

## Treball final de grau

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

**Títol:** Automatització de maquetes FESTO amb PLC's S7-1200

**Document:** 1. Memòria

**Alumne:** Minerva Montenegro Gallardo

**Tutor:** Albert Figueras Coma

**Departament:** EEEA

**Àrea:** ESA

**Convocatòria (mes/any):** juny/2015

## ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ .....	4
1.1. Antecedents .....	4
1.2. Objecte.....	4
1.3. Especificacions i abast .....	5
2. PROCESSOS AUTOMATITZATS.....	6
3. INSTAL·LACIÓ DE LES MAQUETES .....	9
3.1. Maqueta de foradament .....	9
3.2. Maqueta de control de qualitat .....	16
3.3. Maqueta de classificació .....	22
3.4. Maqueta de paletització.....	27
4. ELEMENTS D'ENTRADA I SORTIDA.....	31
4.1. Elements de comandament i indicadors .....	31
4.2. Detectors REED .....	33
4.3. Sensors inductius .....	38
4.4. Sensors òptics.....	42
4.5. Barrera fotoelèctrica .....	45
4.6. Sensor capacitiu.....	46
4.7. Final de cursa.....	47
4.8. Relé.....	47
4.9. Electrovàlvules .....	48
4.10. Circuit driver ESD-1200.....	50
5. AUTOMATITZACIÓ DE LA MAQUETA DE FORADAMENT .....	52
5.1. GEMMA.....	52
5.1.1. Aturada en l'estat inicial (A1).....	53
5.1.2. Producció normal (F1).....	53
5.1.3. Marxa de tancament (F3).....	56
5.1.4. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3).....	57

5.1.5. Aturada per assegurar la seguretat (D1) .....	57
5.1.6. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6) .....	58
6. AUTOMATITZACIÓ DE LA MAQUETA DE CONTROL DE QUALITAT .....	59
6.1. GEMMA.....	59
6.1.1. Aturada en l'estat inicial (A1).....	60
6.1.2. Producció normal (F1).....	60
6.1.3. Marxa de tancament (F3).....	62
6.1.4. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3).....	63
6.1.5. Aturada per assegurar la seguretat (D1) .....	64
6.1.6. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6) .....	64
7. AUTOMATITZACIÓ DE LA MAQUETA DE CLASSIFICACIÓ .....	65
7.1. GEMMA.....	65
7.1.1. Aturada en l'estat inicial (A1).....	66
7.1.2. Producció normal (F1).....	66
7.1.3. Marxa de tancament (F3).....	70
7.1.4. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3).....	71
7.1.5. Aturada per assegurar la seguretat (D1) .....	71
7.1.6. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6) .....	72
8. AUTOMATITZACIÓ DE LA MAQUETA DE PALETITZACIÓ .....	73
8.1. GEMMA.....	73
8.1.1. Aturada en l'estat inicial (A1).....	74
8.1.2. Marxa de preparació (F2).....	74
8.1.3. Estat de verificació sense ordre (F4).....	75
8.1.4. Producció normal (F1).....	75
8.1.5. Marxa de tancament (F3).....	79
8.1.6. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3).....	79
8.1.7. Aturada per assegurar la seguretat (D1) .....	80
8.1.8. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6) .....	80
9. PLC SIMATIC S7-1200.....	81

9.1. Configuració hardware .....	83
9.2. Comunicacions.....	84
9.3. Tipus de bloc de dades .....	85
9.4. Marques especials .....	88
9.5. Instruccions .....	89
9.5.1. Flancs de pujada i baixada .....	89
9.5.2. Temporitzadors.....	90
9.5.3. Comptadors .....	91
9.5.4. Bloc de desplaçament SHL.....	92
9.5.5. FieldWrite/FieldRead .....	92
9.5.6. Blocs de comunicació .....	94
10. PROGRAMARI .....	97
10.1. PROGRAMA 1 .....	100
10.1.1. Maqueta de foradament.....	100
10.1.2. Maqueta de control de qualitat .....	103
10.2. PROGRAMA 2 .....	105
10.2.1. Maqueta de classificació .....	108
10.2.2. Maqueta de paletització .....	114
11. RESUM DEL PRESSUPOST.....	119
12. CONCLUSIONS.....	120
13. RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	121
14. BIBLIOGRAFIA.....	122
15. GLOSSARI .....	123
A. PROGRAMES .....	124

## **1. INTRODUCCIÓ**

Un sistema automatitzat és un sistema on es transfereixen tasques de producció, realitzades habitualment per operaris humans, a un conjunt d'elements tecnològics. El sistema automatitzat consta de la part de comandament i la part operativa. La part operativa és la part que actua sobre la màquina, fent que realitzi les operacions que desitja l'operari. La part de comandament sol ser un autòmat programable, sent el centre del sistema i el qual controla els elements comunicant-se amb totes les parts del sistema automatitzat.

### **1.1. Antecedents**

Anteriorment, en el laboratori d'Automàtica Industrial, hi havia instal·lats els autòmats programables S7-200 de la marca Siemens, per controlar les quatre maquetes de FESTO de les que disposa el laboratori. Aquestes maquetes simulen el foradat i posterior classificació de peces mitjançant el control dels autòmats.

Els autòmats S7-200 i el seu Software, STEP7-MicroWIN han quedat obsolets degut a la incorporació de les millores introduïdes en el nou autòmat S7-1200 i el seu software, SIMATIC TIA Portal STEP 7 Basic V13, fent necessària la seva substitució en el laboratori de la universitat per un millor aprenentatge.

### **1.2. Objecte**

Amb la redacció i execució d'aquest projecte, es procedirà a destacar les clares diferències que es poden discernir entre els dos autòmats i els seus software. Per fer-ho, es substituiran els autòmats del laboratori pels autòmats S7-1200, realitzant el cablejat i posterior instal·lació i comprovació.

Es vol aconseguir aprendre a treballar amb el nou software TIA Portal, el qual disposa de novetats que fan més fàcil l'organització del programa a realitzar i la comunicació entre diferents autòmats, així com una nova interfície d'usuari diferent al programa que s'utilitzava anteriorment.

### **1.3. Especificacions i abast**

Es realitzarà el cablejat d'un dels autòmats amb els seus mòduls afegits, comprovant les entrades i sortides. Posteriorment, es realitzaran els programes que permetran dirigir les quatre maquetes, per realitzar el procés específic de cada una i poder comunicar-se entre elles al mateix temps, permeten d'aquesta manera observar el seu funcionament en concordança.

## 2. PROCESSOS AUTOMATITZATS

El procés a automatitzar en el present projecte és el mecanitzat d'una sèrie de peces cilíndriques de tres tipus; negra, vermella i metàl·lica. Per realitzar aquesta tasca, es disposarà de quatre maquetes situades en dos zones clarament diferenciades.

Primerament, tal com es mostra en la figura 1, es tindrà una maqueta aïllada, la qual procedeix d'un procés automatitzat anterior, de manera que disposa de la seva pròpia connexió a l'aire comprimit i dos fonts d'alimentació. Aquesta maqueta s'encarregarà de realitzar el forat de les peces cilíndriques i la comprovació del forat. Posteriorment, es simularà que la peça s'envia a la següent maqueta, enviant un senyal indicant que s'ha finalitzat el procés.

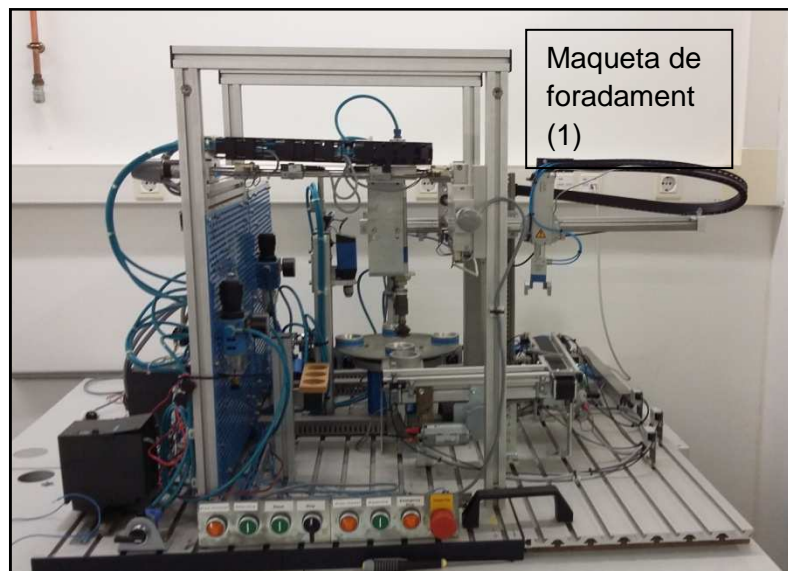


Figura 1. Maqueta 1

En la següent part del procés industrial, com es pot observar en la figura 2, es disposarà de tres maquetes col·locades una al costat de l'altre, connectades mitjançant una cinta, de manera que les peces poden passar d'una maqueta a un altre.

La maqueta col·locada a la dreta, serà la que s'encarregarà de tornar a comprovar la peça pels dos costats, rebutjant les peces que no tinguin el forat correctament executat. Cal mencionar que aquesta maqueta serà la que proporcionarà aire comprimit als elements de les tres maquetes i des de on s'activarà la cinta principal.

La següent maqueta, col·locada a l'esquerra, serà l'encarregada de classificar les peces de tres tipus en les diferents cintes de les que disposa. La cinta sobrant, en aquest procés, s'utilitzarà per classificar les peces quan alguna de les cintes estigui plena.

L'última maqueta serà la col·locada al centre, la qual s'encarregarà de realitzar una matriu amb les diferents peces mecanitzades i classificades. La matriu dissenyada per aquest projecte serà de dos peces negres, dos peces vermelles i dos peces metàl·liques, respectivament.



Figura 2. Maquetes 3, 4 i 2, respectivament

La comunicació entre maquetes es durà a terme de la manera següent. Tal com es mostra en la figura 3, la maqueta de foradament enviarà un senyal a la maqueta de control de qualitat, indicant que s'ha finalitzat la mecanització de la primera peça, donat que les dos maquetes estan situades a una certa distància i per tant s'haurà de simular que la peça arriba a la maqueta.

La maqueta de control de qualitat, al rebre la senyal de la primera maqueta, inicialitzarà el seu procés. Un cop finalitzat el procés de comprovació del forat, la peça es dirigirà amb l'ajuda de la cinta principal a la maqueta de classificació, per la qual cosa no serà necessària una comunicació entre elles.



Finalment, la maqueta de classificació realitzarà el seu propi procés fins que la maqueta de paletització reclami una peça, de manera que la maqueta de classificació, al rebre el senyal, enviarà la peça demanada. Les dos maquetes, tot i que es comuniquen, realitzen el seu procés independentment la una de l'altre.

