

## Treball final de grau

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

**Títol:**  
Integració del control vectorial en sistemes d'automatització  
Omron.

**Document:** 1. Memòria

**Alumne:** Aitor Romero Crespo

**Tutor:** Miquel Rustullet Reñe  
**Departament:** EEIA  
**Àrea:** Enginyeria Electrónica

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

**ÍNDIX**

1	Introducció .....	2
1.1	Antecedents .....	2
1.2	Objecte .....	2
1.3	Abast.....	3
2	La Rebobinadora .....	4
3	El desbobinador.....	6
4	El control de tensió .....	8
5	Sistema de control.....	9
6	Instal·lació elèctrica .....	12
7	Selecció dels dispositius .....	13
7.1	Conjunt equip de control .....	13
7.1.1	Filtre estabilitzador .....	14
7.1.2	Equip de potència A1000 .....	15
7.1.3	Carta d'Encoder .....	16
7.1.4	Resistència de frenada.....	16
7.1.5	Router Ewon .....	17
7.1.6	PLC.....	31
7.1.7	Regulador de pressió .....	35
8	Programació .....	36
8.1	Estructura general.....	36
9	Resum del pressupost .....	42
10	Conclusions .....	43
11	Relació de documents .....	44
12	Bibliografia.....	45
13	Glossari .....	46
A.	Programa.....	47

## **1 Introducció**

### **1.1 Antecedents**

El món industrial està en continua evolució, en concret el món de la flexografia i acabats de les bobines de diferents materials. Cada vegada aquest sector necessita més precisió, control i velocitat per ser més competitiva.

Si sumem els factors esmentats i la continua evolució dels elements tecnològics que permeten regular i accionar la màquina, fan que el servei tècnic hagi d'estar contínuament renovant i adaptant les noves tecnologies a les màquines ja existents amb tecnologies ja obsoletes.

En una màquina per a tallar bobines hi ha implantat un sistema de control vectorial de motors el qual ha quedat obsolet.

Per anticipar el servei tècnic a les demandes i exigències del mercat, ja sigui per avaries o millores en el procés productiu, aquesta tecnologia s'ha de renovar, per una de actual.

### **1.2 Objecte**

La màquina que tractarem en concret serà una rebobinadora de tall rotatiu, haurem d'actualitzar tot el sistema de control vectorial dels diversos motors que componen la màquina, ja que evitarem tenir problemes d'instal·lació i regulació en el moment concret que la producció exigeixi un canvi de controlador.

S'estudiaran i s'implementaran els nous elements en una rebobinadora per tal de tenir tot el procés, modificacions i possibles defectes controlats per possibles intervencions que segurament no trigarà a demanar el món industrial.

### **1.3 Abast**

Primerament, es vol fer el canvi dels controladors vectorials Omron en un sistema d'automatització i control Omron, per els nous controladors Yaskawa, ja que els controladors Omron han quedat obsolets per el sistema utilitzat en rebobinadores. Aquesta implementació requereix de modificacions del nou hardware de la màquina, nova programació del software, reajustar la regulació de la rebobinadora, adaptar la

màquina físicament als nous elements i lligar tot el procés sense problemes de comunicació.

D'altra banda es duran a terme les proves pertinents, exigint al nou sistema muntat un funcionament totalment fiable. Tanmateix, haurem de fer els protocols d'actuació a casa el client, esquemes i les conseqüents conclusions extretes durant el projecte d'implementació.

## 2 La Rebobinadora

Per tal de poder aprofundir en l'aspecte principal d'aquest projecte, abans hem de fer una breu explicació del funcionament d'una màquina convertidora d'envàs flexible.

La talladora, té l'objectiu de transformar una bobina mare a bobines de mesures personalitzades per poder dur a terme diferents acabats d'envàs flexible. Per aconseguir aquest acabat, hem de desbobinar, tallar i rebobinar, per tant dividim la màquina en tres parts.



Figura 1. Bobina mare sense tallar



Figura 2. Bobines tallades

Seguint el camí que fa el material des de la bobina mare, primerament trobarem el desbobinador, encarregat de desenrollar el material de la bobina principal.

Un cop el material ha agafat tensió, trobem el cos de tall, on, per part de la demanda del client l'operari que controla la màquina ajustarà la distància de les eines que tallen per transformar l'amplada uniforme de la bobina mare a altres bobines més petites. Molt important comentar que en aquest punt on tallem, gràcies a un pisor, s'aïlla la tensió del material que tenim entre el desbobinador i el cos de tall i per altre banda, la tensió que tenim entre el cos de tall i el rebobinador. Així sempre tenim una entrada del material i sortida sense arrugues, la qual cosa ens facilita un acabat òptim de producció.

Per finalitzar el recorregut de la làmina de material, trobem el rebobinador. Un cop el material ha estat tallat, es bobina en bobines de diàmetre desitjat per el destinatari final.

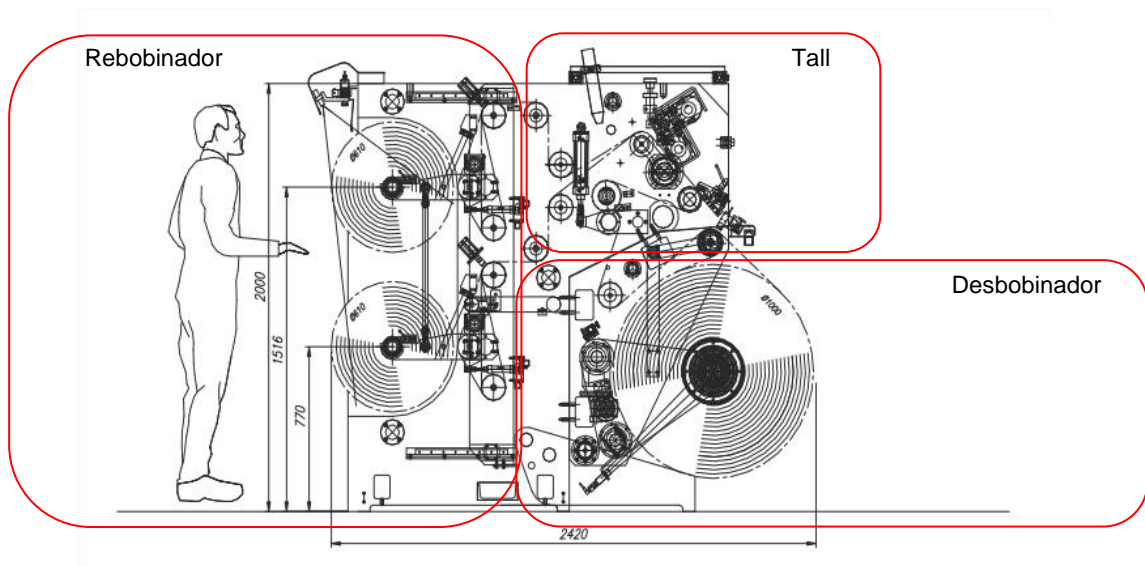


Figura 3. Esquema de la màquina rebobinadora

### 3 El desbobinador

El desbobinador utilitzat en aquesta màquina, és el que denominem desbobinador shaftless, ja que el seu objectiu és utilitzar com a eix, el propi mandrí de la bobina mare que volem treballar. La principal avantatge de treballar amb aquest tipus de desbobinador rau en la seva rapidesa de canvi de bobina mare, ja que no tenim cap eix mecànic que interfereixi entre bobina i màquina, disminuint considerablement el canvi de bobina mare.



Figura 4. Vista frontal desbobinador shaftless

El mandrí sol ser de plàstic, metall o cartró, el més comú és trobar-lo de cartró, ja que sol ser el més econòmic.



Figura 5. Exemples de mandrí

El desbobinador que tenim a màquina treballa sense motor, és a dir, va controlat amb un fre magnètic. Aquest concepte és utilitzat per controlar la tensió en màquines que no tenen un control de tensió de material a través de l'anomenat ballarí, el qual permet tenir un feedback de tensió mitjançant un sensor inductiu. En el nostre cas el fre s'activarà més o menys en funció d'un càlcul teòric explicat més endavant.

La velocitat del desbobinador vindrà condicionada a partir de la tensió escollida per l'operari segons les necessitats del material, ja que podem tenir materials més elàstics o més rígids, de la velocitat lineal de màquina i del diàmetre de la bobina.

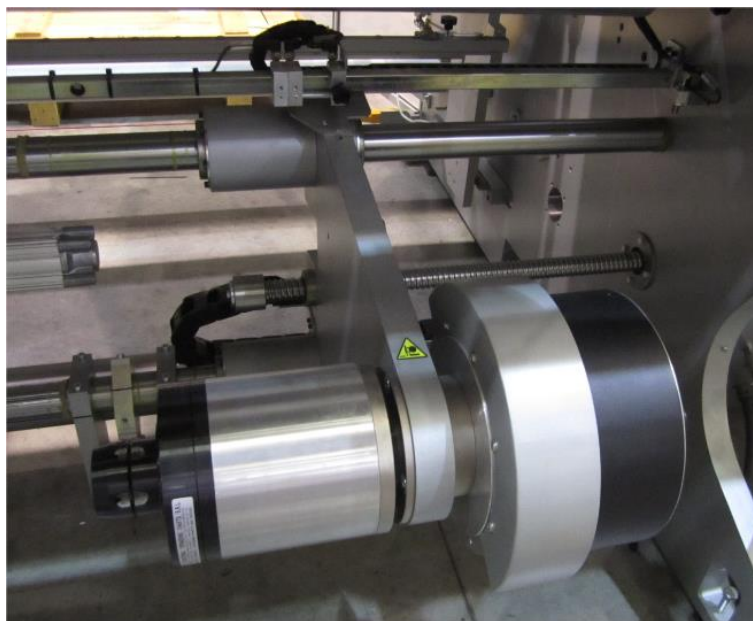


Figura 6. Fre magnètic del desbobinador

En el cas que tractem en el nostre projecte, l'obsolescència dels variadors no afectaran directament al desbobinador al no dependre de motor, cosa que no vol dir que no el tinguem en compte, ja que, la senyal analògica que controla aquest fre, l'hauem d'enviar a través de variador, més endavant veurem qui envia la consigna de frenat.

## 4 El control de tensió

El control de tensió de banda per a bobines, des del mandrí fins el diàmetre màxim de la pròpia bobina és fonamental per aconseguir bobines amb bona qualitat de tall. Això seria impossible sense un control de tensió ben aplicat al material. El passat de material sempre ha de estar en tracció en tota la màquina.

Per aconseguir aquesta tracció utilitzarem un motor màquina, aquest motor és el principal, és a dir, el motor "master" el qual seguirà el motor rebobinador i l'accionament del desbobinador. Per aconseguir un control de tensió sense llaç tancat en aquesta màquina, utilitzem un càlcul teòric explicat més endavant.

El control de tensió a la màquina el dividim en dos parts, del desbobinador fins el motor màquina, on aquí la tensió s'aconseguirà gràcies a la tracció del motor màquina i la resistència que efectua el desbobinador amb el seu fre magnètic comentat abans. I per altre banda tenim la part de tensió des del motor màquina fins el rebobinador, en aquest cas el rebobinador ens estira el material, per poder corregir la diferència de velocitat entre motor màquina i rebobinador, els eixos rebobinadors tenen una sobre velocitat respecte velocitat de màquina, ja que la tensió al rebobinador va controlada per fricció, amb uns eixos expansibles segons la necessitat que ens marqui l'operari en funció de les necessitats del material.

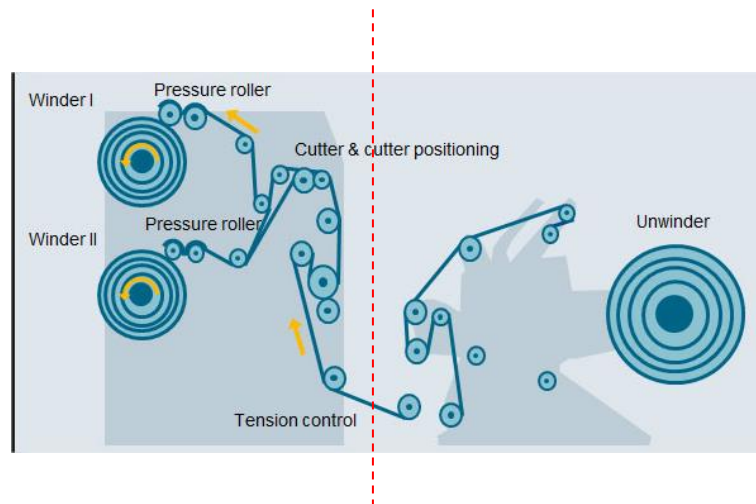


Figura 7. Circuit del material dintre la màquina

## 5 Sistema de control

Per poder dur a terme el control d'aquesta talladora, l'operari ha d'entrar mínimament dos valors de consigna obligatoris per poder executar un treball: la velocitat lineal de màquina i la tensió de banda que ha d'adquirir el material el qual volem treballar.

Per dur a terme els càlculs teòrics que ens permeten obtenir la freqüència de sortida des variadors, hem de saber que el motor màquina o arrastre sempre va a velocitat de consigna, per tant es el que determina la velocitat principal, el motor rebobinador tindrà una sobrevelocitat aprox de uns 15m/min més per crear la fricció de més que ens permet obtenir la tensió de banda desitjada al material.

Per a que aquesta talladora i més concretament el motor màquina vagi a velocitat de consigna l'efectuem segons un càlcul teòric, on tenim un feedback (llaç tancat) que ens permet saber si el motor va a velocitat, per el que fa al càlcul teòric que ens donarà els Hz que ha de treballar el motor en funció del SP de velocitat escollit per l'usuari, el podem extreure de la recta de la pendent que efectua la gràfica de la velocitat demanada.

