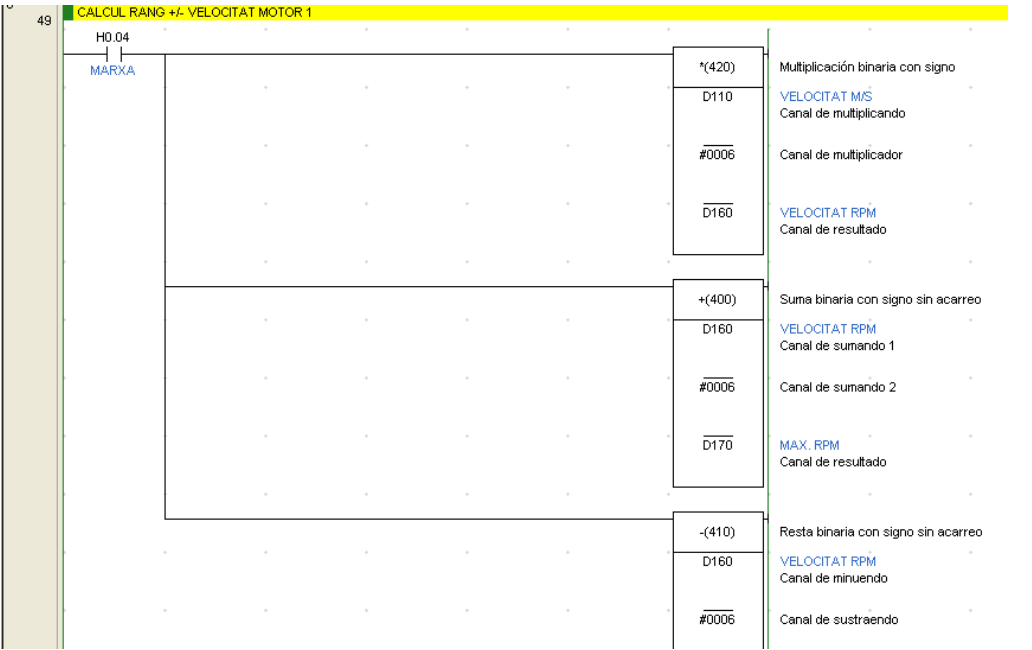
Programa software de l'autòmat 1:

Arxiu disc memòria: D:\PROGRAMA\AUTOMATA1.cxp



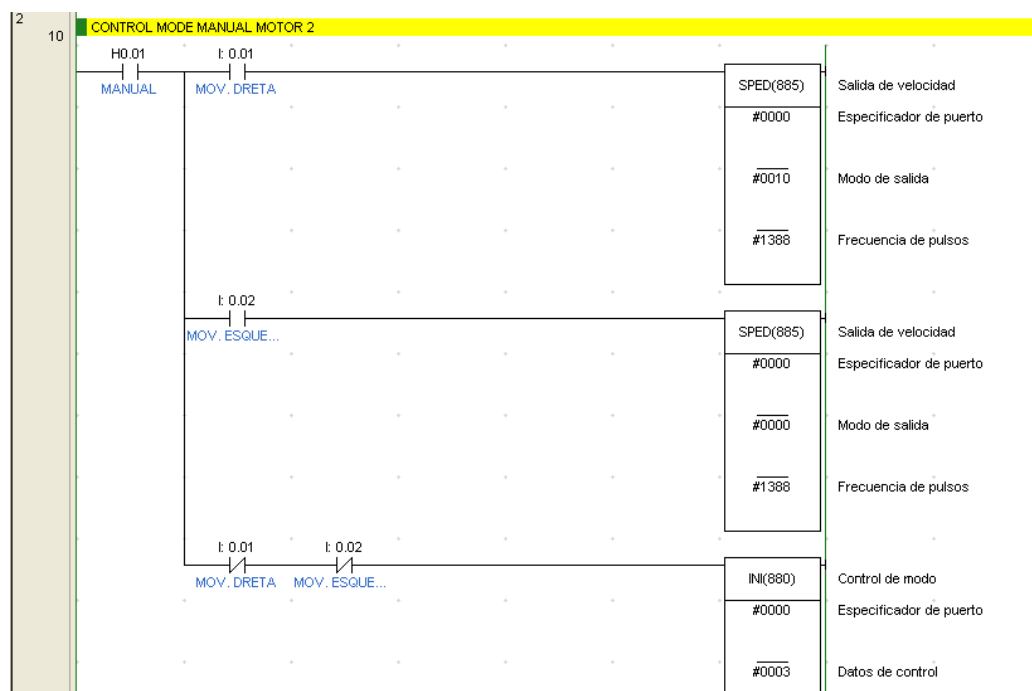
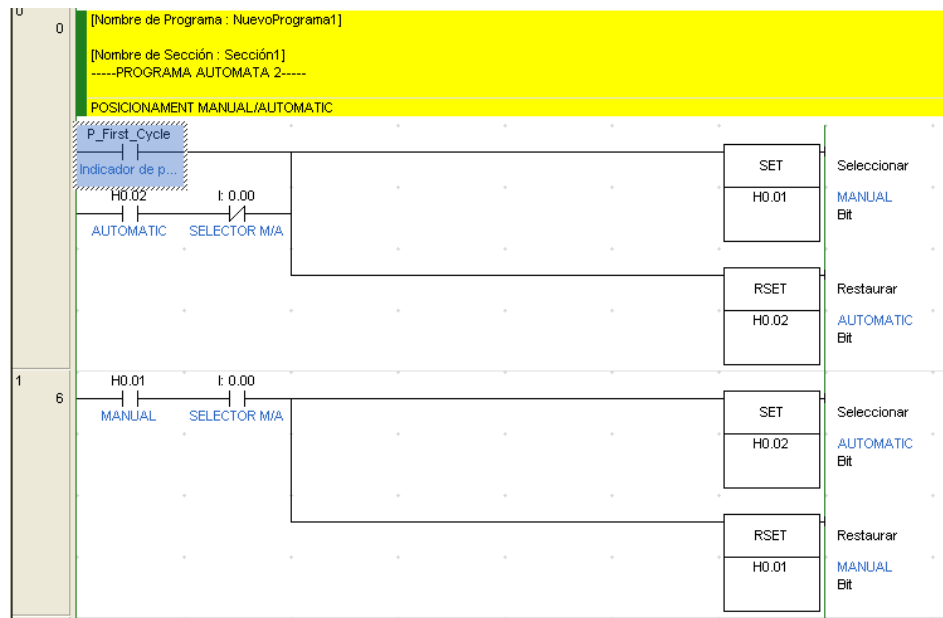