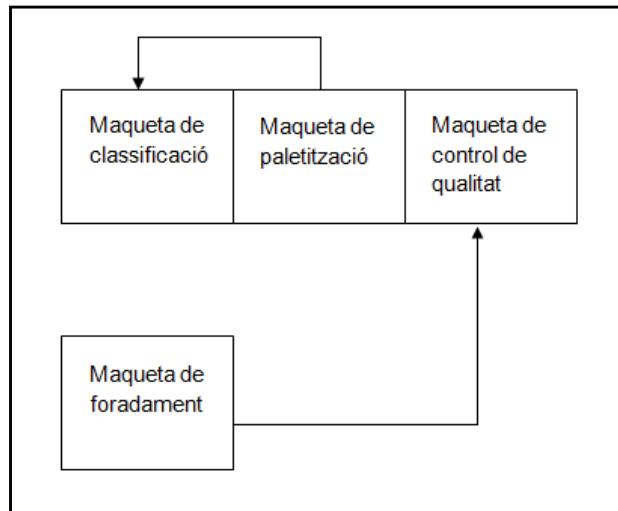


Figura 3. Comunicació entre les 4 maquetes

A continuació s'explicaran les quatre maquetes, una a una, anomenant els elements de les que disposen. També es realitzaran els GRAFCETS (GRAPhe Fonctionnel de Commande, Étapes Transitions) del programa dissenyat de cada una de les maquetes amb l'ajuda de la guia GEMMA (Guide d'Etude des Modes de Marches et d'Arrêts). Finalment, s'explicarà el programa executat amb el software.

### 3. INSTAL·LACIÓ DE LES MAQUETES

Per tal de dur a terme la tasca per la que han estat dissenyades les maquetes, es disposarà de diversos elements. En aquest apartat, es contemplaran dits elements amb les seves característiques, així com una breu introducció de les diferents parts de la maqueta.

#### 3.1. Maqueta de foradament

En la primera part del procés automatitzat, es disposa d'un polsador de marxa que iniciarà el procés, un polsador de reset per provocar una parada momentània, un interruptor selector per escollir si es vol un cicle únic o continu i un polsador d'emergència per provocar una parada del sistema. Un cop es premi el polsador de marxa i detectant la presència de peça amb el sensor barrera del inici de les cintes, les cintes s'activaran mitjançant dos motors, transportant la peça fins el sensor de final de cinta on el xuclador la recollirà.

Posteriorment, es transportarà la peça al llarg de l'eix Y on hi ha una sèrie de sensors per detectar les diferents posicions del xuclador. Quan el xuclador arribi al panell giratori es col·locarà la peça al primer plat, sent detectat pel sensor. Un cop es té la peça col·locada, el panell girarà fins a la següent posició, utilitzant el sensor de quart de volta per aturar-lo en cada estació. A més, es disposarà de varis elements que, tot i que se n'ha realitzat el seu cablejat, no es tindran en compte per aquest procés com el sensor de proximitat de la tanca metàl·lica, els sensor de l'element d'aguantar peça al recipient del trepant, els sensors del braç xuclador que no s'utilitzen, el sensor de peça al recipient i els relés del motor M1 del braç xuclador de l'eix X, l'element d'aguantar peça i l'electrovàlvula de doble efecte que obre i tanca la tanca metàl·lica.

En la taula 1 es recullen les entrades de la botonera amb la seva corresponent etiqueta, entrada al PLC (Programmable Logic Controller), tipus d'entrada, model i funció per a la que està dissenyada.

ENTRADES				
Etiqueta	PLC	Tipus	Model	Funció
S101	I9.6	Polsador	Moeller EK10	Marxa
S102	I8.0	Polsador	Moeller EK10	Reset
S103	I9.7	Interruptor	Moeller EK10	Selecció de cicle
	I12.3	Polsador emergència	Moeller EK01	Emergència

Taula 1. Entrades de la botonera de la maqueta 1

En la taula 2, es recullen les entrades utilitzades pel procés actual. Es disposa de variis sensor de proximitat pels elements pneumàtics (moviment vertical del xuclador, moviment horitzontal i vertical de la pinça, posicions del panell giratori, moviment vertical de la broca i moviment vertical de l'element comprovador), un sensor optoelectrònic per la posició del primer plat del panell i dos sensor barrera per la posició de la peça al inici i final de cinta.

<b>ENTRADES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
A1	I12.0	Sensor de proximitat	FESTO SMTO-1-PS-S-L-LED-24C	Moviment vertical xuclador.
A2	I12.1	Sensor de proximitat	FESTO SMTO-1-PS-S-L-LED-24C	
B3	I8.3	Sensor de proximitat	FESTO SMTO-1-PS-S-L-LED-24C	Primera posició del braç xuclador eix Y
B5	I8.6	Sensor de proximitat	FESTO SMTO-1-PS-S-L-LED-24C	Última posició del braç xuclador eix Y
B1	I0.4	Sensor de proximitat	FESTO SMEO-4-K-LED-24	Posició vertical de la broca.
B2	I0.5	Sensor de proximitat	FESTO SMEO-4-K-LED-24	
2B3	I0.6	Sensor de proximitat	FESTO SMEO-4-K-LED-24	Posició vertical del comprovant.
2B4	I0.7	Sensor de proximitat	FESTO SMEO-4-K-LED-24	
3B7	I9.3	Sensor inductiu	FESTO SIE-M8S-PS-S-LED	Sensor quart de volta.
3B8	I9.2	Sensor òptic	FESTO SOE-RT M12-PS-KLED	Sensor peça 1r plat del plat giratori.
S1	I1.2	Sensor barrera	FESTO SOEG-L-Q30-P-A-S-2L	Sensor inici cinta
S3	I1.1	Sensor barrera	FESTO SOEG-L-Q30-P-A-S-2L	Sensor final cinta
A0	I1.0	Sensor de proximitat	FESTO CRMST-8-PS-K-LED-24	Moviment horitzontal pinça.
A1	I1.5	Sensor de proximitat	FESTO CRMST-8-PS-K-LED-24	
C0	I0.0	Sensor de proximitat	FESTO CRMST-8-PS-K-LED-24	Moviment vertical pinça.
C1	I9.4	Sensor de proximitat	FESTO CRMST-8-PS-K-LED-24	

Taula 2. Entrades dels sensors de la maqueta 1

En la taula 3, es recull d'igual manera les sortides que controla el PLC pel present procés. Es disposa de varies electrovàlvules pels moviments del braç xuclador, la pinça, la broca i el comprovant i de relés pels motors de les cintes i del moviment horitzontal del braç.

<b>SORTIDES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
K3	Q12.2	Relé	SCHRACK RP420024	Motor M2 Braç Xuclador Eix Y
K4	Q12.6	Relé	SCHRACK RP420024	
Y1	Q12.7	Electrovàlvula	FESTO JMYH-5/2-M5-L-LED	Baixar pistó braç xuclador
Y2	Q8.7	Electrovàlvula	FESTO JMYH-5/2-M5-L-LED	Pujar pistó braç xuclador.
Y3	Q12.5	Electrovàlvula	FESTO JMYH-5/2-M5-L-LED	Activar succió.
Y4	Q12.1	Electrovàlvula	FESTO JMYH-5/2-M5-L-LED	Desactivar succió.
H101	Q12.3	Pilot	MOELLER RLF-GE	Indicador lluminós de parada
K1	Q0.0	Relé	SCHRACK RP420024	Activar motor trepant
K2	Q0.1	Relé	SCHRACK RP420025	Activar motor Girar Panell.
Y1	Q0.2	Electrovàlvula	FESTO JMYH-5/2-M5-L-LED	Baixar la broca
Y2	Q0.3	Electrovàlvula	FESTO JMYH-5/2-M5-L-LED	Pujar la broca
Y3	Q0.4	Electrovàlvula	FESTO JMYH-5/2-M5-L-LED	Baixar comprovant
Y11	Q8.0	Electrovàlvula	FESTO MSZ-E-3-24DC	Moviment horitzontal pinça.
Y12	Q8.1	Electrovàlvula	FESTO MSZ-E-3-24DC	
Y13	Q1.1	Electrovàlvula	FESTO MSZ-E-3-24DC	Moviment vertical pinça.
Y14	Q1.0	Electrovàlvula	FESTO MSZ-E-3-24DC	Tanca la pinça.
K0	Q8.2	Relé	SCHRACK RP420024	Activa motor M0 Cinta 1
K1	Q8.3	Relé	SCHRACK RP420024	Activa motor M1 Cinta 2

Taula 3. Sortides de la maqueta 1

Finalment, es contemplaran en dos taules les entrades i sortides que, tot i que se n'ha realitzat el cablejat, formaven part de l'anterior procés de manera que no s'utilitzaran ni es tindran en compte en el present procés.

En la taula 4, es recullen les entrades que no s'utilitzen pel procés actual.

<b>ENTRADES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
S2	I1.3	Sensor barrera	FESTO SOEG-L-Q30-P-A-S-2L	Sensor peça a tanca
B	I0.1	Sensor de proximitat	FESTO CRMST-8-PS-K-LED-24	Estat tanca metàl·lica
B0	I8.1	Sensor de proximitat	FESTO SMTO-1-PS-S-L-LED-24C	Primera posició del xuclador eix X
B1	I8.2	Sensor de proximitat	FESTO SMTO-1-PS-S-L-LED-24C	Segona posició del xuclador eix X
B2	I8.5	Sensor de proximitat	FESTO SMTO-1-PS-S-L-LED-24C	Segona posició del xuclador eix Y
B4	I8.4	Sensor de proximitat	FESTO SMTO-1-PS-S-L-LED-24C	Posició xuclador eix Y al recipient
B6	I1.4	Sensor de proximitat	FESTO SOE-RT/L-M18-PS-LEDB	Sensor braç xuclador a B6
3B5	I9.0	Sensor de proximitat	FESTO SMT-5-PS-K-LED-24	Posició horitzontal aguanta peces
3B6	I9.1	Sensor de proximitat	FESTO SMT-5-PS-K-LED-24	
B6	I8.7	Sensor òptic		Sensor peça a comprovador

Taula 4. Entrades no utilitzades en el procés de la maqueta 1

En la taula 5, es recullen les sortides que no s'utilitzen en el procés actual.

<b>SORTIDES</b>				
<b>Tag</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
K1	Q12.4	Relé	SCHRACK RP420024	Motor M1 Braç Xuclador Eix X
K2	Q12.0	Relé	SCHRACK RP420024	
Y15	Q8.4	Electrovàlvula doble efecte	MSZ-E-3-24DC	Tancar la tanca metàl·lica
Y15	Q8.5	Electrovàlvula doble efecte	MSZ-E-3-24DC	Obrir la tanca metàl·lica
Y4	Q0.5	Electrovàlvula doble efecte	JMYH-5/2-M5-L-LED	Punxó aguanta peces

Taula 5. Sortides no utilitzades en el procés de la maqueta 1

En la imatge de la figura 4, es poden contemplar els diferents elements mecànics de la maqueta de foradament que permeten, amb l'ajuda dels sensors i pre-actuadors descrits anteriorment, dur a terme el procés de foradament.