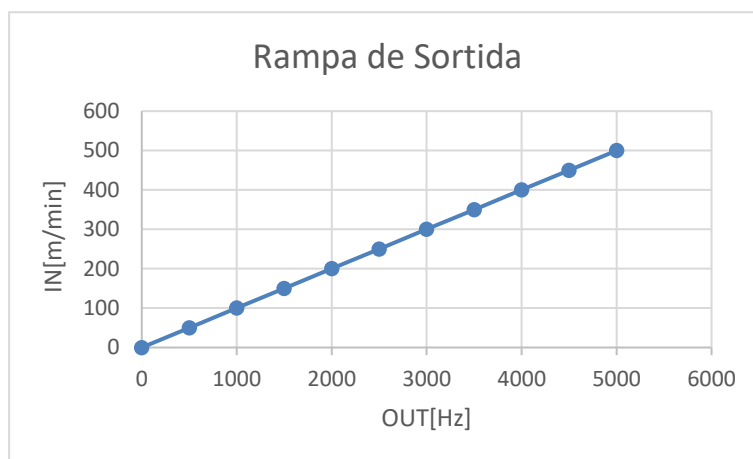


Figura 8. Relació velocitat/Herzs de sortida

Funció lineal:

$$\text{Out} = \text{In} * m + n \quad (\text{Eq. 1})$$

Pendent de la recta:

$$m = \frac{\text{Outmax} - \text{Outmin}}{\text{Inmax} - \text{Inmin}} \quad (\text{Eq. 2})$$

Ordenada a l'origen:

$$n = \text{Outmax} - (\text{Inmax} * m) \quad (\text{Eq. 3})$$

Un cop sabem les equacions del motor màquina, mostrarem les equacions del motor rebobinador, el qual es guiarà a part del SP de velocitat, per el valor de diàmetre de la bobina que va creixent en el seu propi eix. No és mateix tenir una bobina de 1000mm, que una bobina de 100mm, en el sentit que la inèrcia variarà considerablement. La inèrcia és una variable que afecta d'una manera important al procés de variació de la velocitat, és a dir, accelerar o frenar una càrrega amb molta o poca inèrcia és totalment diferent.

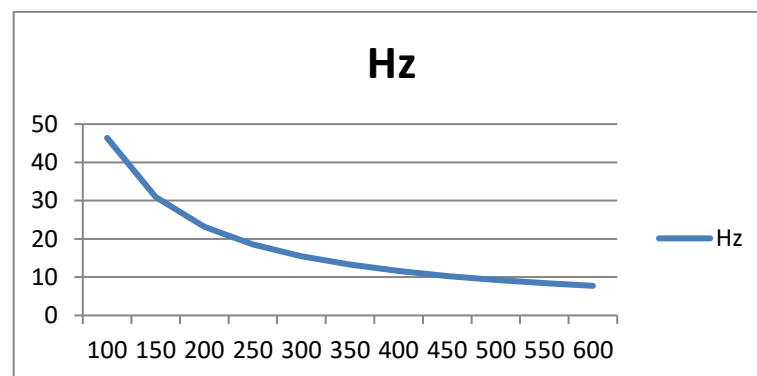


Figura 9. Relació velocitat/Hertz de sortida

Càlcul sortida en Hertz:

$$\text{Out} = \frac{(\text{SPspeed} + w20) * \text{ctt}}{\frac{\text{Diametre}}{100}} \quad (\text{Eq. 4})$$

On el SPspeed és la velocitat escollida per l'operador de màquina, w20 és la sobrevelocitat que es suma a la velocitat de consigna escollida, diàmetre ens el dona la pròpia màquina segons la bobina va augmentant i ctt és la constant que tenim per donar més guany al sistema.

Per el que fa a la tensió de banda, per poder dur a terme aquesta tenso, utilitzarem una vàlvula proporcional que ens anirà inflant o desinflant l'eix del rebobinador en mesura de les diferents variables que intervenen el càlcul. Apliquem el mateix concepte que la Eq. 1, on aprofitant la funció lineal de la recta podem saber quina pressió caldrà depenent del SP de tensió escollit, el diàmetre i l'amplada.

Calculem la pressió en Bar que caldrà posar dintre l'eix per assolir la tensió. Les constants que veurem són trobades a partir d'una regressió lineal feta en el seu dia per un assaig real per saber quina recta assolien els eixos els quals porta la màquina.

$$P = \frac{(0.36877 * \text{SPTir} * \text{Diametre}) + 55.79}{\text{Ample}} \quad (\text{Eq. 5})$$

Escalem la pressió al 100%, on la màxima és 6 bars per limitacions físiques de l'alimentació general:

$$P_{\text{max}} = \frac{P_{\text{max}} * 16384}{6\text{bar}} \quad (\text{Eq. 6})$$

Sortida analògica en volts per enviar a la vàlvula proporcional que treballa dintre del rang 0-10V

$$V = \frac{P_{\text{max}} * 10}{16384} \quad (\text{Eq. 7})$$

## 6 Instal·lació elèctrica

La línia de tensió de 400V trifàsica a una freqüència de 50Hz, la subministrarà la companyia elèctrica que tingui contractada el client. El conductor de protecció PE vindrà donat per el que estigui instal·lat en la nau industrial.

La línia d'alimentació de la màquina ha d'estar protegida contra contactes indirectes (protecció diferencial) també el relé diferencial de l'interruptor automàtic té que estar protegit contra corrents armòniques de la xarxa segons norma IEC/EB61000-4. Aquest relés diferencial té que ser regulable en intensitat entre 0.03mA i 3A (per defecte deixar ajustat a 300mA) i també temporització regulable de 0 a 1 segons.

La resistència de terra de la instal·lació no ha de ser superior a 2 ohms.

La connexió utilitzada serà TT per evitar el risc d'incidències en dispositius electrònics.

La següent taula ens mostra les característiques de la línia d'alimentació general de màquina.

Instal·lació elèctrica		
Tensió de treball:	400	V
Freqüència:	50	Hz
Factor Potència ( $\cos(\varphi)$ ):	0,95	
Tensió maniobra	230/24	V
Potència nominal	20	KW
Secció del cable:	3x25	mm <sup>2</sup> + PE
Intensitat estimada MAXIMA	32	A

Taula 1. Característiques principals alimentació rebobinadora

## 7 Selecció dels dispositius

Els dispositius descrits en els següents subapartats són els que utilitzarem, modificarem o intervindran en el procés per dur a terme la modificació que porta per títol aquest projecte.

### 7.1 Conjunt equip de control

Ja que actuarem sobre una màquina ja treballant i produint i la intervenció para per complert la màquina, aprofitem i canviem el fre electromagnètic que actua sobre el desbobinador i la seva carta de control, d'aquesta manera actualitzem un punt obsolet de la màquina.

▼ TECHNICAL DATA						
	B.121	B.351	B.651	B.1201	B.1701	B.2500
Torque	12 Nm	35 Nm	65 Nm	120 Nm	170 Nm	250 Nm
Residual torque	0.06 Nm	0.2 Nm	0.4 Nm	0.5 Nm	0.5 Nm	3 Nm
Current	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	0.94 A
Resistance	24 Ohm	24 Ohm	24 Ohm	24 Ohm	24 Ohm	25.5 Ohm
Voltage	24 V	24 V	24 V	24 V	24 V	24 V
Power dissipation	80 W	130 W	170 W	330 W	450 W	500 W

Figura 10. Característiques principals del fre desbobinador

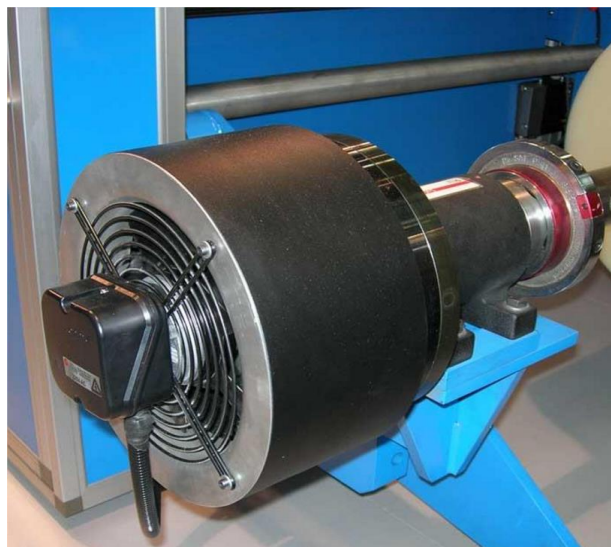


Figura 11. Fre electromagnètic muntat al desbobinador

Per poder dur a terme el control del fre des del PLC, haurem de canviar la carta de control per la nova.



Figura 12. Carta FP – 25 que controla el fre

Technical Data FP-25	
<b>Voltage supply FP.25/1</b>	24 Vdc (+- 10%)
<b>Voltage supply FP.25/2</b>	110/220 Vac - 50/60 Hz - Fuse 3,15 A/T
<b>Power</b>	30 W max
<b>Input</b>	0÷10 Vdc
<b>Output</b>	0÷2 PWM
<b>Current limiter</b>	TR1 da -50% a +50%
<b>Polarization</b>	TR2 da 0% a 100%
<b>Working temperature</b>	0÷50°C
<b>Dimensions</b>	63x120x108 mm

Taula 2. Característiques de la carta FP – 25 que controla el fre

### 7.1.1 Filtre estabilitzador

Filtre dissenyat per els inversors de corrent continu, prevenim les sobre tensions, reducció de sorolls de les corrents de fuga als coixinets interferències causades per l'alimentació principal de màquina.



Figura 13. Filtre estabilitzador

### 7.1.2 Equip de potència A1000

El variador utilitzat en aquest upgrade de màquina és el Yaskawa A1000, és un variador vectorial d'alt rendiment i flexibilitat, dissenyat amb funcions avançades per aplicacions múltiples, llarga vida útil i amigable amb el medi ambient. Són equips creats l'any 2007, podem comandar motors d'inducció o imants permanents. Les seves ventatges són l'excelent rendiment del motor, estalvi energètic, necessitat de pocs perifèrics, fàcil manteniment i silenciosos.



Figura 14. Variador Yaskawa A1000

El variador escollit presenta les següents característiques principals.

Característiques generals
Control vectorial llaç tancat
Autodiagnostic de manteniment
Regulació de parell i posició
Capacitat de sobrecarrega de 150% per minut (treball pesat) i 120% durant un minut (treball normal)
Port USB
Protocols industrials: Devicenet, Ethernet, Profibus, etc
Potències: $\frac{3}{4}$ a 175HP a 240VAC 3pH // $\frac{3}{4}$ a 1000HP a 480VAC 3pH // $\frac{3}{4}$ a 250HP a 600VAC 3pH
Parell inicial 200% a 0Hz
Control motors imant permanent
Control velocitat 1500:1

Taula 3. Característiques principals variador A1000

### 7.1.3 Carta d'Encoder

Carta d'encoder preparada per treballar conjuntament amb els variador A1000 de Yaskawa, la freqüència d'entrada màxima és de 300kHz, podem muntar encoders, Single channel (A pulse), two-channel (A,B pulse) or three-channel (A, B, Z pulse). Té un voltatge de sortida per alimentar l'encodere cocnectat entre 5.5V a 12V i una corrent de sortida màxima de 200mA. La carta l'haurem de muntar físicament dintre el variador.



Figura 15. Carta encoder PGX3 devicenet

### 7.1.4 Resistència de frenada.

Aquest element l'utilitzem per absorbir l'energia que sobra quan el motor està generant energia, en els casos que el motor no consumeix ja sigui perquè un altre motor l'està ajudant, fem dissipar aquesta energia en aquesta resistència de frenat. Transformant l'energia elèctrica en energia calorífica.



Figura 21. Resistència de frenat

### 7.1.5 Router Ewon

EL router ewon industrial VPN permet accedir a màquines i instal·lacions a través d'internet, amb aquest router els fabricants OEM i els integradors de sistemes poden intervenir a les màquines sense necessitat de desplaçar-se fins on es troba el client, resumint, es redueixen costos enormement en el suport post venda. Utilitzem una plataforma VPN anomenada ecatcher.



Figura 22. Router Ewon

Donar d'alta Ewon en Ecatcher a través del procés que es fa normalment però en el menú Gateway triar el tipus de PLC Omron.

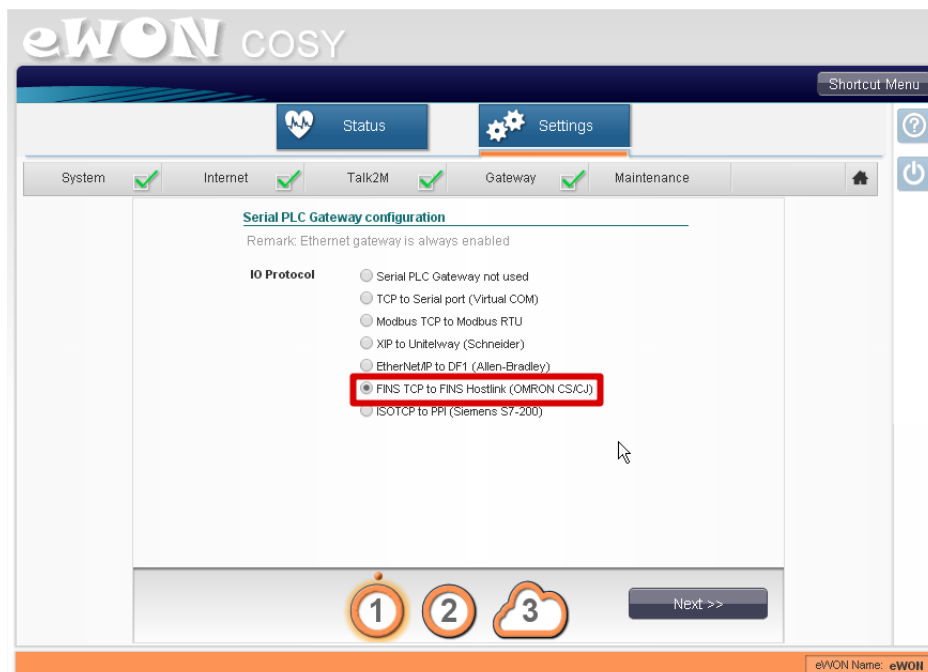


Figura 23. Configuració ecatcher on escollim el mode de connexió segons la marca de PLC

El programa ecacther que ens permet treballar a distància, ens parametrilitza la comunicació amb el PLC