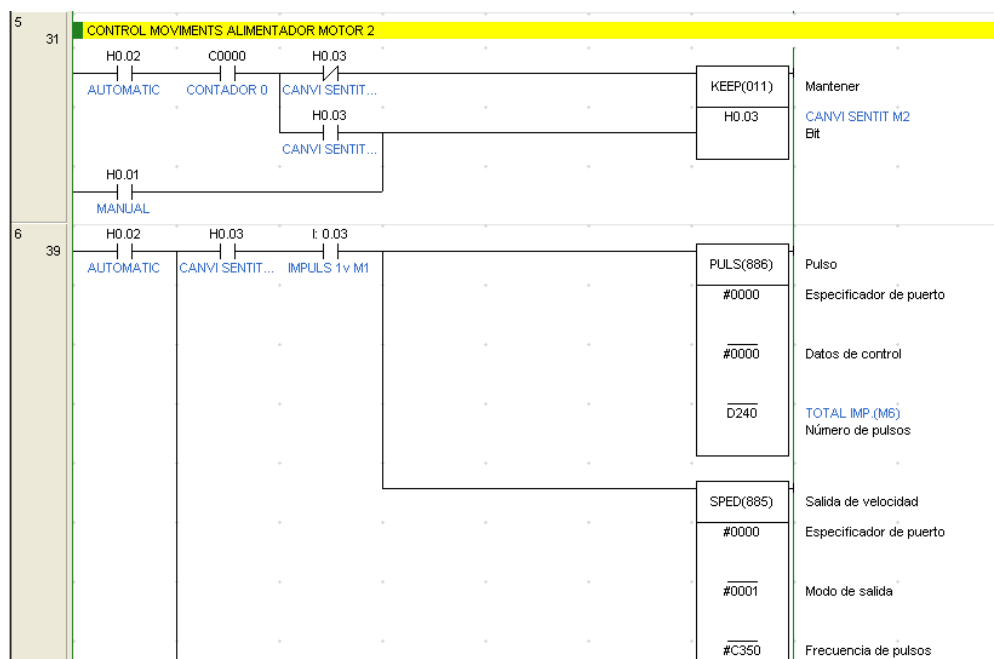
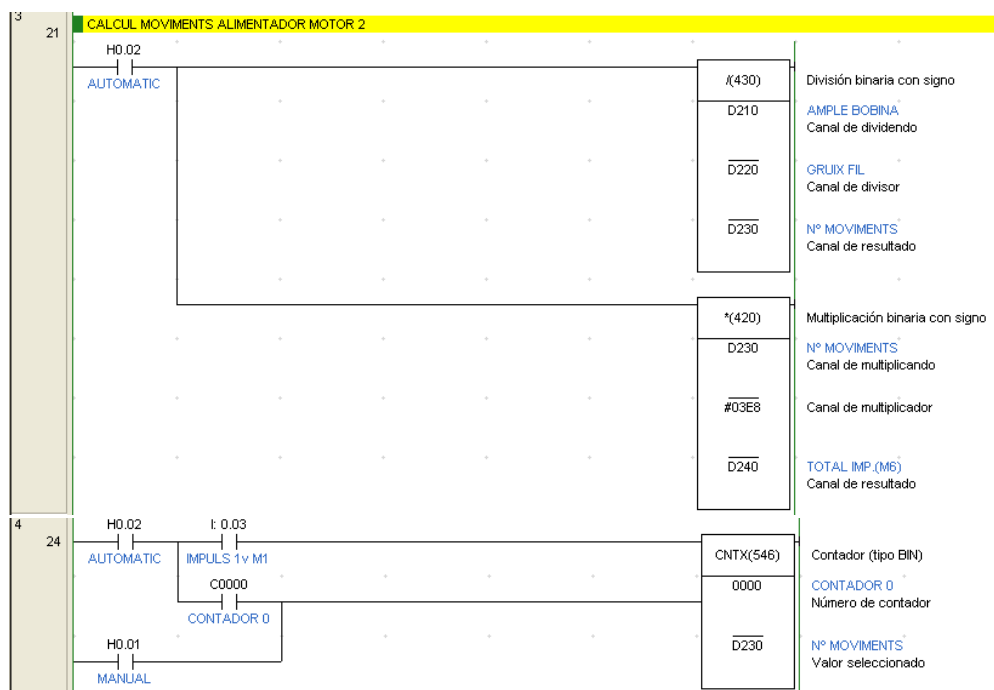