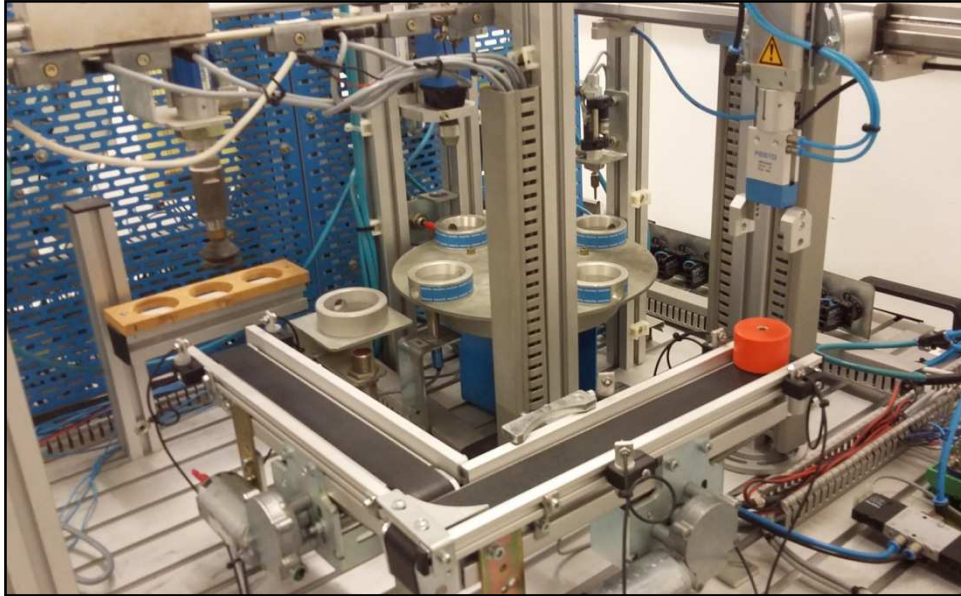


Figura 4. Imatge de la maqueta 1 (maqueta de foradament)

Tal com es mostra en la figura 5, es disposa de dos cintes transportadores, les quals s'encarreguen de transportar la peça des del punt de partida fins el punt de recollida al final de la segona cinta.



Figura 5. Imatge de les dos cintes

El braç xuclador de la figura 6 porta la peça de la cinta transportadora fins a la primera posició del plat giratori. Aquest braç xuclador disposa de dos electrovàlvules que permeten el seu moviment vertical i un motor de doble sentit que permet el seu moviment horitzontal.

També disposa d'una electrovàlvula per executar l'efecte ventosa i poder mantenir la peça subjectada.



Figura 6. Imatge del braç xuclador

Un plat giratori, tal com es veu en la figura 7, que s'encarrega de traslladar la peça per les diferents estacions; estació de foradar, estació de comprovar i estació de recollida, amb la seva corresponent plataforma.

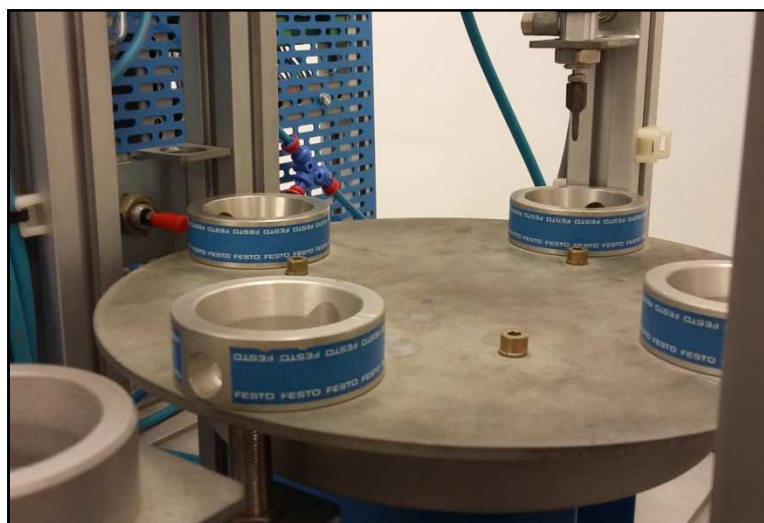


Figura 7. Imatge del panell giratori

El trepant de la figura 8 realitza el foradat de les peces cilíndriques. Aquest trepant té un motor per realitzar el forat i dos electrovàlvules per baixar-lo i pujar-lo.



Figura 8. Imatge del trepant

El punxó de la figura 9 s'encarrega de comprovar que s'hagi realitzat el forat en la peça correctament. Per realitzar el moviment vertical s'ajudarà d'una sola electrovàlvula.



Figura 9. Imatge de l'element comprovador



La pinça de la figura 10 transporta la peça del panell giratori a la cinta transportadora. La pinça disposa de quatre electrovàlvules; una pel moviment vertical, un altre per tancar la pinça i dos pel moviment horitzontal.



Figura 10. Imatge de la pinça

### 3.2. Maqueta de control de qualitat

En aquesta part del procés automatitzat, es procedeix a comprovar si la peça corresponent té el forat correctament executat. Per fer-ho, primer es detectarà pel sensor de peces de l'entrada, on el retenidor la manté subjecta, confirmant que ha arribat una peça del mòdul de foradament. El braç es mourà fins el sensor de recollida de peces i un cop hagi arribat el braç robòtic la recollirà, transportant-la posteriorment en la plataforma on el sensor detectarà que hi ha peça i l'altre sensor comprovarà si té forat en algun dels dos costats. En cas que la peça sigui correcte, el braç robòtic transportarà la peça a la cinta principal i aquesta la dirigirà a la següent part del procés. Si la peça és errònia, el braç robòtic rebutjarà la peça deixant-la al cubell. En la taula 6 s'observen les entrades de la botonera.

ENTRADES				
Etiqueta	PLC	Tipus	Model	Funció
I0.0	I8.0	Polsador emergència	Moeller EK01	Emergència
I0.1	I8.1	Polsador	Moeller EK10	Marxa
I0.2	I8.2	Interruptor	Moeller EK10	Selector MAN-AUTO (AUTO=1; MAN=0)
I0.3	I8.3	Interruptor	Moeller EK10	Selector IND-INT (IND=1; INT=0)
I0.4	I8.4	Polsador	Moeller EK10	Reset

Taula 6. Entrades de la botonera de la maqueta 2

En la taula 7 es recullen les entrades utilitzades en la maqueta 2.

<b>ENTRADES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
I0.5	I8.5	Sensor de proximitat	SME-8-K-LED-24	Sensor braç endavant
I0.6	I8.6	Sensor de proximitat	SME-8-K-LED-24	Sensor braç enrere
I0.7	I8.7	Sensor inductiu	SIEN-M5B-PS-S-L	Sensor pinça endret
I1.0	I0.0	Sensor inductiu	SIEN-M5B-PS-S-L	Sensor pinça revés
I1.1	I0.1	Sensor inductiu	SIEN-M5B-PS-S-L	Sensor braç girat esquerra
I1.2	I0.2	Sensor inductiu	SIEN-M5B-PS-S-L	Sensor braç girat dreta
I1.3	I0.3	Sensor de proximitat	SME-8-K-LED-24	Sensor braç pujat
I1.4	I0.4	Sensor de proximitat	SME-8-K-LED-24	Sensor braç baixat
I1.5	I0.5	Sensor òptic	SOE-RT/L-M18-PS-S-LED	Sensor peça a plataforma
I1.6	I0.6	Sensor òptic	SOE-RT/L-M18-PS-S-LED	Sensor forat a la peça
I1.7	I0.7	Sensor òptic	SOE-RT/L-M18-PS-S-LED	Sensor peça a cinta
I2.0	I1.0	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Sensor pas obert
I2.1	I1.1	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Sensor pas barrat

Taula 7. Entrades dels sensors de la maqueta 2

En la taula 8 es recullen les sortides utilitzades en la maqueta 2.

<b>SORTIDES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
O0.0	Q0.6	Electrovàlvula	JMYH-5/2-M5-L-LED	Pistó doble efecte A (Braç endavant)
O0.1	Q0.7	Electrovàlvula	JMYH-5/2-M5-L-LED	Pistó doble efecte A (Braç enrere)
O0.2	Q1.0	Electrovàlvula	JMYH-5/2-M5-L-LED	Pistó doble efecte B (Pinça endret)
O0.3	Q1.1	Electrovàlvula	JMYH-5/2-M5-L-LED	Pistó doble efecte B (Pinça a l'inrevés)
O0.4	Q8.0	Electrovàlvula	JMYH-5/2-M5-L-LED	Pistó doble efecte C (Pinça esquerra)
O0.5	Q8.1	Electrovàlvula	JMYH-5/2-M5-L-LED	Pistó doble efecte C (Pinça dreta)
O0.6	Q8.2	Electrovàlvula	JMYH-5/2-M5-L-LED	Pistó doble efecte D (Braç amunt)
O0.7	Q8.3	Electrovàlvula	JMYH-5/2-M5-L-LED	Pistó doble efecte D (Braç avall)
O1.0	Q0.0	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó simple efecte E (Tancar pinça)
O1.1	Q0.1	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó simple efecte F (Retenir peça)
O1.4	Q0.4	Relé	SCHRACK RP420024	Motor cinta tancament

Taula 8. Sortides de la maqueta 2

En la taula 9 hi ha definits els dos elements que s'activaran de forma manual i que s'utilitzen per les tres maquetes, el motor que activa la cinta principal i la vàlvula general d'aire comprimit que proporciona aire a tot el circuit d'aire de les tres maquetes.

<b>ENTRADES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
O1.3	Q0.3	Relé	SCHRACK RP420024	Motor de cinta principal
O1.5	Q0.5			Vàlvula general d'aire comprimit H

Taula 9. Entrades comunes a les maquetes 2, 3 i 4

En la taula 10 es recullen les entrades no utilitzades en la maqueta 2, com els sensors del retenidor del final de la cinta principal i els dos sensors situats a l'entrada i a la sortida de la maqueta.

<b>ENTRADES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
I2.2	I1.2	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Sensor circuit tancat
I2.3	I1.3	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Sensor circuit obert
I2.4	I1.4	Sensor òptic	SOEG-RT-M18- PS-K-L	Sensor peça a l'entrada
I2.5	I1.5	Sensor òptic	SOEG-RT-M18- PS-K-L	Sensor peça a la sortida

Taula 10. Entrades no utilitzades en el procés de la maqueta 2

En la taula 11 hi ha la única sortida que no s'utilitza en la maqueta 2, el pistó que tanca i obre el circuit. Es tracta del retenidor situat al final de la primera part de la cinta principal, el qual desvia les peces a la cinta de tancament o obre el circuit llançant les peces a un cubell. En aquest procés sempre es mantindrà el retenidor tancat.