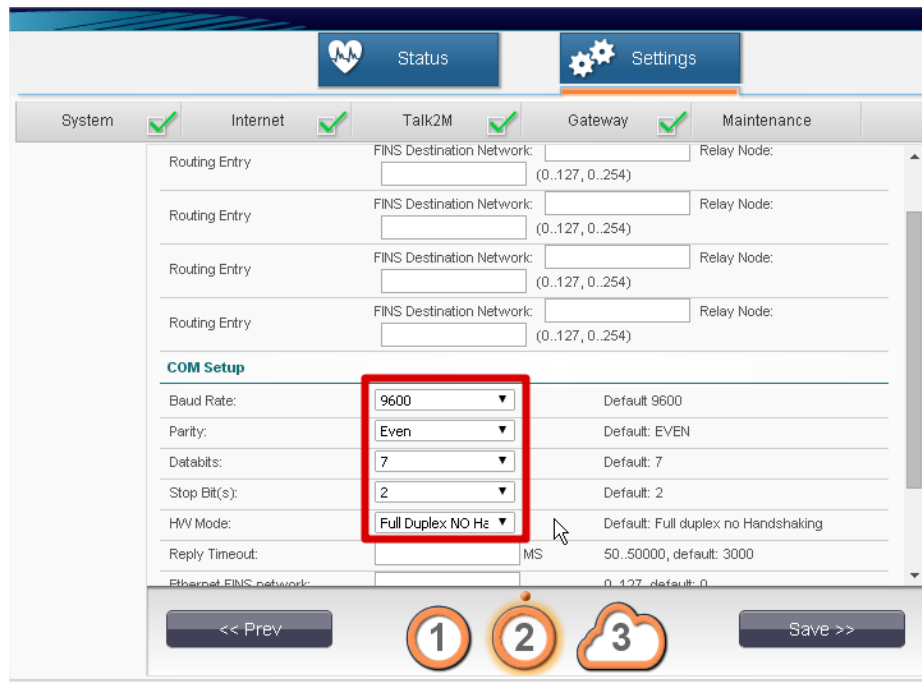


Figura 23. Configuració de les velocitats de comunicació segons el PLC

Aquesta configuració seleccionada pel port serie del Ewon és la mateixa configuració que ha d'estar configurada en el port Peripheral del PLC Omron (conector petit on es connectarà el cable CS1W-CN226) amb el protocol mode Host Link. L'altre port serie DB9 normalment estarà connectat amb una pantalla tàctil d'Omron amb un altre protocol de comunicació mode NT Link que és un protocol per pantalles.

Tots els switchos que están en el lateral Esquerra del Ewon han d'estar a OFF (cap a la dreta a prop del conector), per configurar el port de sortida serie RS-232.

A continuació configurem el port peripheral segons el protocol de comunicació amb el Ewon:

Primer s'ha de verificar com están configurats realment els ports en el PLC, això ara només es pot veure localment connectats amb el PC al port peripheral, en el nostre cas, ja que la conexió remota no funciona, per fer això ens hem de comunicar amb PLC automaticament amb Toolbus (tots els switchs del PLC a OFF, sobretot el switch 4 que afecta al peripheral).

Per canviar configuració switchos sense tensió i tornar a donar tensió perquè agafi nova configuració .

El problema que hi ha és que els dos ports es varen configurar amb el mateix protocol NT Link (1:N) quan es va enviar el programa al PLC, pel port DB9 és correcte ja que és un protocol per pantalles i aquí hi ha connectada la pantalla tàctil, però al port peripheral no hauria d'estar en aquest mode sinó que hauria d'estar en Hostlink, i no hi ha prou de canviar-ho aquí, sinó que s'ha de tornar a enviar el programa per configurar el port. A sota es veu com estaran els dos ports configurats en el mateix mode que estem dient NT link que és quan al port peripheral dóna problemas de comunicació des del PC, un cop carreguem programa des del PLC.

Per buscar el que hi ha connectat a la red en el port peripheral fem sobre el triangle per comunicar en automàtic: (això si volem carregar el projecte del PLC cap al PC)

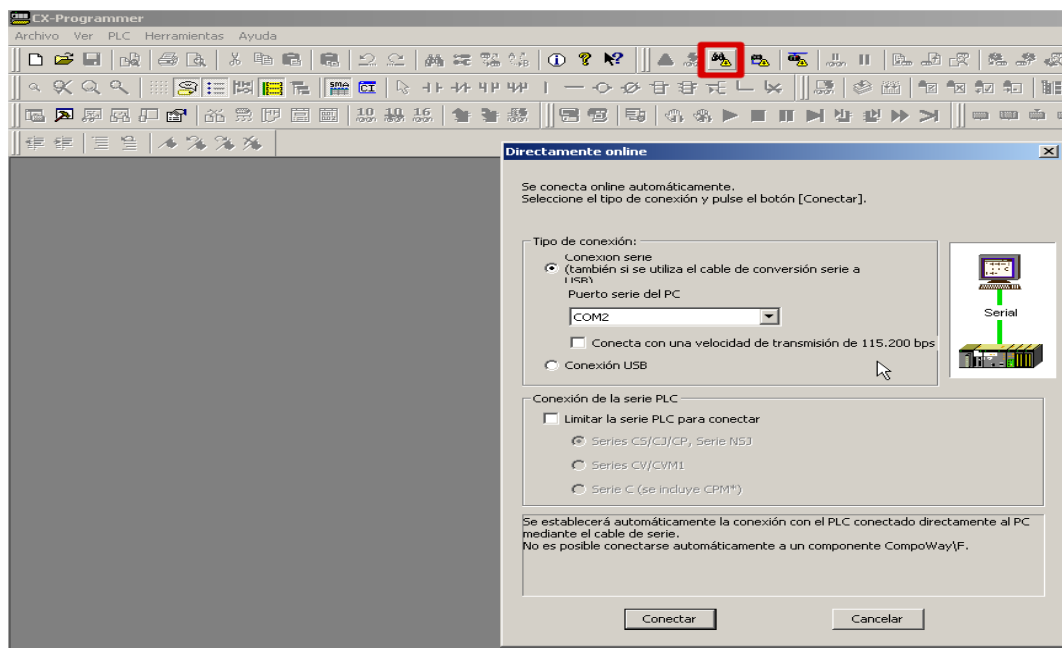


Figura 24. Parametrizar Cx programer d'Omron segons els port de comunicació que ens crea al PC

Un cop tenim el port que se'ns genera al nostre PC, procedim a descarregar el programa actual que tenim dintre el PLC cap al nostre PC.

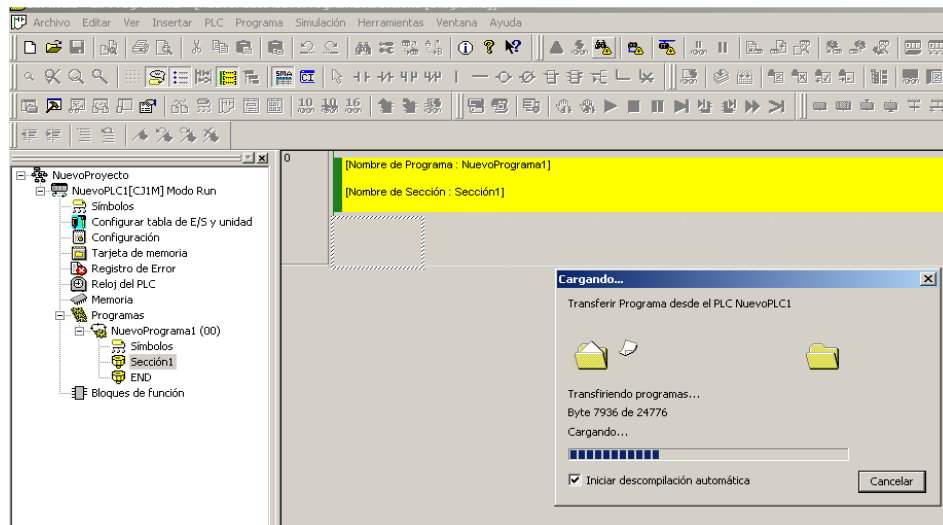


Figura 25. Descarrega programa des de PLC cap a PC

Llavors un cop s'ha carregat el programa en el PC si mirem la configuració, veiem els ports configurats de la següent manera: DB9 (Host Link), correcte per comunicar amb la pantalla:

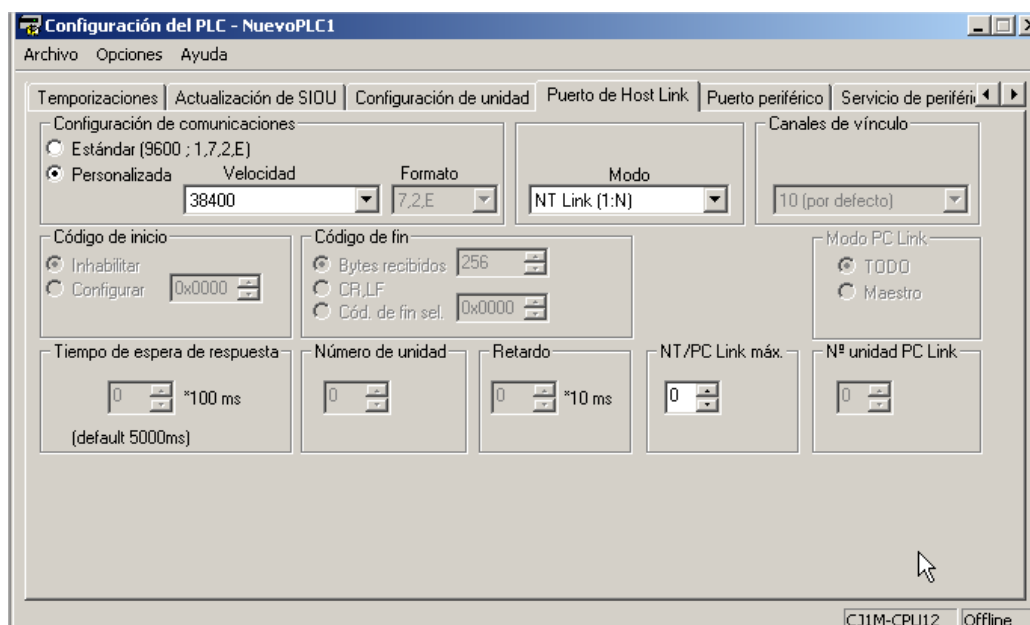


Figura 25. Configuració de les velocitats i models de connexió del port físic del PLC

En canvi el port peripheral, no és correcte per la comunicació remota amb l'ewon, aquest l'hauem de canviar:

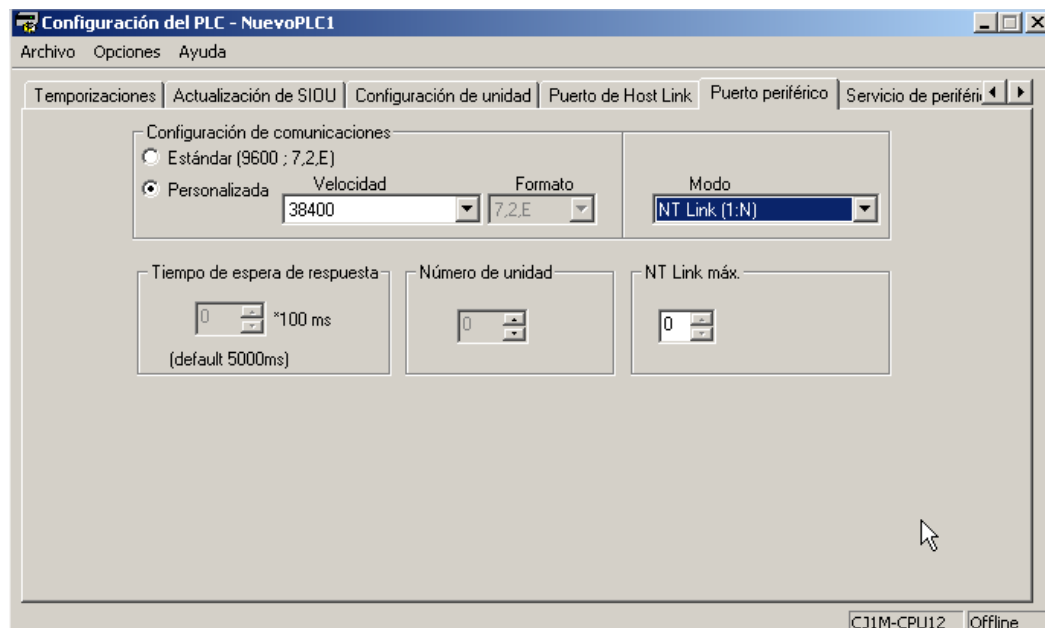


Figura 26. Configuració port perifèric del PLC per habilitar connexió remota

Si volem comprobar si els ports del PLC són els mateixos que el configurats en el CX-programmer fem el següent:

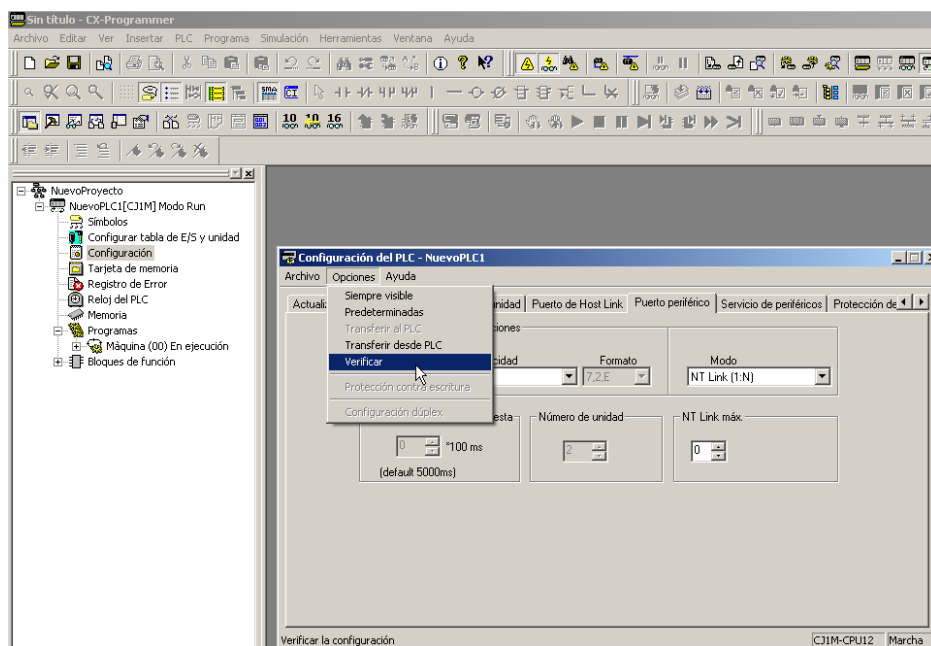


Figura 27. Verifiquem els ports del PLC que estiguin amb la configuració que hem escollit anteriorment

Si és així ens sortirà el següent missatge:

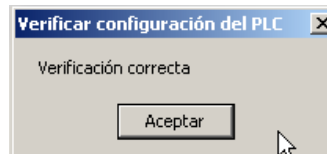


Figura 28. Si la verificació dels ports online és la mateixa que el programa, ens apareix aquest missatge

Passem a mode operatiu programa, per poder manipular des de PC el nostre PLC.