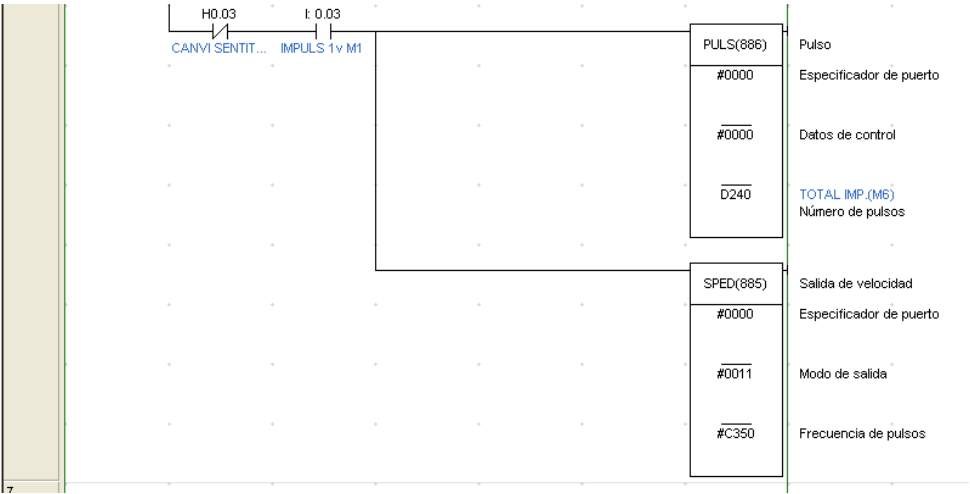
Programa software de l'autòmat 2:

Arxiu disc memòria: D:\PROGRAMA\AUTOMATA2.cxp









**7.5. Pressupost (Annex 5)**

S'adjunta el pressupost amb PVP (Preus venta públic) dels elements elèctrics i electrònics que formen tot el conjunt d'automatització de la bobinadora automàtica, així com els seus accionaments degudament cablejats, a falta de valorar la mecanització de tots els elements mecànics i la mà d'obra necessària.

PRESSUPOST			
2	Kit Omron CP1L-L10+JUNMA+Software	685,30	<b>1.370,60</b>
1	Encoder Hohner ref. 21211	101,13	<b>101,13</b>
1	Font alimentació Telemecanique ABL1REM2405	86,90	<b>86,90</b>
1	Magnetotermic Merlin Gerin C60N 2P 6A ref.24335	51,47	<b>51,47</b>
1	mts. Canal Unex 30.30.77	2,96	<b>2,96</b>
0,5	mts. Guia DIN perforada	3,23	<b>1,62</b>
20	mts. Cable conductor 1x0,50 H07V-K	0,21	<b>4,16</b>
1	Caixa Himel CI137	13,74	<b>13,74</b>
1	Selector Telemecanique 0-1 ZB4BD2+ZB4BZ101	17,03	<b>17,03</b>
1	Selector Telemecanique 0-1 amb retorn ZB4BD5+ZB4BZ103	25,06	<b>25,06</b>
1	Pulsador marxa GIVI NA	1,42	<b>1,42</b>
1	Pulsador parada GIVI NC	1,77	<b>1,77</b>
3	Bornes Weidmuller ZDU 2,5mm	0,85	<b>2,55</b>
1	Varis accessoris per realitzar el muntatge	10,00	<b>10,00</b>
<b>TOTAL (€PVP)</b>			<b>1.690,41</b>

El pressupost total és de 1.690,41€.