<b>SORTIDES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
O1.2	Q0.1	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L- LED	Pistó simple efecte G (Tancar circuit)

Taula 11. Sortida no utilitzada en el procés de la maqueta 2

En la imatge de la figura 11 es poden contemplar els diferents elements mecànics de la maqueta de control de qualitat que permeten, amb l'ajuda dels sensors i pre-actuadors descrits anteriorment, dur a terme el procés de comprovació de forat.

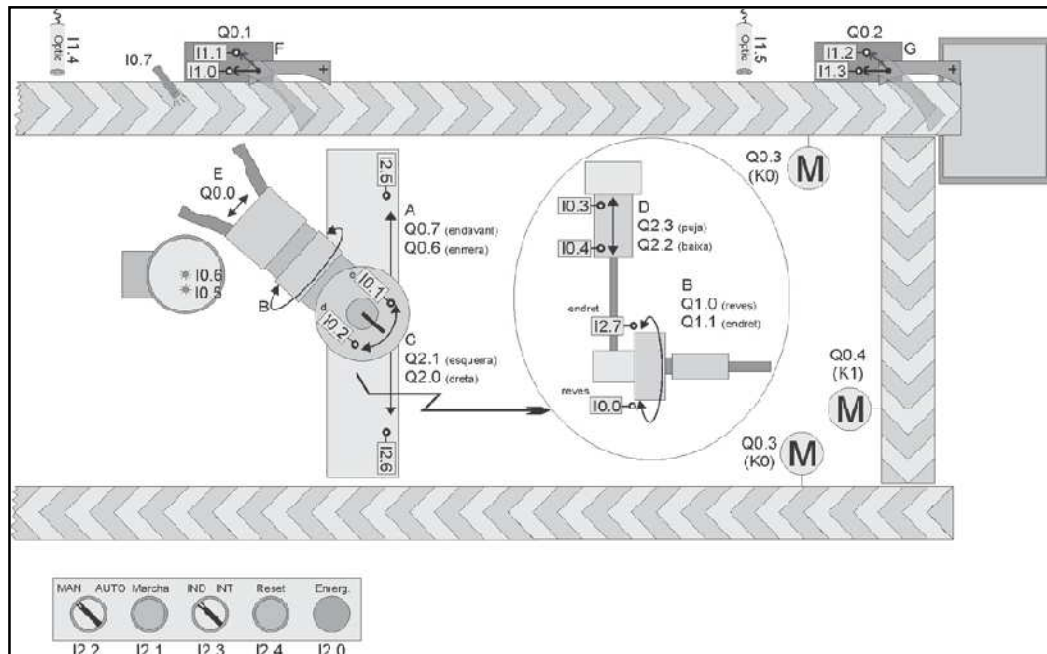


Figura 11. Imatge de la maqueta 2 (maqueta de control de qualitat)

La cinta transportadora principal de la figura 12 connecta les tres maquetes de control de qualitat, de classificació i de paletització per poder portar la peça a través de les diferents maquetes. Aquesta cinta s'activarà manualment, ja que s'hauria d'activar des d'aquesta maqueta i al ser un procés industrial, és necessari que estigui en funcionament sempre per realitzar tots els processos.

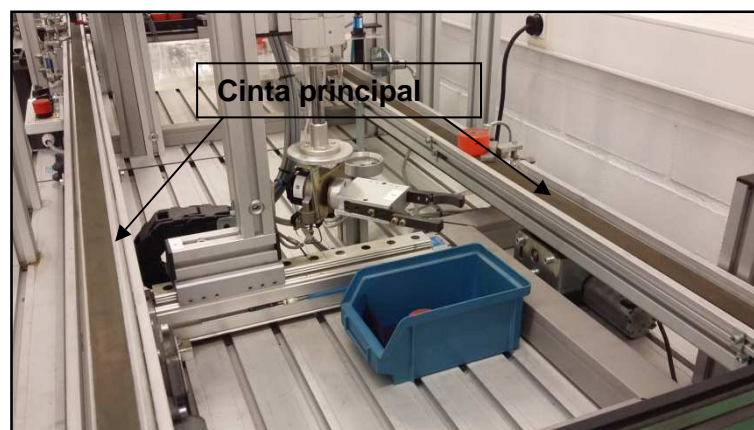


Figura 12. Imatge de la cinta principal

La pinça de la figura 13 serveix per agafar la peça i col·locar-la a la plataforma de comprovació de forat, el cubell de peces rebutjades o a la cinta principal segons convingui. Aquesta pinça disposa de cinc electrovàlvules, una pel moviment endavant i endarrere, gir a l'endret i a l'inrevés, gir esquerre i dreta, moviment amunt i avall i tancar la pinça.



Figura 13. Imatge de la pinça

El retenidor de la figura 14, col·locat al sensor òptic, detecta quan la peça ha arribat a la maqueta provinent de la maqueta de foradament. Aquest retenidor inicialment ja està tancat, de manera que tot i que s'utilitza no s'haurà d'introduir en el programa.



Figura 14. Imatge del retenidor a l'entrada de la maqueta

La figura 15 mostra la cinta de tancament que connecta les dos parts de la cinta principal per transportar la peça de la maqueta de control de qualitat fins a la maqueta de classificació.

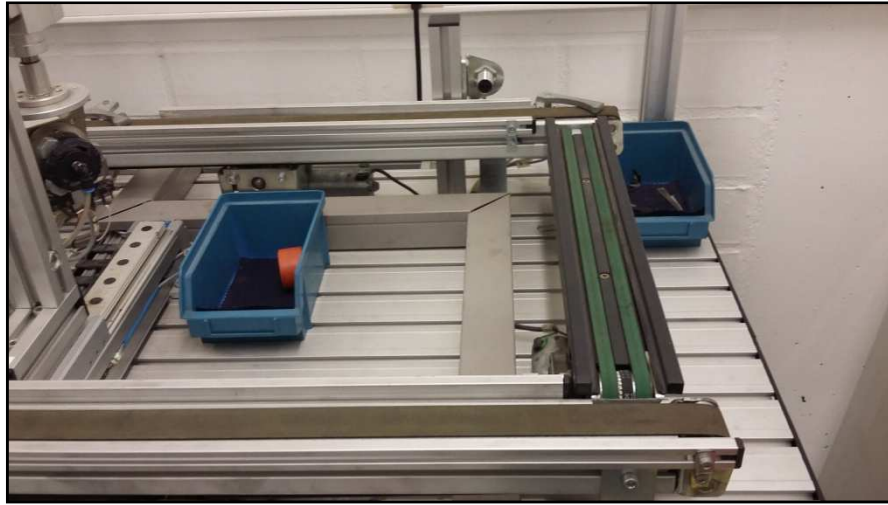


Figura 15. Imatge de la cinta de tancament

En la figura 16 hi ha la vàlvula general d'aire comprimit H per tal de proporcionar aire a les quatre maquetes. Aquest element també es connectarà manualment, ja que proporciona l'aire comprimit a totes les vàlvules de la maqueta de control de qualitat, de la maqueta de classificació i de la maqueta de paletització.



Figura 16. Imatge de la vàlvula general d'aire comprimit H

### 3.3. Maqueta de classificació

En la tercera maqueta, la maqueta de classificació, es disposa de 4 cintes, amb les quals es classificaran segons el color i material totes les peces que vagin arribant, després d'haver set mecanitzades i comprovades prèviament per les maquetes anteriors.

S'utilitzaran quatre cintes per tal de classificar correctament les peces. En la primera cinta es col·locaran les peces negres, en la segona cinta les peces vermelles i en la tercera cinta les peces metàl·liques. Pel que fa a la quart i última cinta, serà utilitzada per col·locar les peces a mesura que la resta de cintes estiguin plenes.

Les peces arribaran per la cinta principal, sent detectades pel sensor de l'entrada que anirà acumulant totes les peces que arribin de la maqueta de control de qualitat. Posteriorment, s'enviaran les peces una per una fins a la zona de detecció de tipus de peça on es disposa dels sensors capacitiu, inductiu i òptic. Finalment, la peça serà desviada a la cinta corresponent mitjançant el desviament col·locat a l'entrada.

Al final de cada una de les cintes hi haurà col·locat una barrera que evitarà que les peces surtin de les cintes. Aquestes barreres s'activaran en cas que la maqueta de paletització demani una peça.

Com es pot observar, en les següents taules hi haurà l'etiqueta que s'utilitza en els diferents elements de la maqueta, l'entrada o sortida a la qual es connecta del PLC, el tipus d'entrada o sortida, el model i la funció que realitza per aquest procés.

En la taula 12 es mostren les entrades de la botonera de la maqueta 3.

<b>ENTRADES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
I2.8	I1.0	Polsador emergència	Moeller EK01	Emergència
I2.9	I1.1	Polsador	Moeller EK10	Marxa
I2.10	I1.2	Interruptor	Moeller EK10	Selector MAN-AUTO (AUTO=1; MAN=0)
I2.11	I1.3	Interruptor	Moeller EK10	Selector IND-INT (IND=1; INT=0)
I2.12	I1.4	Polsador	Moeller EK10	Reset

Taula 12. Entrades de la botonera de la maqueta 3

En la taula 13 es recullen totes les entrades utilitzades en el procés de classificació de peces.

<b>ENTRADES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
I0.0	I0.0	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa pas pistó A
I0.1	I0.1	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa barrera pistó A
I0.2	I0.2	Sensor òptic	SOEG-RT-M18-PS-K-L	Sensor de la cinta 0
I0.3	I0.3	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa pas pistó B
I0.4	I0.4	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa barrera pistó B
I0.5	I0.5	Sensor òptic	SOEG-RT-M18-PS-K-L	Sensor de la cinta 1
I0.6	I0.6	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa pas pistó C
I0.7	I0.7	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa barrera pistó C
I1.0	I8.0	Sensor òptic	SOEG-RT-M18-PS-K-L	Sensor de la cinta 2
I1.1	I8.1	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa pas pistó D
I1.2	I8.7	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa barrera pistó D
I1.3	I8.2	Sensor òptic	SOEG-RT-M18-PS-K-L	Sensor de la cinta 3
I1.4	I8.3	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa cinta 1 pistó E
I1.5	I8.4	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa cinta principal pistó E
I1.6	I8.5	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa cinta principal pistó F
I1.7	I8.6	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa cinta 2 pistó F
I2.0	I9.0	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa cinta 3 pistó G
I2.1	I9.1	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa cinta principal pistó G
I2.2	I9.2	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa pas pistó H
I2.3	I9.3	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa barrera pistó I
I2.4	I9.4	Sensor de proximitat	SME-8-S-LED-24	Final de cursa pas pistó I
I2.5	I9.5	Sensor inductiu	SIEN-M18-PS-S-L	Sensor inductiu
I2.6	I9.6	Sensor òptic	SOEG-RT-M18-PS-K-L	Sensor òptic
I2.7	I9.7	Sensor capacitiu	D.ER-SCE-M18 150759	Sensor capacitiu
I2.13	I1.5	Sensor capacitiu	D.ER-SCE-M18 150759	Sensor capacitiu entrada I

Taula 13. Entrades dels sensors de la maqueta 3



En la taula 14, es poden trobar les sortides utilitzades en el procés de classificació de peces.