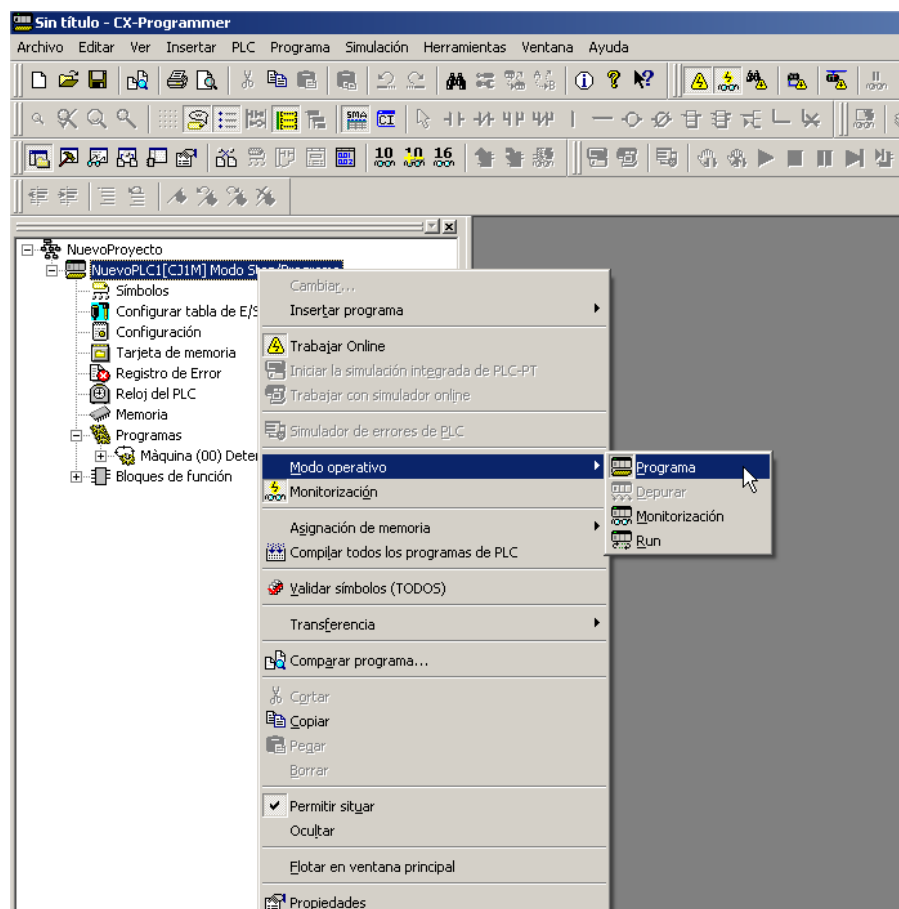


Figura 29. Canvi del mode operatiu del PLC per poder modificar el necessari

Un cop en mode programa, anem a configuració i posem el port perifèric per comunicar amb el nou router VPN Ewon:

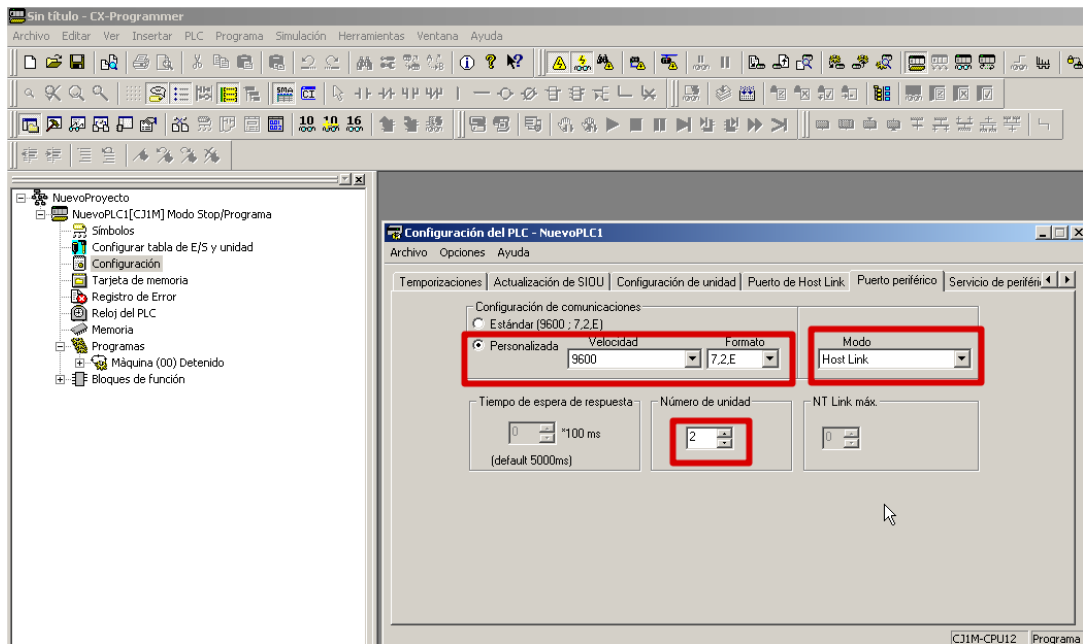


Figura 30. Configuració correcta del port perifèric que ens permet connectar amb l'Ewon.

Fem Opciones>Transferir al PLC, confirmem sense marcar la opció:

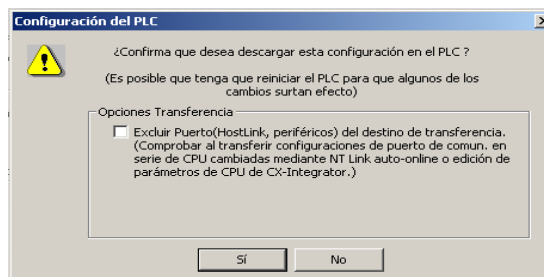


Figura 31. Wizard per poder transferir nova configuració del port peripheral al PLC

Llavors ja podem tornar a passar el PLC a Run. Fins aquí tenim el port peripheral configurat per connectar amb Ewon remotament o localment amb Sysmac Way. Llavors s'ha de treure tensió al PLC, passar el switch 4 a ON, (deixar el 5 com estigui, amb aquest a On també funciona), per comunicar amb el PLC amb el tipus de red Sysmac way a través del port

perifèric. Tornem a donar tensió, i ja podem apretar sobre el triangle groc per comunicar. Llavors ja podem tornar a passar el PLC a Run.

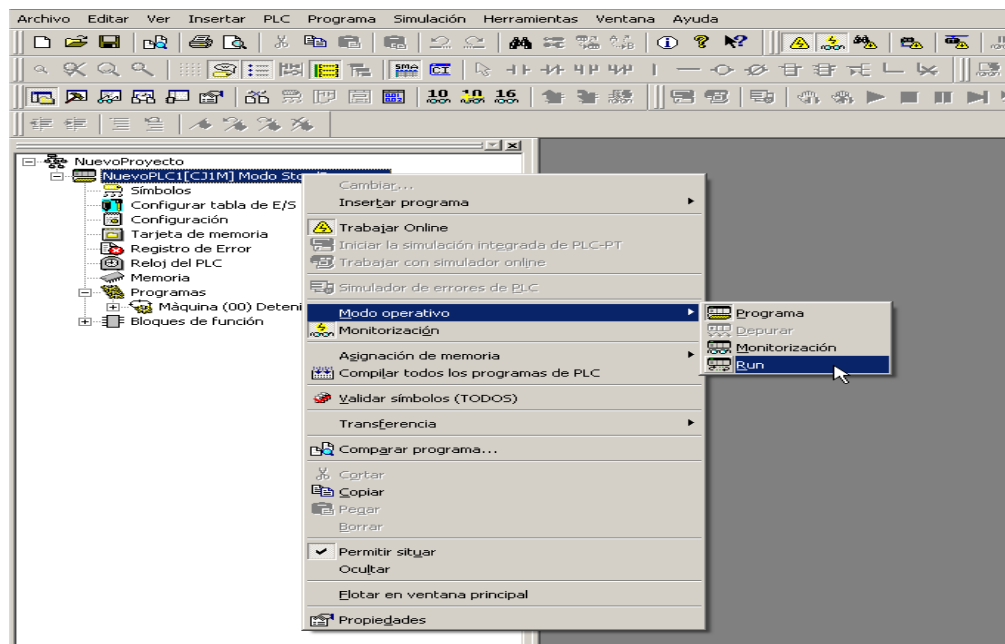


Figura 32. Canvi mode operatiu del PLC a Run, per poder tornar a treballar correctament

Si el port de comunicacions que tenim configurat és el mateix que hi ha en el PLC, amb el protocol correcte, llavors sortirà el missatge de 'verificación correcta', si no surt vol dir que hem de configurar el port peripheral correctament i caldria enviar altra vegada al plc amb la configuració de comunicació correcte pel peripheral.

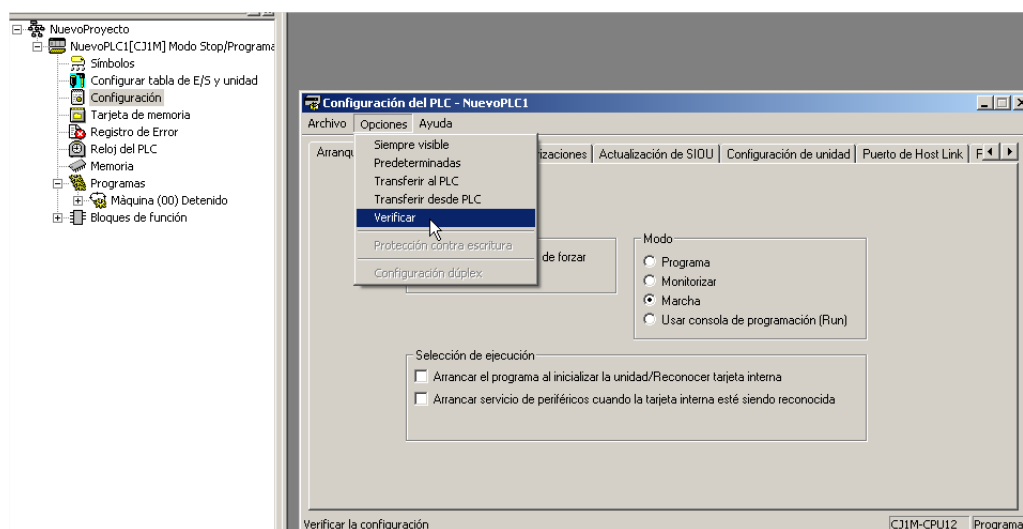


Figura 33. Verifiquem que tot estigui igual online i offline

Fins aquí per preparar el PLC Omron a casa del client perquè ens comunicui amb el tipus de protocol a través del Ewon. A partir d'aquí posem la configuració en el PLC d'origen (a Comexi) des d'on es vol connectar: Fent amb el botó dret a sobre NuevoPLC1>canviar PLC

Tipo de dispositivo>Configuraciones

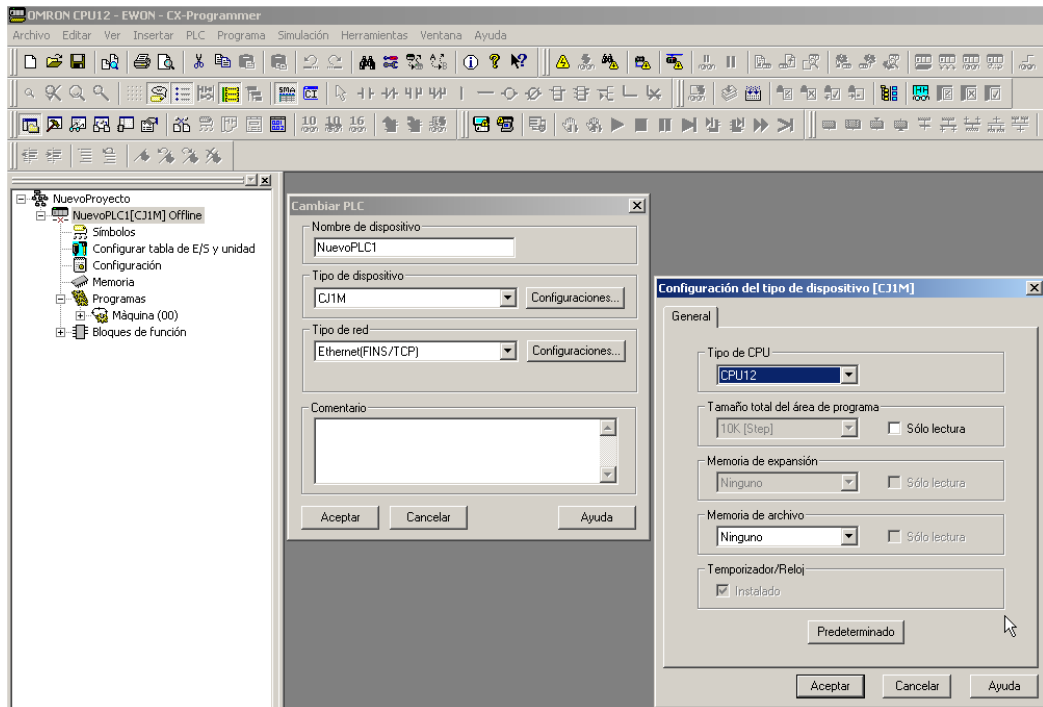


Figura 34. Configuració de la comunicació entre PLC i PC/Ewon

Per poder escollir una configuració de tipus VPN, haurem de modificar la el tipus de xarxa de la qual volem treballar, la connexió del router ewon exigeix una configuració ethernet, per tnat un cop obrim el quadre de diàleg de l'apartat on hi tenim la configuració de la comunicació PLC – usuari haurem d'escollir el que ens mostres les imatges següents.

Un cop al requadre de diàleg anem a Tipo de red>configuraciones

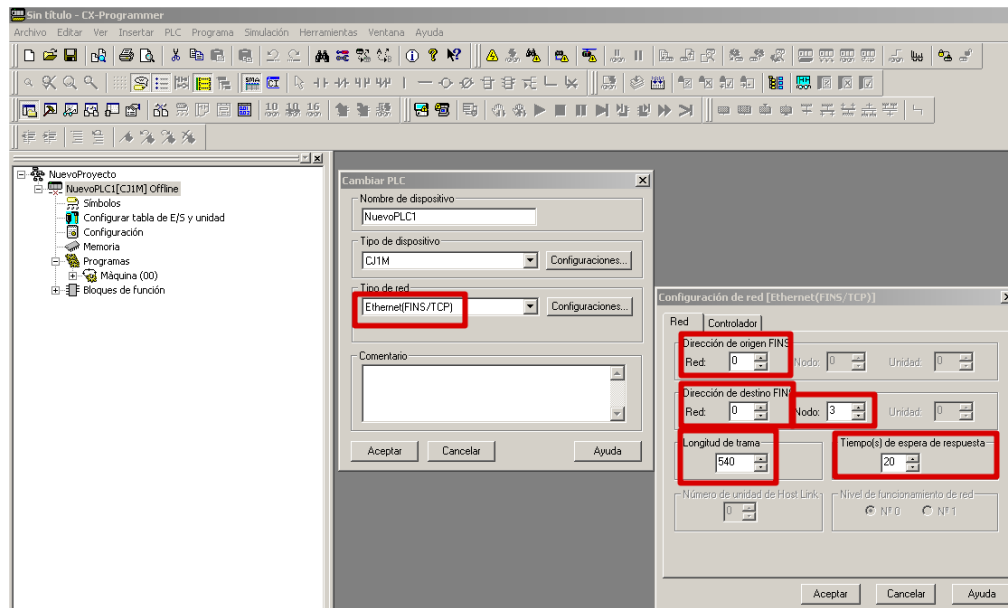


Figura 35. Xarxa de comunicació per configurar una connexió remota tipus ethernet

Per poder establir una comunicació amb el router des de un punt remot, haurem de donar una adreça al PLC que ens servirà per enrutar amb la xarxa, aquesta adreça IP és la que per defecte nosaltres programem a la Lan del router Ewon, és una direcció on s'ha estandarditzat per criteris de l'empresa, en aquest cas és la adreça 192.168.0.5, en aquest cas, la comunicació de la màquina es per devicenet i no tenim cap element que interfereixi amb la adreça, per tant no tindrem duplicats, el rang 0, és el que hauríem de modificar en un cas que el client ens facilités una IP estàtica per donar internet al router i coincidís amb amb el rang de la Lan del router Ewon.

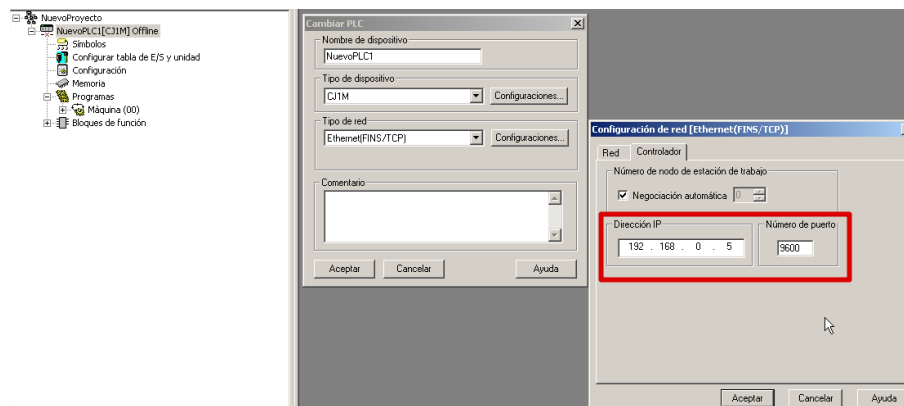


Figura 36. Configurem l'adreça on es dirigirà el router a buscar el PLC.

Si amb aquesta adreça IP no funciona, podem posar l'adreça IP del ewon que ens crea el propi servidor VPN del proveïdor ecatcher. Aquesta adreça també replica a la Lan del ewon.

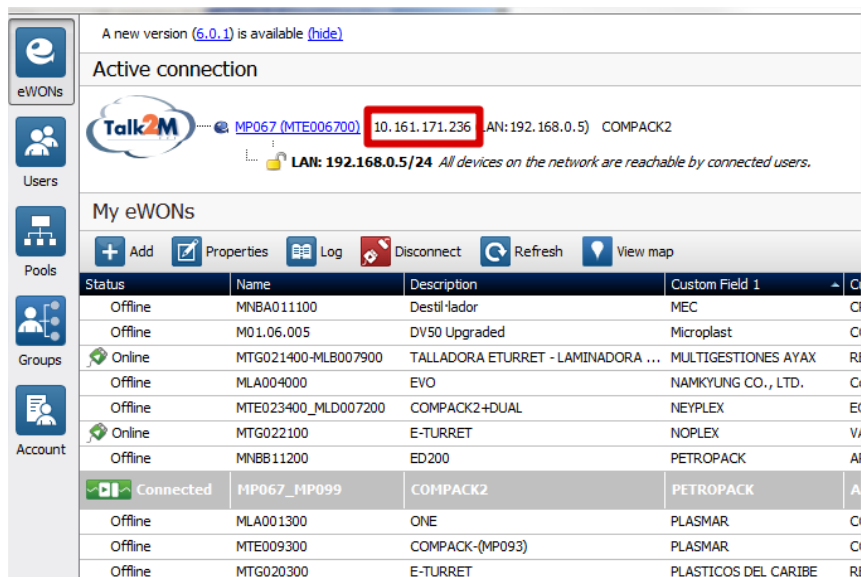


Figura 37. Adreces Lan i VPN del router

També cal que configurem els dos ports (en el nostre programa aquí a Comexi) tal i com han quedat configurats els dos ports en la màquina.

Port DB9: (hi haurà configurat el protocol de comunicació amb la pantalla, que dependrà com estigui també configurada la pantalla per la comunicació)

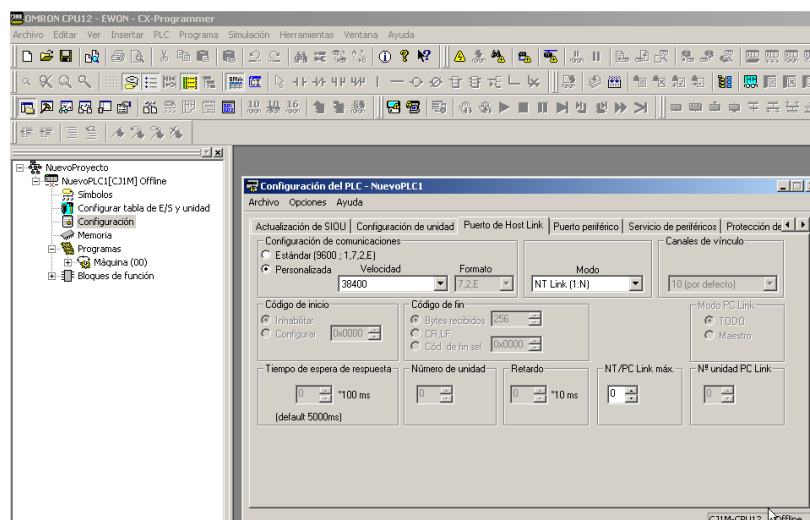


Figura 38. Configuració port per comunicar pantalla màquina

La configuració definitiva del port peripheral on connectarem com a usuari, ha de ser definitivament com la següent imatge

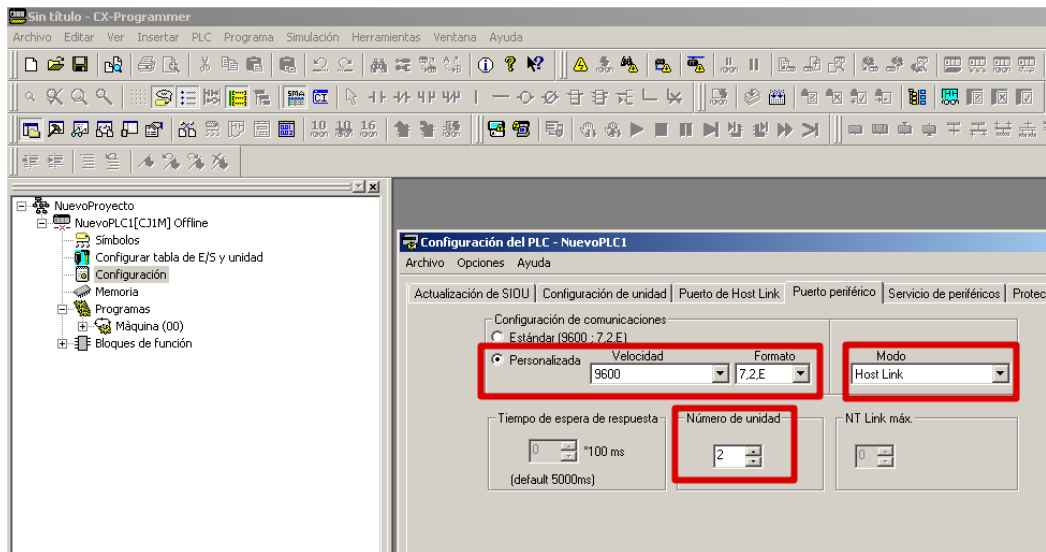


Figura 39. Port peripheral configurat per connexió remota

Ja podem connectar el cable serie CS1W-CN226 entre el Ewon i el port peripheral del PLC i ja podem connectar-nos remotament amb el Ewon via VPN i fer en el PLC el triangle groc. Si tot està bé comunicarem i el led 4 (de dalt a baix) del PLC que diu PRPHL farà intermitències, igual que el led serial del Ewon.

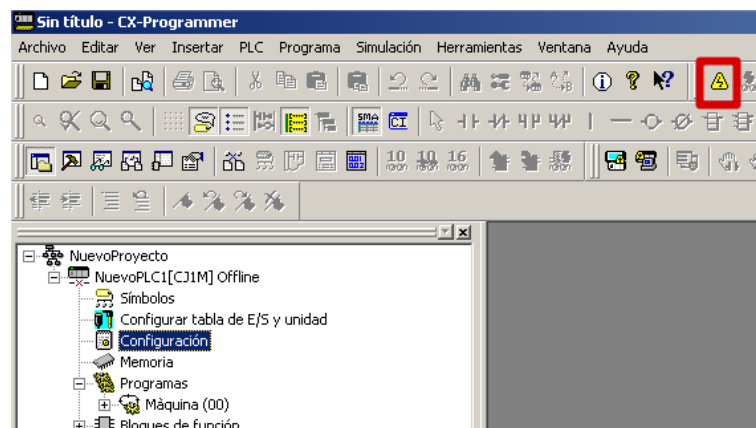


Figura 40. Opció per posar online el PLC

Si en una propera vegada va un tècnic i es vol connectar localment a través del port perifèric, i perquè li agafi els paràmetres de configuració programats, llavors ha d'utilitzar en el seu pc i en el software Cx-Programmer el mode Sysmac Way. Segons els paràmetres configurats: (així no cal canviar la configuració dels switchos que teniem remotament, només hi ha el switch 4 a ON). Fem canviar a sobre el PLC al tipus de comunicació Sysmac Way perquè ens agafi els paràmetres que volem en el Cx-programmer. (Amb el Toolbus era per comunicar automàticament amb lo que hi havia al plc del client i quan no sabem com està configurat el port ni sabem el què hi ha en el PLC). Configurem el port per a que ens comuniqui amb PC igual que abans amb el Ewon:

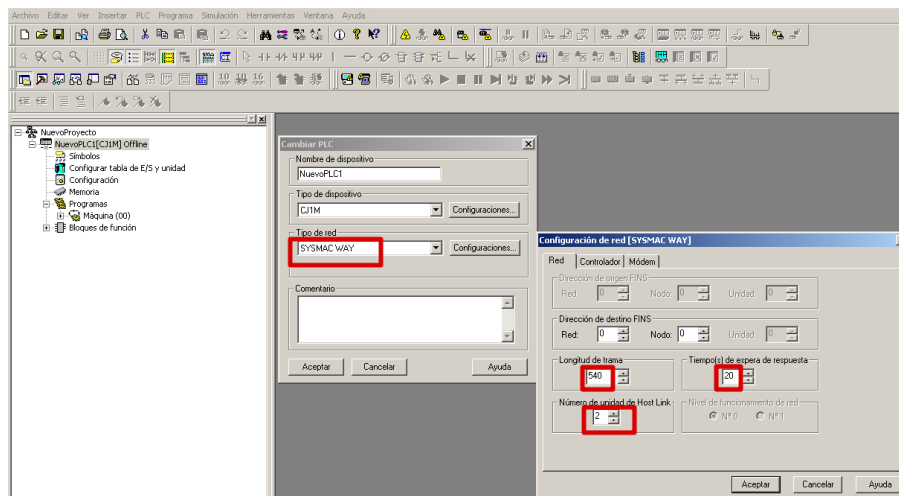


Figura 41. Configurem PC per connexió local sense modificar la VPN

Configurem el port per a que ens comuniqui amb PC igual que abans en Ewon:

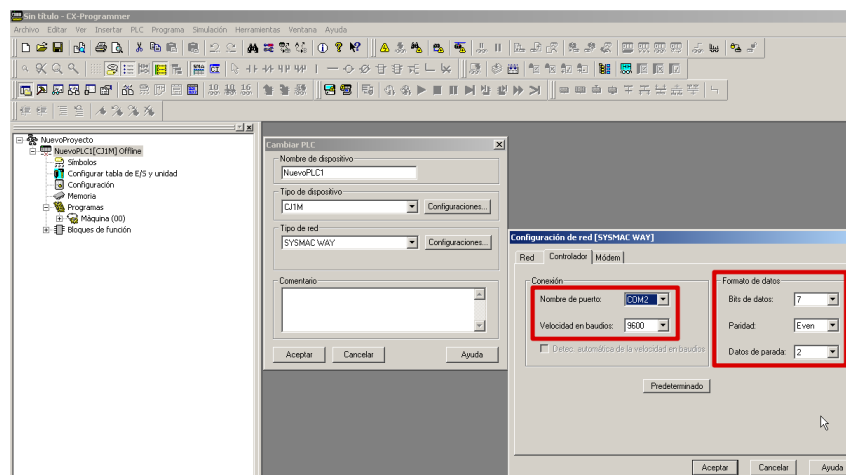


Figura 42. Configurem PC per connexió local sense modificar la VPN

Amb aquesta darrera configuració és per connectar localment des del pc del tècnic fins al port perifèric, sense canviar cap switch i poguer comunicar directament amb el port perifèric segons paràmetres configurats en el cx-programmer. Pulsant el triangle de color groc directament.