<b>SORTIDES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
O0.0	Q0.0	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó doble efecte barrera A (retenció de peces cinta 0)
O0.1	Q0.1	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó doble efecte barrera B (retenció de peces cinta 1)
O0.2	Q0.2	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó doble efecte barrera C (retenció de peces cinta 2)
O0.3	Q0.3	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó doble efecte barrera D (retenció de peces cinta 3)
O0.4	Q0.4	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó doble efecte desviament E (desviament de peces cinta 1)
O0.5	Q0.5	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó doble efecte desviament F (desviament de peces cinta 2)
O0.6	Q0.6	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó doble efecte desviament G (desviament de peces cinta 3)
O0.7	Q0.7	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó simple efecte H (retenció de peces en els sensors)
O1.0	Q1.0	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó simple efecte I (retenció de peces a l'entrada)
O1.1	Q8.0	Relé	SCHRACK RP420024	Motor cinta 0
O1.2	Q8.1	Relé	SCHRACK RP420024	Motor cinta 1
O1.3	Q8.2	Relé	SCHRACK RP420024	Motor cinta 2
O1.4	Q8.3	Relé	SCHRACK RP420024	Motor cinta 3

Taula 14. Sortides de la maqueta 3

En la figura 17, es poden contemplar els diferents elements mecànics de la maqueta de classificació que permet, amb l'ajuda dels sensors i pre-actuadors descrits anteriorment, dur a terme el procés de classificació en les tres cintes que s'observen.

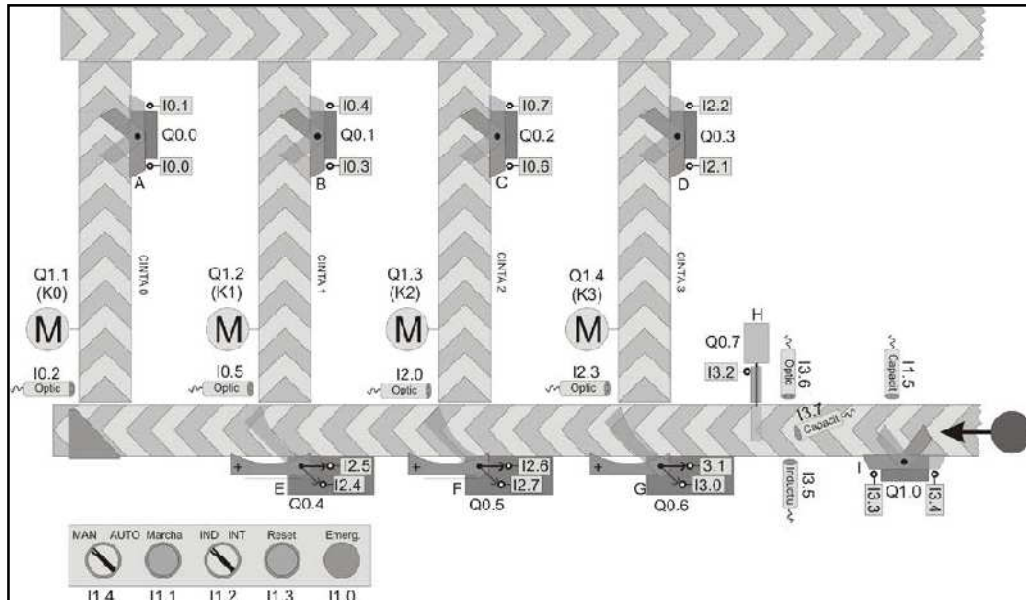


Figura 17. Imatge de la maqueta 3 (maqueta de classificació)

El retenidor de la figura 18, col·locat a l'entrada de la maqueta, deixa en espera les peces fins que es doni pas. S'activa mitjançant un pistó de simple efecte.

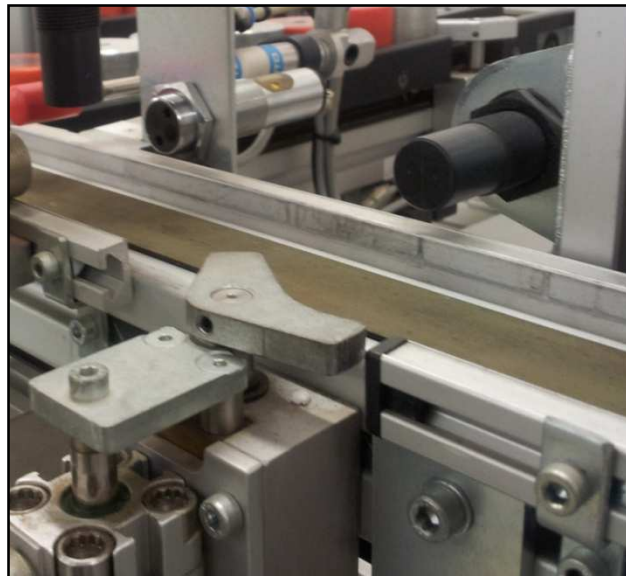


Figura 18. Imatge de la barrera a l'entrada del procés

En la figura 19 s'observa el retenidor col·locat al sensors, que permet retenir la peça fins que es detecti de quin tipus és. S'activa mitjançant un pistó de simple efecte.

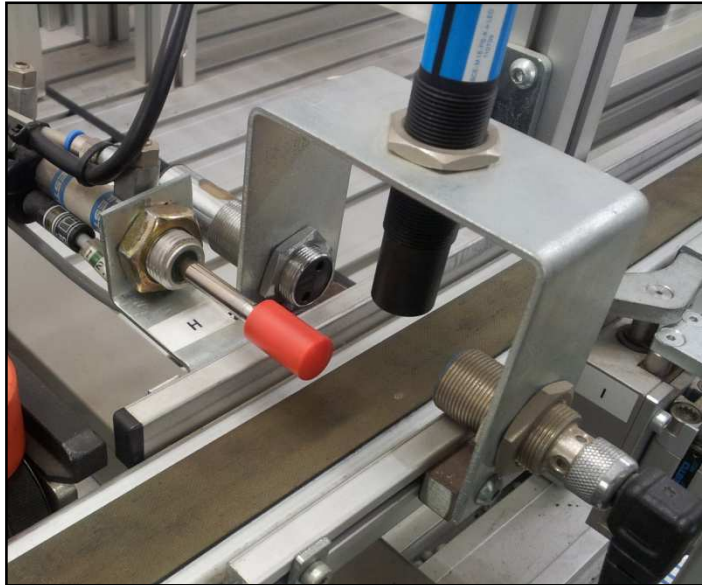


Figura 19. Imatge de la barrera dels sensors

En la figura 20 es mostren quatre cintes, de les quals; la primera cinta classifica les peces negres, la segona cinta les peces vermelles, la tercera cinta les peces metàl·liques i la quarta cinta les peces sobrants.



Figura 20. Imatge de les cintes de classificació

En la figura 21 es poden veure els tres retenidors, cada un col·locats al inici de la cinta 1, cinta 2 i cinta 3 que desviaran la peça a alguna de les cintes. Seran activats per una electrovàlvula de simple efecte.

La cinta 0 (cinta col·locada a l'esquerra) no disposa de desviador de peces, ja que està col·locat al inici del procés on ja hi ha col·locat un desviament estàtic.



Figura 21. Imatge dels desviaments al inici de les cintes

En la figura 22, es pot veure un element col·locat al final de cada una de les diferents cintes que s'encarregaran de, o bé retenir les peça a les cinta, o bé desviar-la per dirigir-la a la maqueta de paletització. Seran activades per una electrovàlvula de simple efecte.



Figura 22. Imatge de la barrera al final de les cintes

### 3.4. Maqueta de paletització

En l'última part del procés, es paletitzaran les peces sobre una matriu 4x4, havent detectat prèviament el tipus de peça amb els sensors òptic, inductiu i capacitiu situats a la cinta.

El xuclador es mourà pels eixos X i Y amb dos motors que s'activen mitjançant un driver, el qual proporciona dos senyals, un per el sentit de l'eix i l'altre per el rellotge que marca les pulsacions.

En la taula 15 es designen els elements de comandament que controlen el procés a automatitzar.

<b>ENTRADES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
I0.0	I0.0	Polsador emergència	Moeller EK01	Emergència
I0.1	I0.1	Polsador	Moeller EK10	Marxa
I0.2	I0.2	Interruptor	Moeller EK10	Selector MAN-AUTO (AUTO=1; MAN=0)
I0.3	I0.3	Interruptor	Moeller EK10	Selector IND-INT (IND=1; INT=0)
I0.4	I0.4	Polsador	Moeller EK10	Reset

Taula 15. Entrades de la botonera de la maqueta 4

En la taula 16 es recullen tots els sensors i finals de cursa utilitzats en el procés.

<b>ENTRADES</b>				
<b>Etiqueta</b>	<b>PLC</b>	<b>Tipus</b>	<b>Model</b>	<b>Funció</b>
I0.6	I0.6	Sensor capacitiu	D.ER-SCE-M18 150759	Sensor capacitiu
I0.7	I0.7	Sensor inductiu	SIEN-M18-PS-S-L	Sensor inductiu
I1.0	I1.0	Sensor òptic	SOEG-RT-M18-PS-K-L	Sensor òptic
I1.1	I1.1	Final de cursa	SMTO-1-PS-S-LED-24C	Final de cursa pistó A (succionador aixecat)
I1.2	I1.2	Final de cursa	SMTO-1-PS-S-LED-24C	Final de cursa pistó A (succionador baixat)
I1.3	I1.3	Sensor de proximitat		Sensor de succió activa
I2.0 (RS0)	I8.0	Sensor de proximitat	SMTO-1-PS-S-LED-24C	Posició zero de la grua (moviment X)
I2.1 (RS1)	I8.1	Sensor de proximitat	SMTO-1-PS-S-LED-24C	Posició zero de la grua (moviment Y)
I2.4 (XS0)	I8.3	Final de cursa	ER-318	Final de cursa grua (X màx.)
I2.5 (YS0)	I8.4	Final de cursa	ER-318	Final de cursa grua (X mín.)
I2.6 (XS1)	I8.5	Final de cursa	ER-318	Final de cursa grua (Y màx.)
I2.7 (YS1)	I8.6	Final de cursa	ER-318	Final de cursa grua (Y mín.)