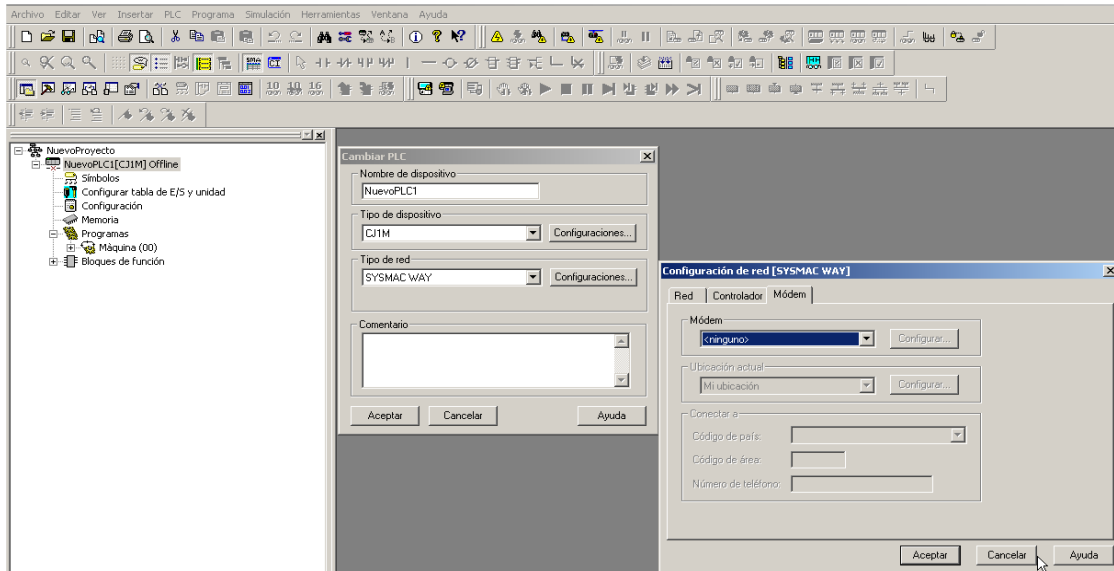


Figura 43. . Configurem PC per connexió local sense modificar la VPN

Amb aquesta darrera configuració és per connectar localment des del pc del tècnic fins al port perifèric, sense canviar cap switch i poguer comunicar directament amb el port perifèric segons paràmetres configurats en el cx-programmer. Pulsant el triangle de color groc directament.

El Switch 4 és pel port peripheral , si està a OFF agafa el mode de comunicació configurat a Toolbus que seria lo que hi ha gravat al PLC per aquest port, si està a ON llavors s'agafa el que hi ha configurat en el CX-programmer dins a port peripheral, i el PLC amb sysmac way.

El Switch 5 és el port serie DB9, si està a OFF agafa el mode de comunicació configurat al CX-Programmer dins el port host link (DB9), si està a ON llavors agafa els paràmetres de configuració que hi ha per defecte dins el PLC pel port DB9 (Toolbus).

Definició dels switches que ens permeten obtenir un tipus de onexió o una altre dependent de les necessitats de connexió.


Aspecto	Nº de pin	Configuración	Función
	1	ON	Inhabilita la escritura en la memoria del programa de usuario.
		OFF	Habilita la escritura en la memoria del programa de usuario.
	2	ON	El programa de usuario se transfiere automáticamente y se ejecuta al conectar la alimentación.
		OFF	El programa de usuario se transfiere automáticamente, pero no se ejecuta al conectar la alimentación.
	3	---	No se utiliza.
	4	ON	Se utilizan los parámetros de comunicaciones del puerto de <u>periféricos</u> especificados en la configuración del PLC.
		OFF	Se utilizan los parámetros de comunicaciones predeterminados del puerto de periféricos.
	5	ON	Se utilizan los parámetros de comunicaciones predeterminados del puerto RS-232C.
		OFF	Se utilizan los parámetros de comunicaciones del puerto <u>RS-232C</u> especificados en la configuración del PLC.
	6	ON	Pin definido por el usuario. Pone en OFF el indicador de pin del interruptor DIP de usuario (A39512).
		OFF	Pin definido por el usuario. Pone en ON el indicador de pin del interruptor DIP de usuario (A39512).
	7	ON	Escritura de datos desde la CPU a la tarjeta de memoria, o bien restauración de datos desde la tarjeta de memoria a la CPU.
		OFF	Verificación del contenido de la tarjeta de memoria.
	8	OFF	Siempre OFF.

Figura 44. Opcions dels switches 4 i 5 per habilitar les connexions locals i/o remotes

### 7.1.6 PLC

CJ1M és Una família potent i compacta de PLC, que cobreix les aplicacions que requereixen fins 640 E / S. Hi ha models de CPU Disponibles amb Sortides de polsos integrades Per Controls graduals o servocontrols i totes les CPU de la Família CJ1M disposen de mòduls opcionals de molts tipus d'E / S i comunicacions. La CJ1M és la següent generació de PLC des de la sèrie CQM1 anterior i la compatibilitat de programes facilita la migració entre ells. A l'igual que amb altres PLC omron, la sèrie CJ1M es programa amb CX-Programmer (Codi RS 400-6440), Dissenyat per a Complir amb la norma IEC61131-3.



Figura 45. Imatge PLC Omron CJ1M

El PLC en qüestió ja està muntat i funcionant a màquina, no caldrà entrar en detalls tècnics sobre la seva capacitat ja que per la modificació del qual parla el projecte només ens basarem en el seu model per poder modificar el programa sense problemes, ja que la connexió PLC – PC es necessari saber de quin element lògic de control estem connectant.

De les parts que cal tenir més en compte per dur a terme la bona vinculació drives -PLC, és la carta de comunicació devicenet.

Aquesta carta serà la part que escollirà el mapeig que utilitzarem per determinar quina lectura is escriptura tenim entre variador i PLC. Primerament molt important tenir en compte el cablejat del bus devicenet, el qual ha de tenir alimentació externa.

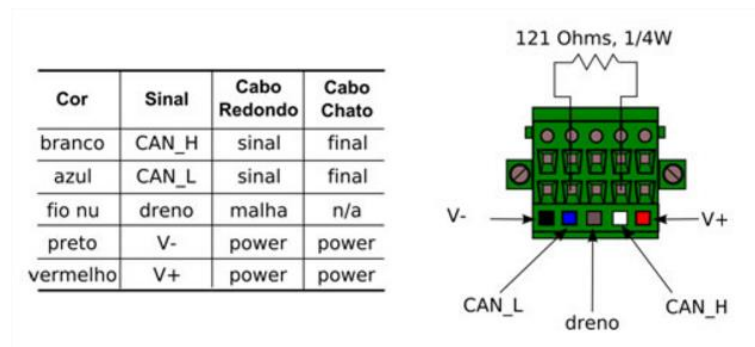


Figura 15. Conexión de la tarjeta devicenet

La carta va muntada físicament dintre el variador, antigament li donàvem l'adreça per la comunicació devicenet per un switch el qual ja està substituït per un paràmetre intern que escollim per software.

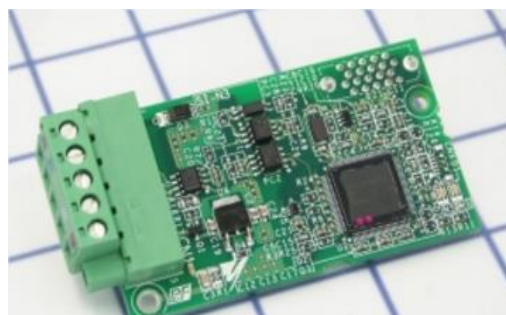


Figura 16. Tarjeta devicenet

Hem de tenir clar el mapping d'E/S, mirem al variador F7 (original) per veure quines àrees de memòria utilitza per enviar i rebre paràmetres.

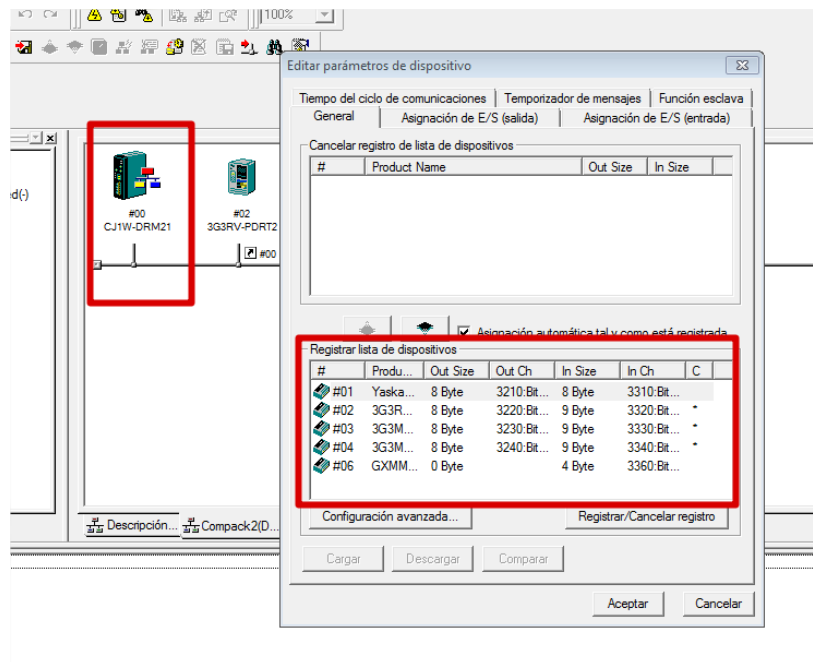


Figura 17. Àrees de memòria al PLC

Un cop sabem on escriu i llegeix el variador el qual volem treballar, anem al CX\_Programer a buscar les paraules que estan utilitzades. Realitzant així una taula de E/S com la següent:

Mapping E/S Drive Rebobinador [Node #1]									
Variador a PLC (Entrades)									
Original (Variador F7)					Actual (Variador A1000)				
Word	Byte	Bit	Nom Bit	Descripció	Word	Byte	Bit	Nom Bit	Descripció
3310	Bit00	3310.01	Zero	Bits d'estat	3310	Bit00	3310.01	Zero	Bits d'estat
		3310.05	Ready				3310.05	Ready	
		x	Spare				x		
3311	Bit00	x		Spare	3311	Bit00	3311.00	Prote. Térmic	Protecció ventilador motor rewinder
		x		Spare			x		Spare
3312	Bit00	x		Spare	3312	Bit00	x		Spare
		x		Spare			x		Spare
3313	Bit00	x		Spare	3313	Bit00	x		Spare
		x		Spare			x		Spare
3314	Bit00	3314	Prote. Térmic	Protecció ventilador motor rewinder					
PLC a Variador (Sortides)									
Original (Variador F7)					Actual (Variador A1000)				
Word	Byte	Bit	Nom Bit	Descripció	Word	Byte	Bit	Nom Bit	Descripció
3210	Bit00	3210.00	Forward	Bits de control	3210	Bit00	3210.00	Forward	Bits de control
		3210.01	Reverse				3210.01	Reverse	
		3210.09	Reset				3210.09	Reset	
		x	Spare				x	Spare	
3211	Bit00			Velocitat HZ	3211	Bit00	x	Spare	Analog Output Sortida FM variador
							x	Spare	
3212	Bit00	x		Spare	3212	Bit00			Velocitat HZ
		x		Spare					
3213	Bit00	x		Spare	3213	Bit00			Velocitat HZ
		x		Spare					

Figura 18. Mapeig E/S que utilitzem al variador del rebobinador

Un cop sabem el mapeig que ens anirà bé per com tenim configurades les nostres E/S, anem al manual de la carta SI-N3, ja que la carta Devicenet es la que ens permet escriure i llegir en un registre determinat de memòria; mirem quin és el nostre millor mapping. En el nostre cas escollim registre 107 paràmetre (F6-52) i registre 157 paràmetre (F6-53), ja que es el model que mes coincideix amb les nostres necessitats originals.

Si no tenim el mapping seleccionat al variador i les paraules guardades al CX integrator, no comunicarà.

◆ Standard DI/DO Control (Vendor Specific YE Assy) - 107 (0x6B)									
Output Instance	Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
107	0	Multi-Function Input 8	Multi-Function Input 7	Multi-Function Input 6	Multi-Function Input 5	Multi-Function Input 4	Multi-Function Input 3	Run Rev	Run Fwd
	1	—	—	—	—	—	—	Fault Reset	External Fault
	2	—	—	Multi-Function Photo Coupler 2	Multi-Function Photo Coupler 1	Multi-Function Digital Output	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	Analog Output 1 (Low Byte)							
	5	Analog Output 1 (High Byte)							
	6	Speed Reference (Low Byte)							
	7	Speed Reference (High Byte)							

Figura 19. Mapeig carta devicenet d'entrades

Aquesta carta de comunicació ens exigeix que li parametritzem el mapeig d'entrades i sortides sempre abans de fer qualsevol gest amb el propi variador.

◆ Standard DI/DO Status (Vendor Specific YE Assy) - 157 (0x9D)									
Input Instance	Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
157	0	FAULT	ALARM	READY	Speed Agree	Reset	REV Running	ZSP	Running
	1	—	—	—	—	—	Local/Remote	UV	OPE
	2	Multi-Function Input 8	Multi-Function Input 7	Multi-Function Input 6	Multi-Function Input 5	Multi-Function Input 4	Multi-Function Input 3	Multi-Function Input 2	Multi-Function Input 1
	3	—	—	Multi-Function Photo Coupler 2	Multi-Function Photo Coupler 1	Multi-Function Digital Output	—	—	—
	4	Analog Input 1 (Low Byte)							
	5	Analog Input 1 (High Byte)							
	6	Output Frequency (Low Byte)							
	7	Output Frequency (High Byte)							

Figura 20. Mapeig carta devicenet de sortides

### 7.1.7 Regulador de pressió

Per poder dur a terme les regulacions de pressió proporcional per assolir una fricció adequada, muntem les vàlvules proporcionals que amb una sortida analògica controlem el seu rang de pressió de 0 a 6 bar de pressió neumàtica assolint així la finestra de possibilitats de control de tensió mitjançant l'eix de fricció que tenim al rebobinador.



Figura 46. Vàlvula proporcional

#### Características técnicas

Modelo	ITV2010 - X156	ITV2030 - X156	ITV2050 - X156
	ITV3010 - X38	ITV3030 - X38	ITV3050 - X38
Mín. presión de alimentación	Presión de ajuste + 0.1 MPa		
Máx. presión de alimentación	0.2 MPa (2.0 kgf/cm <sup>2</sup> )	1.0 MPa (10.2 kgf/cm <sup>2</sup> )	
Rango de presión de ajuste	0.005-0.1MPa	0.005-0.5MPa	0.005-0.9MPa
Máx. índice de flujo	1500 l/ min (ANR) ITV20** (ALIM.: a 0.7 MPa) 5.000 l/ min (ANR) ITV30** (ALIM.: a 0.7 MPa)		
Tensión de alimentación	24 Vcc±10%		
Consumo de corriente	0.12A o menos (con salida constante)		
Señal de entrada	4 bit (entrada paralela)		
Impedancia de entrada	4.7 kΩ o menos		
Señal de salida	Colector abierto NPN: 30V 30mA Colector abierto PNP: 30V 30mA		
Linealidad de salida	±1% o menos (F.S.)		
Repetitividad	±0,5% o menos (F.S.)		
Sensibilidad	0,2% o menos (F.S.)		
Características de temperatura	±0,12% o menos (F.S.)/ °C		
Estructura de protección	Unidad principal: IP65, conector con cable: IP67		
Indicación de presión	Precisión	±3% (F.S.)	
	Unidad mínima	MPa: 0.01, kgf/cm <sup>2</sup> : 0.01, bar: 0.01, PSI: 0.1 (nota 1), kPa: 1	
Temperatura ambiente y de fluido		0-50 °C (sin condensación)	

(Nota 1) 1 PSI es la unidad mínima de ITV2050

Figura 47. Característiques vàlvula proporcional

## 8 Programació

Per implementar tot aquest sistema fa falta un entorn de programari. Com que els elements de maquinari escollits són de Omron/Yaskawa, el que ofereix Omron és el programa Cx-One i el que ofereix Yaskawa és el Drive Wizard Plus. Aquest últim es pot no utilitzar en el cas que es vulgui fer la programació manualment com es el nostre cas, des del display del propi variador.

Dintre el Cx-One tindrem diferents opcions, el CX-Programmer que ens permet editar el codi estructurat del PLC, ell CX-Drive que ens permetrà intervenir directament amb els variador abans de fer el canvi, Cx-Integrator el qual ens serveix per manipular el hardware i el Cx-Designer que ens permet editar les pantalles del scada.

### 8.1 Estructura general

Per a la programació de màquines de producció, en concret de les màquines de KMEC, necessitem estructurar el programa amb diferents blocs, cada bloc amb una finalitat determinada. Sobretot per a màquines amb bastant codi de programa és quasi indispensable fer una estructura de blocs, seria impossible o molt poc pràctic utilitzar un sol bloc amb tota la màquina.

Els avantatges d'utilitzar una estructura de blocs per a la màquina són varies:

La primera és que podem unificar l'estructura per a totes les màquines, hi ha molts blocs que són idèntics o podem programar el codi en la mateixa ubicació.

Si tot el departament utilitza la mateixa estructura, és més fàcil el treball en equip de tota la gent implicada en la programació.

La programació estructurada facilita la recerca de problemes en la posta en marxa i després en la post-venda.

L'organigrama consta de la programació de tots els modes de treball del procés, utilitzant l'estàndard GEMMA (Guia etapes mode marxa aturada). Aquest sistema és molt pràctic ja que de seguida identifiquem en quin mode de treball està la màquina. Realment el GEMMA és un Grafcet d'etapes, però les etapes són genèriques per a qualsevol màquina. Quan utilitzem el GEMMA tenim una plantilla on hi ha tots els estats possibles d'una màquina, en funció del procés podem utilitzar unes etapes en concret. Aquest bloc és totalment estàndard per a totes les màquines, si s'ha de fer alguna modificació s'ha de fer fora del bloc.

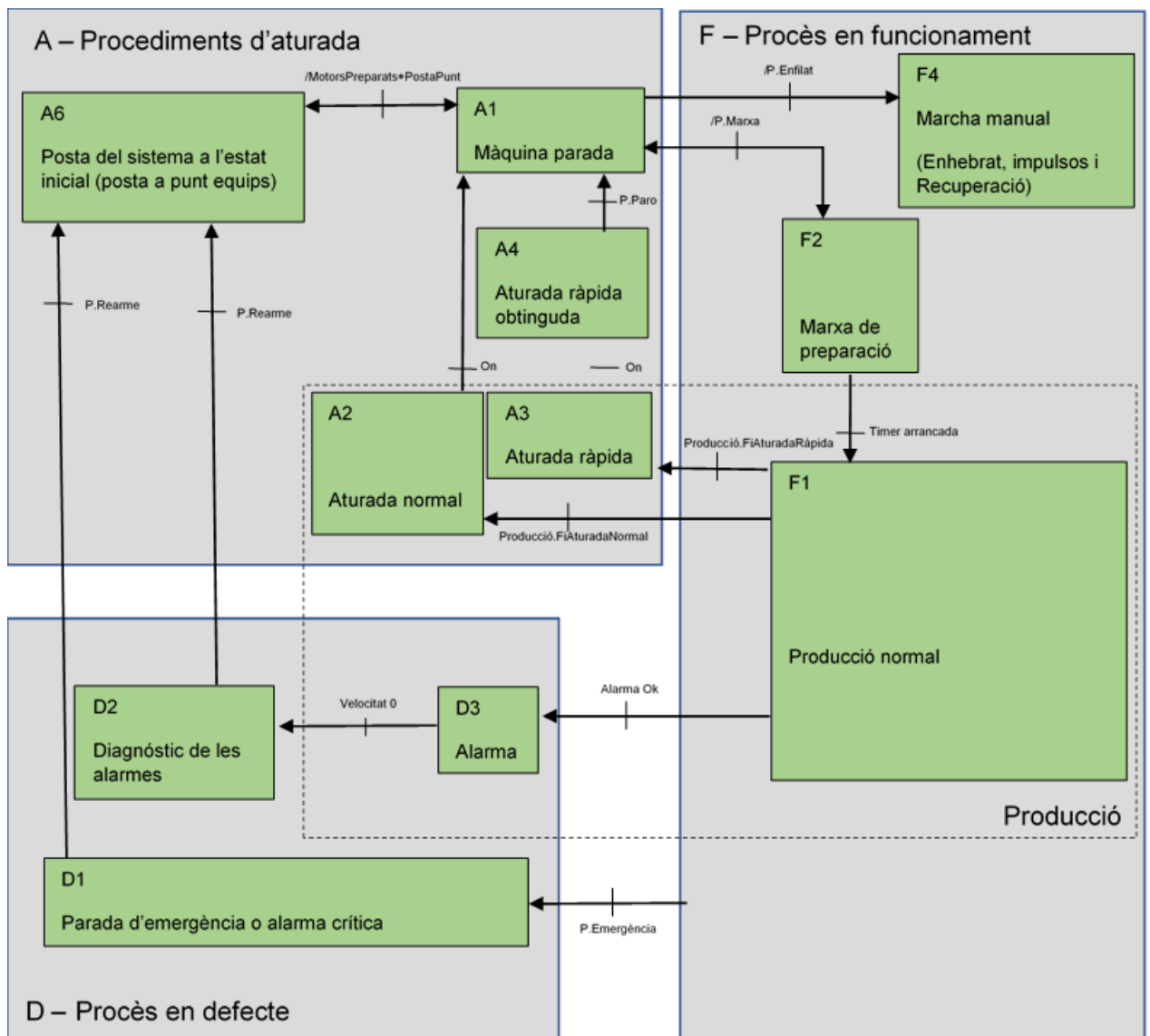


Figura 48. Gemma màquina rebobinadora

Producció Normal, aquest estat de treball és l'estat més important ja que és quan la màquina està produint sense cap interrupció. En aquest bloc gestionem les parades automàtiques, modes de treball com velocitat automàtica, etc. Aquest bloc pot variar en funció de la màquina, però normalment és bastant estàndard. Si hem de fer alguna modificació hauria de ser fora del bloc.

Seguidament podem veure el grafet que gestiona la producció de màquina

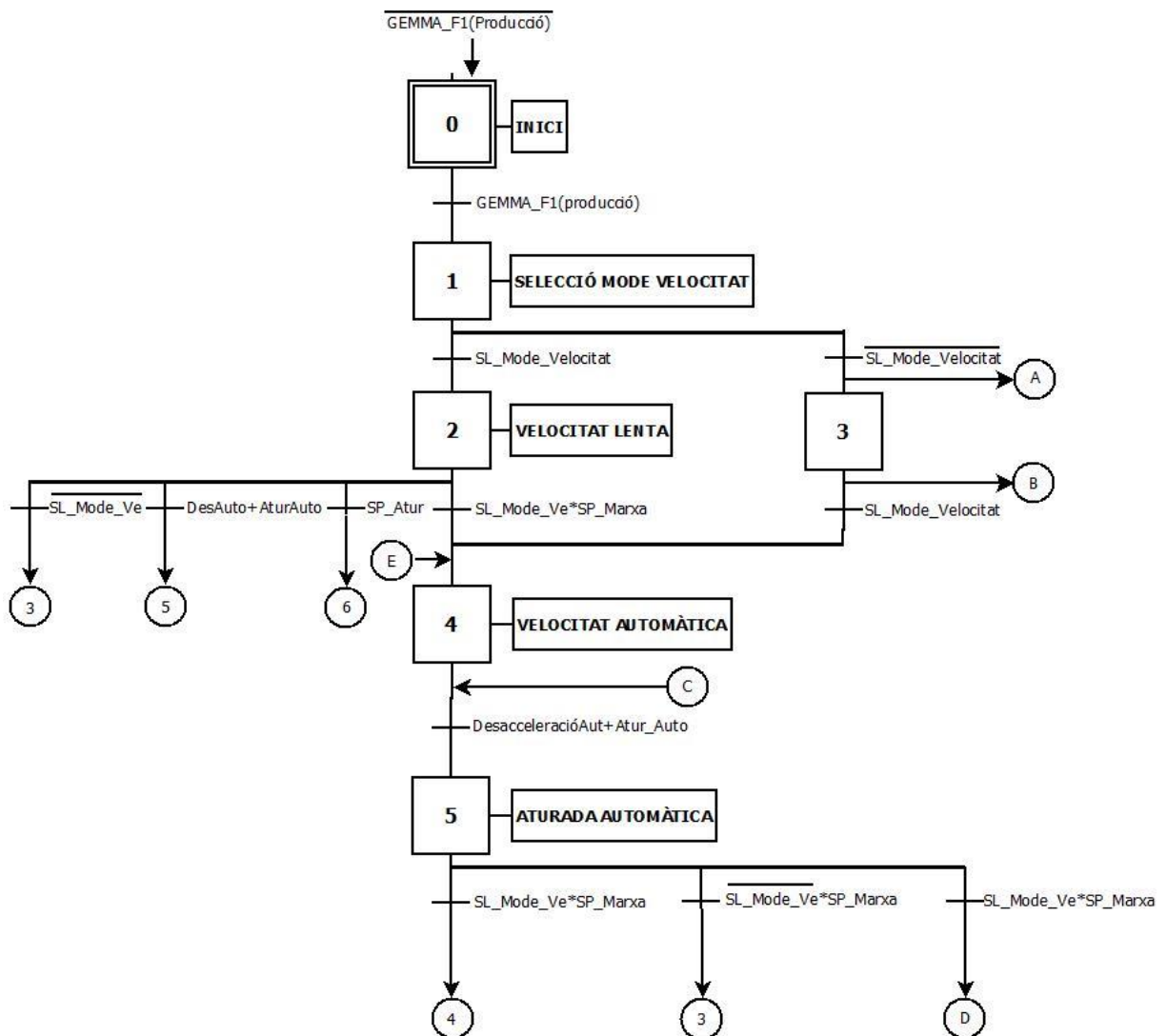


Figura 49. Grafet de producció

Per poder visualitzar els graficets amb bona qualitat hem separat els de producció en dos parts.