Taula 16. Entrades dels sensors de la maqueta 4

En la taula 17 es recullen les sortides utilitzades en el procés de paletització.

SORTIDES				
Etiqueta	PLC	Tipus	Model	Funció
O0.0	Q0.0	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Pistó doble efecte A (moviment vertical del xuclador)
O0.1	Q0.1	Electrovàlvula	MYH-5/2-2'3-L-LED	Xuclador B (acció de succió activat)
	Q1.0	Driver		Senyal de rellotge per moviment X
	Q0.3	Driver		Sentit del moviment en X (endavant = 0; enrere = 1)
	Q0.7	Driver		Senyal de rellotge per moviment Y
	Q0.5	Driver		Sentit del moviment en Y (endavant = 0; enrere = 1)

Taula 17. Sortides de la maqueta 4

En la figura 23 es poden observar els elements (sensor i pre-actuadors) que ajuden a configura el procés automatitzat amb les etiquetes corresponents per poder localitzar els elements amb més facilitat.

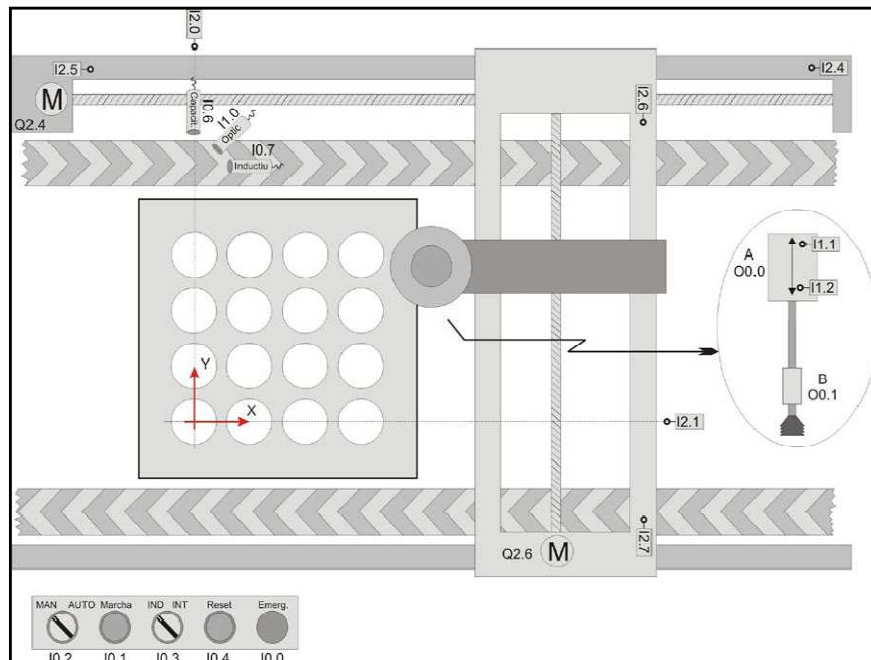


Figura 23. Imatge de la maqueta 4 (maqueta de paletització)

El xuclador de la figura 24 s'encarrega de transporta la peça de la cinta principal als diferents orificis de la matriu. Aquest xuclador disposarà d'una electrovàlvula pel moviment vertical i un altre per activar o desactivar l'acció de succió.



Figura 24. Imatge del braç xuclador

Dos motors, conduïts per un driver que proporcionarà les pulsacions necessàries als dos motors per tal que es pugui transporta el xuclador a través de l'eix X i l'eix Y. A més, proporcionarà dos senyals més indicant el sentit en el que s'haurà de moure el xuclador. En la figura 25 s'observa un dels motors.

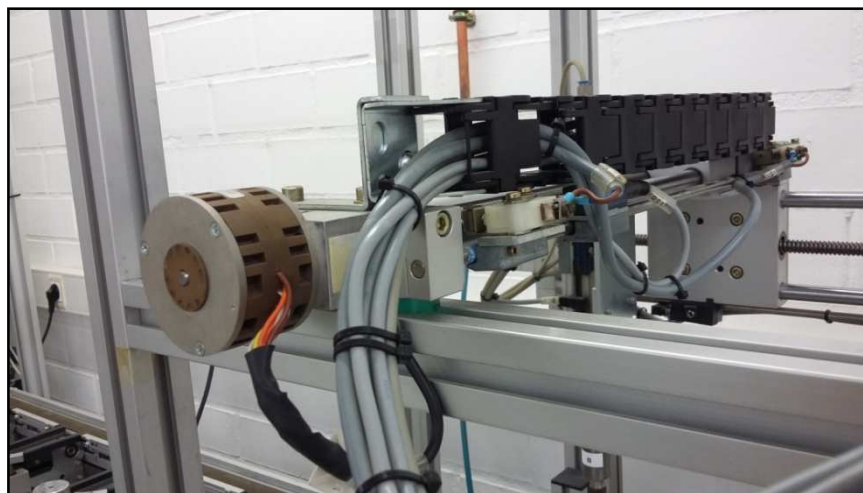


Figura 25. Imatge del motor de l'eix X

## 4. ELEMENTS D'ENTRADA I SORTIDA

Les quatre maquetes disposen d'una sèrie d'elements que permeten activar els actuadors, una botonera amb elements de comandament i indicadors i diversos sensors i detectors que controlen el procés, enviant contínuament informació al PLC.

### 4.1. Elements de comandament i indicadors

La maqueta de foradament disposa de tres pulsadors; Marxa, Reset i Rearme i un commutador de la marca MOELLER EK10. La maqueta de control de qualitat, de classificació i de paletització disposen de dos pulsadors (Marxa i Reset) i dos commutadors (MAN-AUTO i IND-INT). En la figura 26 es poden veure l'aspecte que tenen dits pulsadors.



Figura 26. Pulsadors i commutadors MOELLER EK10

Pulsador MOELLER EK01, situat en les quatre maquetes i utilitzats habitualment per realitzar una parada d'emergència. En la figura 27 s'observa un dels pulsadors d'emergència.



Figura 27. Pulsador d'emergència MOELLER EK01



En la figura 28 es recullen les especificacions dels contactes de la marca MOELLER.

		Contact blocks	Lamp socket blocks	Lamp trans-former block			Contact blocks
<b>Contacts</b>					<b>Switching capacity</b>		
Rated insulation voltage $U_i$ Insulation group C to VDE 0110	V	660/ 800	250	660/ 800	AC voltage (AC-11) Rated making capacity ( $\cos \phi = 0,7$ )	A	60
Rated thermal current $I_{th}$	A	10	-	-	Rated breaking capacity ( $\cos \phi = 0,4$ ) 220(240)/380(415)/500 V	A	66/44/22
Rated operating current $I_e$ AC-11: 220 (240)/380 (415)/500 V	A	6/4/2	-	-	DC voltage (DC-11) Rated making/breaking capacity (L/R $\leq$ 15/50/200 ms)		
Contact life span	Operations	8x10 <sup>6</sup>	-	-	24 V d. c.	A	8/5,5/2
50 VA		3x10 <sup>6</sup>	-	-	60 V d. c.	A	8/5,5/1
100 VA		1,2x10 <sup>6</sup>	-	-	110 V d. c.	A	6/4/0,4
250 VA		0,3x10 <sup>6</sup>	-	-	220 V d. c.	A	3/1/0,2
750 VA		0,1x10 <sup>6</sup>	-	-	(L/R $\leq$ 1 ms)		
1500 VA					24 V d. c.	A	10
Rated operating current $I_e$ DC-11 (L/R = 20 ms)	A	2					
24 V d. c.	A	1					
60 V d. c.	A	0,4					
110 V	A	0,2					
220 V	A						
Contact life span	Operations	1x10 <sup>5</sup>					
50 W		0,75x10 <sup>5</sup>					
100 W		0,25x10 <sup>5</sup>					
300 W		0,05x10 <sup>5</sup>					
600 W							
Through-fault protection without welding in energized state. Max. protective device or max. fuse size, slow, gL	A	PKZM 3-6,3/FAZL 10					
		10					
UL/CSA data							
Max. rated voltage	V a. c.	600	300	600			
Switching capacity A 300 Heavy Pilot Duty A 600 Same polarity	A	10	-	-			

Figura 28. Característiques dels contactes MOELLER

Es disposa d'un pilot indicador MOELLER RLF-GE, que es troba col·locat únicament a la maqueta de foradament i que s'utilitza per detectar la parada. En la figura 29 s'observa l'aspecte que tenen els pilots indicadors.



Figura 29. Indicadors MOELLER RLF-GE

### 4.2. Detectores REED

Els detectors de tipus reed habitualment es troben acoblats a la carcassa dels cilindres pneumàtics, els quals serveixen per detectar l'èmbol metàl·lic del cilindre quan ha arribat a la posició desitjada. El principi de funcionament són els fluxos magnètics, és a dir que quan el sensor reed té un material metàl·lic al costat, hi ha un augment del camp magnètic que ell mateix genera. Aquest increment de camp, comporta el tancament d'un contacte intern.

Aquest tipus de detectors tenen tres cables de connexió. Un cable és l'alimentació, l'altre la massa i el tercer és la sortida del sensor, el qual es connecta a l'entrada de l'autòmat. En la figura 30 es pot veure l'aspecte d'un detector de tipus reed i les seves corresponents connexions.

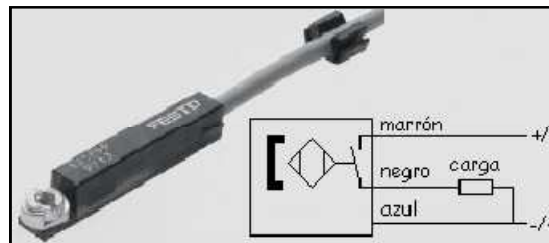


Figura 30. Detector de tipus reed

Es pot utilitzar el codi de la figura 31 per conèixer algunes de les característiques de cada detector reed.

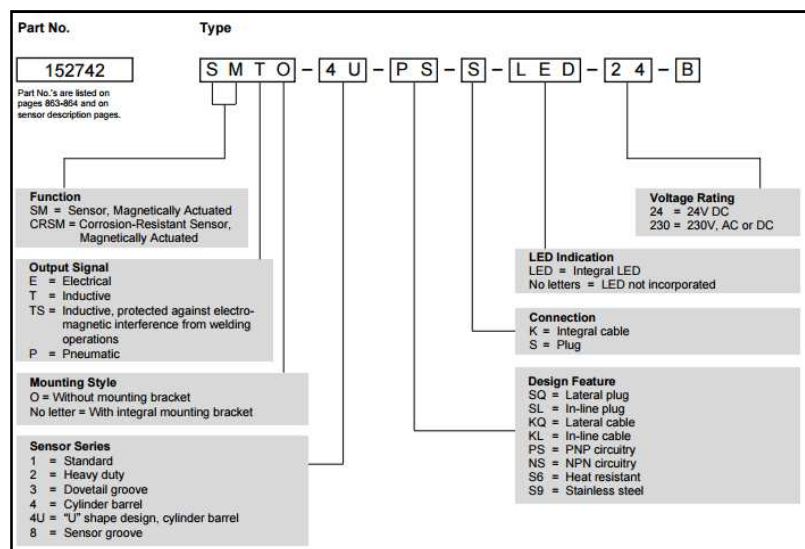


Figura 31. Nomenclatura dels detectors reed

En les quatre maquetes s'utilitzen els detectors reed que es nomenaran a continuació.