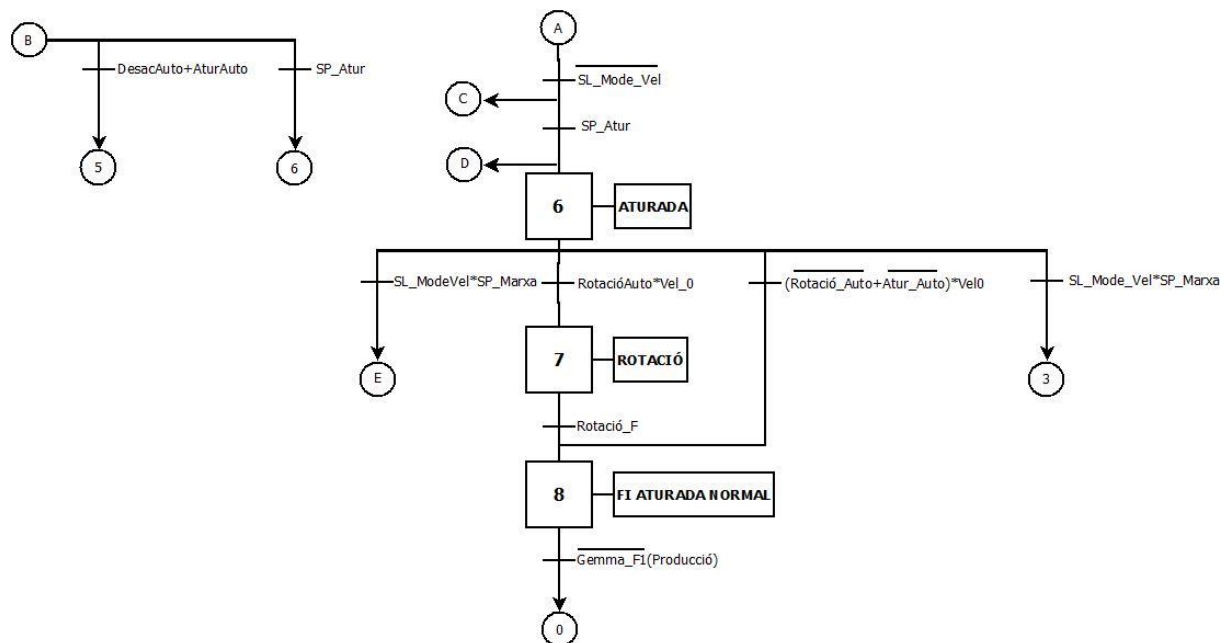


Figura 50. Grafcet de producció segona part

La màquina ha de tenir un grafcet de parades també.

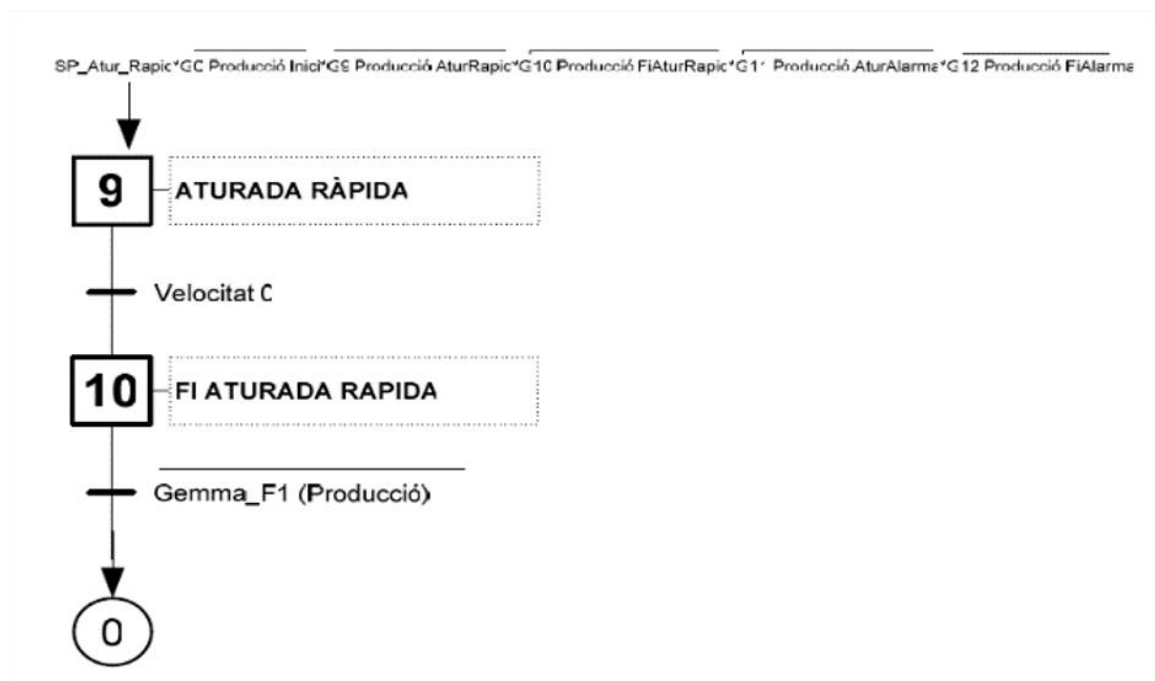


Figura 51. Grafcet de parades 1

Com en el grafcet de producció, el de parades el dividim en dos parts.

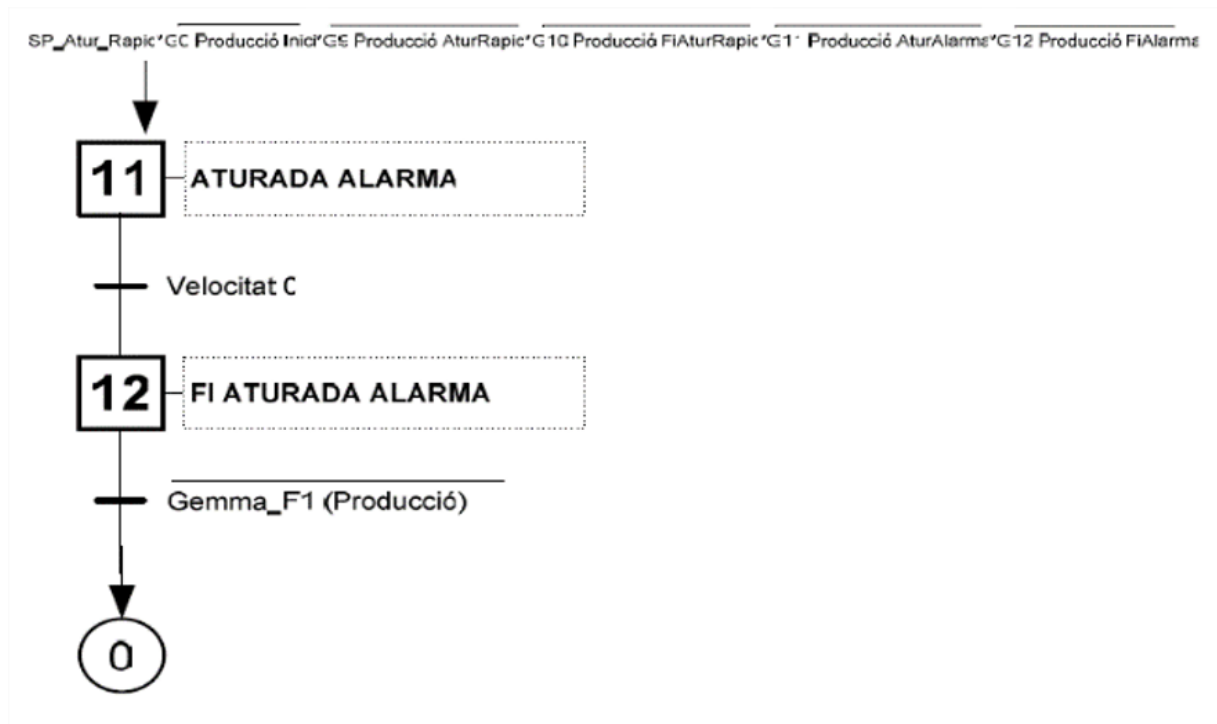


Figura 52. Grafcet de parades 2

Bloc per posar a punt tots els equips dels motors. L'estat de la màquina és A6 Posta del sistema estat inicial, si tenim aquest estat actiu del GEMMA verifica si tenim els OK i els Preparats dels equips (equip en tensió i comunicant i equip a punt d'engegar). Si tenim els 2 bits actius de cada motor finalitzem la posta a punt i passem a l'estat A1 Màquina Parada. Si no tenim els dos bits actius passem a un estat de posta punt amb error, per sortir d'aquest estat hem de rearmar la màquina i tornar a verificar el bit de OK.

Si no tenim el bit de Preparat el que fem és treure la línia 0,5 segons, la tornem a donar i verifiquem després de 0,5 segons. Si no tenim el bit de preparat tornem a l'estat de posta a punt amb error.

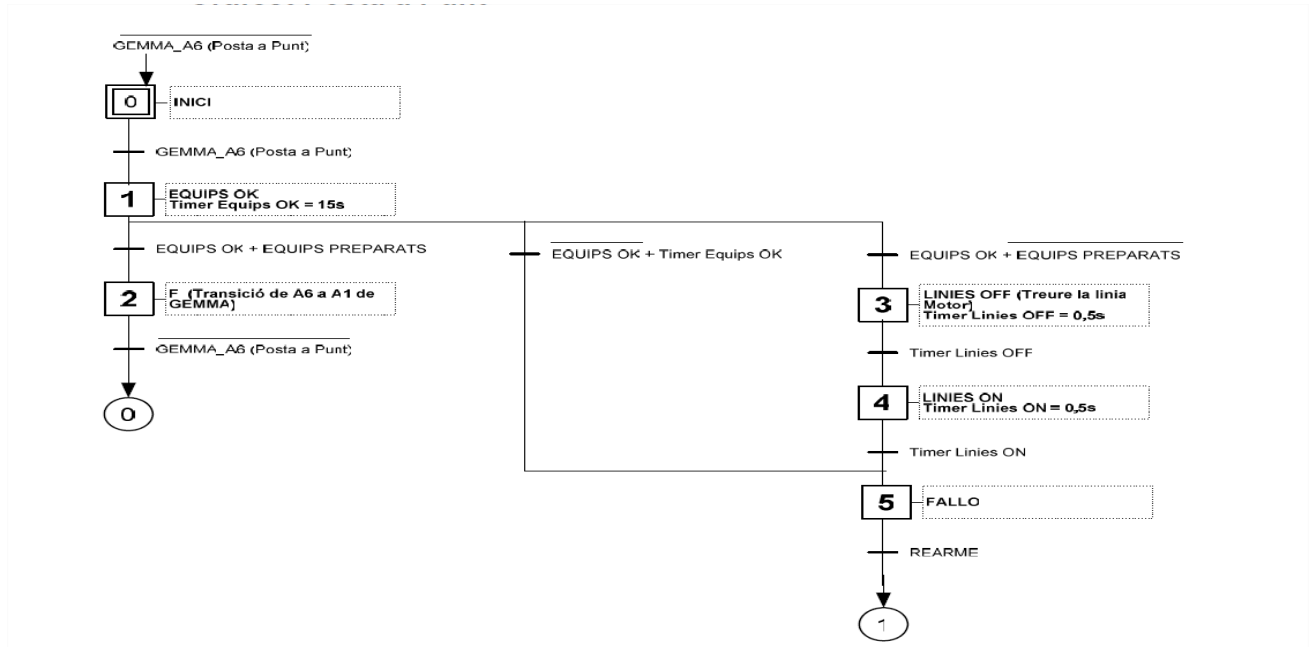


Figura 53. Grafcet de posta inicial

## **9 Resum del pressupost**

Els costos de desenvolupament d'aquest projecte s'han calculat per a seccions diferents en funció del seu origen. Així doncs, s'ha estructurat el pressupost en les seccions de quadre elèctric, cos desbobinador, sistema pneumàtic, programació i els costos de posada en funcionament.

El cost total del desenvolupament d'aquesta actualització és de dotze mil nou-cents noranta-tres euros amb divuit cèntims, sense IVA

## 10 Conclusions

L'upgrade d'un nou sistema de control vectorial d'una talladora compleix els objectius establerts. S'ha substituït la tecnologia antiga, i s'ha buscat una tecnologia de control actual i diferent de l'habitual. En aquest sentit s'ha aconseguit posar el nivell tecnològic de la màquina per davant dels competidors i aconseguir d'aquesta forma fer front de les demandes i exigències del mercat, que era un dels principals objectius d'aquest projecte.

Amb aquests equips modulars, s'ha millorat el manteniment de la màquina i s'aconsegueix un control molt precís de la velocitat. El procés de regulació i control s'ha fet de la forma més simplificada possible, amb un sistema simple i entenedor, aconseguint un sistema estàndard i aplicable a diferents formats de rebobinadores. S'han tingut en compte tots els possibles factors que afecten al procés i que aquest es produeixi de forma segura tant per la màquina com per l'operari.

A quedat demostrat que el sistema de control vectorial nou és un bon sistema i que s'adapta perfectament a les necessitats de la màquina, prevenint possibles parades de producció per un temps indeterminat

Aitor Romero Crespo

Graduat en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Girona, 11 de març de 2017

## **11 Relació de documents**

El projecte consta dels següents documents: Memòria, Plànols, Plec de condicions, Estat d'amidaments i Pressupost.

## 12 Bibliografia

BECKHOFF, Pàgina principal Beckhoff.

([http://www.beckhoff.de/english.asp?bus\\_terminal/bk3150.htm](http://www.beckhoff.de/english.asp?bus_terminal/bk3150.htm) bechhoff, 16 de novembre 2011)

FABRICABLE, Catàleg cables elèctrics.

(<http://www.fabricable.com/web/default.asp?modo=detallProducte&id=5>, 6 de novembre 2011)

ORLANDO S. LOBOSCO, JOSÉ LUIZ P.C. DIAS, Selección y aplicación de motores eléctricos. (1989)

PEPPER FUCHS, Pàgina principal sensors PepperFuchs. (<http://www.pepperl-fuchs.es/spain/es/index.htm>, 10 de desembre 2011)

SMITH R. DUANE, The art of winding. New York (1995)

WEISS HERBERT L, Control Systems for Web - FedMachinery. A Guide to theDesign, SelectionandUsage of Hydraulic, Pneumaticand Electronic Control Systems for Web - FedMachinery (1983)

YASKAWA, Pàgina principal Yaskawa (<http://www.yaskawa.com>, 16 de novembre 2011)

### **13 Glossari**

CPU: Central Processing Unit.

OEM: Original Equipment Manufacturing.

PLC: Programable Logic Controler.

PROFIBUS: ProcessFeld Bus.

PV: ProcesValue.

SP: Set Point.

## **A. Programa**

Dins del cd anomenat Programa hi han els arxius que componen el programa de Cx-One