Sensor SMTO-1-PS-S-LED-24C, col·locat a la maqueta de foradament, la qual disposa de diferents sensors de proximitat; dos sensors pel moviment vertical del xuclador i sensors per les diferents posicions horitzontals del xuclador. En la maqueta de paletització aquest sensor treballa com a detector de xuclador amunt i avall i com a detector de les posicions zero de l'eix X i l'eix Y. Llegint el codi de la figura 31 es pot saber que és un sensor de tipus magnètic amb una sortida inductiva, sense suport de muntatge, estàndard, amb circuit PNP, sense cable integrat, amb indicador LED (Light Emitting Diode) i alimentat a 24V.

En la figura 32 es pot veure un exemple del sensor de tipus SMTO-1-PS-S-LED-24C.



Figura 32. SMTO-1-PS-S-LED-24C

El voltatge al que estarà alimentat serà 24V i com a molt podrà aguantar 30V d'alimentació, a més d'un corrent màxim d'uns 200 mA, tal com es pot veure en la figura 33.

Voltage type	<b>DC</b>
Nominal operating voltage [DC]	<b>24 V</b>
Operating voltage min. (DC)	<b>10 V</b>
Operating voltage max. (DC)	<b>30 V</b>
Maximum voltage drop	<b>3 V</b>
Switching current max.	<b>200 mA</b>
Idle current max.	<b>8 mA</b>
Contact rating max. (DC)	<b>6 W</b>
Maximum switching frequency	<b>1000 Hz</b>
Degree of protection	<b>IP67</b>

Figura 33. Característiques del SMTO-1-PS-S-LED-24C

Sensor SMEO-4-K-LED-24, com a sensors de proximitat pel moviment vertical de la broca i els sensors de proximitat pel moviment vertical del punxó de comprovació de forat de la maqueta de foradament. A diferència de l'anterior sensor, llegint el codi de la figura 31 es pot saber que és un sensor de tipus magnètic amb senyal de sortida elèctrica, sense suport de muntatge, integrat en el cilindre, amb circuit PNP, amb cable integrat, indicador LED i alimentat amb 24V.

En la figura 34 es pot veure un exemple del sensor SMEO-4-K-LED-24.



Figura 34. SMEO-4-K-LED-24

El sensor treballa entre 12 i 27 V de contínua amb un corrent màxim de 500 mA tal com es mostra en la figura 35, per tant es pot utilitzar per la funció que té en aquesta maqueta.

Order code	Part No./Type	15 708 SMEO-4-K-LED-24	15 709 SMEO-4-K-LED-220	15 146 SMEO-4-S-LED-24
Medium		Magnetic field and electric current		
Design		Heat switch T60		
Mounting		With mounting kit Type SMBR-... on cylinder		
Connection		3-core cable	2-core cable	Plug connector
Switching capacity		Max. 10 W		
Current on contact		Max. 500 mA		
Switching voltage		12 to 27 V DC/AC	12 to 250 V DC/AC	12 to 27 V DC/AC
Conductance		0.15 $\Omega$ max.		
Reproducible switching accuracy		$\pm 0.1$ mm		
Switching frequency		Max. 2000 Hz		
Response time		2 ms		
Degree of protection		IP 67		
Temperature range		- 20 to +60 °C		
Materials		Housing, cover: polymer; cable: PVC		
Weight		0.075 kg		0.019 kg

Figura 35. Característiques del SMEO-4-K-LED-24

Sensor CRSMT-8-PS-K-LED-24 de la figura 36, utilitzat en la maqueta de foradament com a sensors de proximitat pel moviment horitzontal de la pinça i com a sensors de proximitat pel moviment vertical de la pinça.

A diferència de l'anterior sensor, llegint el codi de la figura 31 es pot saber que és un sensor resistent a la corrosió amb senyal de sortida inductiva, amb suport de muntatge, sensor amb ranura, amb circuit PNP, amb cable integrat, indicador LED i alimentat amb 24V.



Figura 36. CRSMT-8-PS-K-LED-24

Treballa entre 10 V i 30 V de contínua i té una sortida digital de tipus PNP a més de saber que és un contacte normalment obert, tal com s'observa en la figura 37.

Cuadro general de productos						
Forma	Tipo de fijación	Principio de medición	Tipo	Tensión de funcionamiento	Salida digital	Elemento de maniobra
Para ranura en T	Montaje en la ranura desde la parte superior, a ras con el perfil del cilindro	Magnetorresistivo	SMT-8M	10 ... 30 V DC	PNP/NPN	Contacto n. a. Contacto n. c.
		Reed magnético	SME-8M	5 ... 30 V AC/DC	Con contacto	Contacto n. a.
	Introducción a lo largo de la ranura, encajable a ras con el perfil del cilindro	Magnetorresistivo	SMT-8	10 ... 30 V DC	PNP/NPN	Contacto n. a.
		Magnetorresistivo, resistente a la corrosión	CRSMT-8	10 ... 30 V DC	PNP	Contacto n. a.
		Reed magnético	SME-8	12 ... 30 V AC/DC	Con contacto	Contacto n. a. Contacto n. c.
		Reed magnético, termorresistente hasta 120°C	SME-8-...S6	0 ... 30 V AC/DC	Con contacto	Contacto n. a.
		Reed magnético	SME-8	3 ... 250 V AC	Con contacto	Contacto n. a.
	Introducción a lo largo de la ranura	Magnetorresistivo	SMT-8-SL	10 ... 30 V DC	PNP	Contacto n. a.
		Reed magnético	SME-8-SL	10 ... 30 V AC/DC	Con contacto	Contacto n. a.
	Con accesorios	Magnetorresistivo	SMT-8-E	10 ... 30 V DC	PNP/NPN	Contacto n. a.
		Magnetoinductivo, resistente a corrientes de soldadura	SMTSO-8E	10 ... 30 V DC	PNP/NPN	Contacto n. a.
		Reed magnético	SMEO-8E	0 ... 30 V DC	Con contacto	Contacto n. a.
		Reed magnético, termorresistente hasta 120 °C	SMEO-8E-...S6	0 ... 30 V DC 5 ... 250 V AC	Con contacto	Contacto n. a.
		Reed magnético	SMEO-8E	3 ... 250 V AC	Con contacto	Contacto n. a.
Para ranura en C	Montaje en la ranura desde la parte superior, a ras con el perfil del cilindro	Magnetorresistivo	SMT-10F	5 ... 30 V DC	PNP/NPN/Sin contactos, 2 hilos	Contacto n. a.
		Reed magnético	SME-10F	10 ... 30 V AC/DC	Con contacto	Contacto n. a.
	Introducción a lo largo de la ranura	Magnetorresistivo	SMT-10	10 ... 30 V DC	PNP/NPN	Contacto n. a.
		Reed magnético	SME-10	12 ... 27 V AC/DC	Con contacto	Contacto n. a.

Figura 37. Característiques del CRSMT-8-PS-K-LED-24

Sensor SME-8-S-LED-24, el qual s'utilitza en la maqueta de control de qualitat per la detecció del pas obert i tancat en la barrera de l'entrada. En la maqueta de classificació, s'utilitza com a finals de cursa pels elements de desviament i els elements retenidors del final de cada una de les cintes. A diferència de l'anterior sensor, llegint el codi de la figura 31 es pot saber que és un sensor de tipus magnètic amb senyal de sortida elèctrica, amb suport de muntatge, sensor amb ranura, sense cable integrat, indicador LED i alimentat amb 24V.

En la figura 38 es pot observar un exemple del sensor SME-8-S-LED-24 amb cable.



Figura 38. SME-8-S-LED-24

El sensor opera en un voltatge de entre 12 i 30 V, amb un corrent màxim de 500 mA, tal com es pot observar en la figura 39.

Max. output current	500 mA
Max. contact rating AC	10 VA
Max. contact rating DC	10 W
Short circuit strength	No
Overload withstand capability	Not available
Operating voltage range AC	12 ... 30 V
Operating voltage range DC	12 ... 30 V
Polarity protected	No
Electrical connection	Cable with plug M8x1 3-pin
Connector exit direction	axial
Material information for crimp connectors	Brass Nickel plated
Cable length	0.3 m
Materials information, cable sheaths	PUR
Mounting type	Clamped in T-slot Insertable into slot lengthwise
Tightening torque	0.2 Nm
Product weight	8 g

Figura 39. Característiques del SME-8-S-LED-24

Sensor SME-8-K-LED-24 de la figura 40, el qual s'utilitza en la maqueta de control de qualitat per la detecció dels moviments del braç amunt, avall, endavant i enrere. L'única diferència amb el sensor SME-8-S-LED-24 és si té cable o no. En aquest cas es disposa d'un sensor magnètic, amb senyal de sortida elèctrica, connexió amb cable, LED integrat i alimentat amb 24V DC.



Figura 40. SME-8-K-LED-24

### 4.3. Sensors inductius

Aquest tipus de sensor serveixen per detectar la presència d'objectes metàl·lics sense necessitat de contacte, utilitzant una bobina elèctrica que genera un camp magnètic. Com en el cas del detector reed, aquest sensor es connecta a través de tres cables.

Depenent de la configuració interna del sensor, la qual s'ha de tenir en compte per la connexió amb el PLC, es poden trobar detectors inductius PNP i NPN.

En la figura 41 es pot observar la connexió de dit sensor inductiu i el seu aspecte.

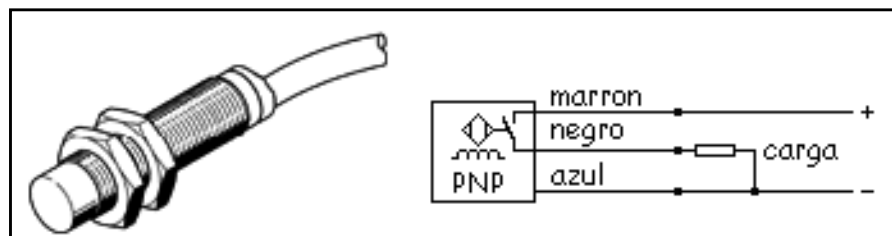


Figura 41. Sensor inductiu

Sensor SIE-M8S-PS-S-LED de la figura 42, com a sensor de proximitat que detecta que el panell giratori de la maqueta de foradament ha fet un quart de volta.



Figura 42. SIE-M8S-PS-S-LED

Com es pot observar, aquesta classe de sensor té un transistor PNP a la sortida i treballa amb un voltatge de entre 10 i 30 V de contínua, que ja serveix per aquesta aplicació.

La distància a la qual detectarà l'objecte serà de 1.5 mm amb una tolerància de 0.01 mm tal com mostra la figura 43, a tenir en compte alhora de col·locar el sensor el més a prop possible a l'àrea de detecció.

Order code	PNP output	19 098 SIE-M 8 S-PS-K = LED	19 100 SIE-M 8 S-PS-S = LED
	NPN output	19 099 SIE-M 8 S-NS-K = LED	19 101 SIE-M 8 S-NS-S = LED
	Adjustable stop	12 482 SJA-M 8 x 1	
	Fixed stop	11 542 SDA-8 x 1-B	
Part No. Type	Stop sleeve	14 501 SJAH-M 8 x 1	
	Medium	Electric current	
Design	Contactless electrical signal generator		
Mounting	Can be installed flush in metal		
	Thread M 8 x 1		
Connection	3-core cable, 2.5 m long	Plug connection	
Switching voltage	10 to 30 V DC		
Residual ripple	Max. 10% to DIN 41755		
Max. switching current	125 mA		
Nominal switching distance (S <sub>n</sub> ) with St 37	1.5 mm		
Actual switching distance (S <sub>r</sub> )	1.35 to 1.65 mm		
Working switching distance (S <sub>w</sub> )	0 to 1.2 mm		
Switching hysteresis	1 to 15% S <sub>r</sub>		
Reproducible switching accuracy	0.01 mm		
Switching frequency	Max. 2 kHz		
Switching time	0.5 ms		
Degree of protection (DIN 40050)	IP 67		IP 65
	Temperature range		
Material	Stainless steel		
Weight	0.100 kg		0.015 kg

Figura 43. Característiques SIE-M8S-PS-S-LED



Sensor SIEN-M18B-PS-S-L de la figura 44, el qual actua com a sensor inductiu en la maqueta de paletització i classificació, detectant si la peça que entra és metàl·lica, ja que s'activarà únicament en aquest cas.



Figura 44. SIEN-M18B-PS-S-L

El sensor treballa a un voltatge de entre 10V i 30V de contínua i un corrent màxim de 200 mA. La distància nominal a la que haurà d'estar col·locada la peça serà d'uns 5 mm, una distància bastant curta, tal com es pot veure en la figura 45.

Order Number Part No./Type	PNP- Output	w/Cable	150418 SIEN-M18B-PS-K-L	150422 SIEN-M18B-PO-K-L	150426 SIEN-M18NB-PS-K-L	150430 SIEN-M18NB-PO-K-L
		w/Plug	150419 SIEN-M18B-PS-S-L	150423 SIEN-M18B-PO-S-L	150427 SIEN-M18NB-PS-S-L	150431 SIEN-M18NB-PO-S-L
	NPN- Output	w/Cable	150416 SIEN-M18B-NS-K-L	150420 SIEN-M18B-NO-K-L	150424 SIEN-M18NB-NS-K-L	150428 SIEN-M18NB-NO-K-L
		w/Plug	150417 SIEN-M18B-NS-S-L	150421 SIEN-M18B-NO-S-L	150425 SIEN-M18NB-NS-S-L	150429 SIEN-M18NB-NO-S-L
Operation			Normally Open	Normally Closed	Normally Open	Normally Closed
Design			Non-contact electrical signal generator			
Mounting			Flush mounting		Non flush mounting	
Installation Diameter			M18 x 1 Threaded			
Nominal Switching Distance	$S_N$		0.20 in / 5 mm		0.31 in / 8 mm	
Actual Switching Distance	$S_r$		0.177 to 0.217 in / 4.50 to 5.50 mm		0.283 to 0.346 in / 7.20 to 8.80 mm	
Useful Switching Distance	$S_U$		0.157 to 0.236 in / 4.00 to 6.00 mm		0.256 to 0.382 in / 6.50 to 9.70 mm	
Working Switching Distance	$S_g$		0.157 in / 4.00 mm		0.256 in / 6.50 mm	
Reproducibility	R		0.006 in / 0.15 mm		0.008 in / 0.20 mm	
Switching Hysteresis	H		0.006 to 0.039 in / 0.15 to 1.00 mm		0.009 to 0.063 in / 0.24 to 1.60 mm	
Line Voltage Range	$U_B$		10 to 30 VDC			
Residual Ripple Range	$U_W$		$\pm 10\% U_B$			
Open Circuit Current	$I_o$		$< = 1$ mA (without LED), (9 mA typical with LED)			
Output Switching Current	$I_e$		200 mA			
Voltage Drop	$U_d$		$< = 3.2$ V			
Residual Current	$I_r$		$< = 0.01$ mA			
Switching Frequency	f		800 Hz		500 Hz	
Ambient Temperature	$T_a$		-13 to +185°F / -25 to +85°C			
Short Circuit Protection			Included, timed			
Insulation Characteristics			Sine-formed test voltage 500 V, Pulse voltage IEC 255-5 1 kV			
Type of Protection			IP 67			
Housing Material			Nickel-plated brass			
Connector Information			PUR-Cable 8.2 ft / 2.5 m long, Socket with cable SIM-M12-...			
Weight			0.26 lb / 0.12 kg w/Cable - 0.09 lb / 0.04 kg w/Plug			

Figura 45. Característiques del SIEN-M18B-PS-S-L

Sensor SIEN-M5B-PS-S-L de la figura 46, col·locat en la maqueta de control de qualitat per detecta el gir del braç a la dreta i a l'esquerra i el gir del braç del dret i del inrevés.

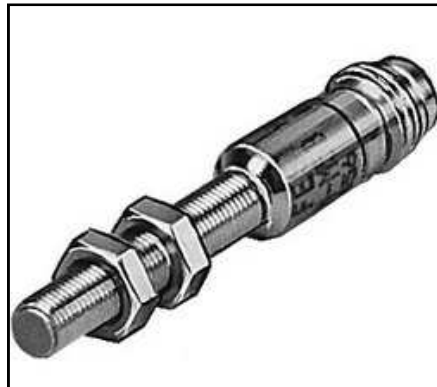


Figura 46. SIEN-M5B-PS-S-L

Aquest sensor, haurà d'estar col·locat a una distància de 0.03 mm, donat que estarà integrat al braç per detectar els moviments de gir. Té una sortida de tipus PNP, treballant a un voltatge de entre 10 i 30 V i amb un corrent de sortida de 200 mA, com s'observa en la figura 47.

Order Number Part No./Type	PNP- Output	w/Cable	150370 SIEN-M5B-PS-K-L	150374 SIEN-M5B-PO-K-L
		w/Plug	150371 SIEN-M5B-PS-S-L	150375 SIEN-M5B-PO-S-L
	NPN- Output	w/Cable	150368 SIEN-M5B-NS-K-L	150372 SIEN-M5B-NO-K-L
		w/Plug	150369 SIEN-M5B-NS-S-L	150373 SIEN-M5B-NO-S-L
Operation			Normally open	Normally closed
Design			Non-contact electrical signal generator	
Mounting			Flush mounting	
Installation Diameter			M5 x 0.5 Threaded	
Nominal Switching Distance		$S_n$	0.03 in / 0.8 mm	
Actual Switching Distance		$S_r$	0.028 to 0.035 in / 0.72 to 0.88 mm	
Useful Switching Distance		$S_u$	0.025 to 0.038 in / 0.64 to 0.96 mm	
Working Switching Distance		$S_a$	0.025 in / 0.64 mm	
Reproducibility		R	0.002 in / 0.04 mm	
Switching Hysteresis		H	0.0004 to 0.0063 in / 0.010 to 0.160 mm	
Line Voltage Range		$U_B$	10 to 30 VDC	
Residual Ripple Range		$U_W$	$\pm 10\% U_B$	
Open Circuit Current		$I_o$	$\leq 10$ mA (with LED)	
Output Switching Current		$I_e$	200 mA	
Voltage Drop		$U_d$	$\leq 2$ V	
Residual Current		$I_r$	$\leq 0.1$ mA	
Switching Frequency		f	3000 Hz	
Ambient Temperature		$T_a$	-13 to +158°F / -25 to +70°C	
Short Circuit Protection			Included, stepped	
Polarity Protection			Included	
Insulation Characteristics			Sine-formed test voltage 500 V, Pulse voltage IEC 255-5 1 kV	
Type of Protection			IP 67	
Housing Material			High grade steel	
Connection Information			PUR-Cable 8.2 ft / 2.5 m long, socket with cable SIM-M8-...	
Weight			0.11 lb / 0.048 kg w/cable – 0.02 lb / 0.009 kg w/plug	

Figura 47. Característiques del SIEN-M5B-PS-S-L

#### 4.4. Sensors òptics

Els sensors òptics detecten la presència d'un objecte que s'interposa entre el feix de llum que emet i el receptor. A continuació s'observen els sensors utilitzats en els processos.

Sensor SOE-RT M12-PS-K-LED de la figura 48, com a sensor optoelectrònic de la maqueta de foradament, col·locat per detectar que la peça està situada en el primer plat del panell giratori.

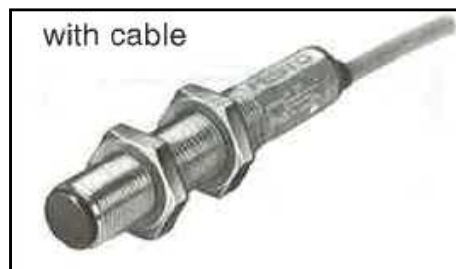


Figura 48. SOE-RT M12-PS-K-LED

Com es pot observar en la següent taula, aquesta classe de sensor té un transistor PNP a la sortida i treballa amb un voltatge de entre 10 i 30 V de contínua. A més, consumeix un corrent de 100 mA i 6 W de potència, i amb una distància a l'objecte a detectar de 100 mm, bastant més superior que el sensor anterior, donat que en aquest cas hi ha més distància entre el sensor i el plat giratori. En la figura 49 es mostren la resta d'especificacions.

	PNP-output	31 336 SOE-RT-M12-PS-K-LED	31 338 SOE-RT-M12-PS-S-LED
			31 340 SOE-RT-M12-PO-S-LED
	NPN-output	31 337 SOE-RT-M12-NS-K-LED	31 339 SOE-RT-M12-NS-S-LED
Medium	Electric current		
Design	Opto-electronic proximity switch		
Mounting	Flush mounting, M12 x 1 thread		
Connection	3-wire cable, 2.5 m long		Plug connection for angle socket
Switching voltage	10 to 30 V DC		
Residual ripple	max. $\pm 10\%$		
Switching current	max. 100 mA		
Contact rating	max. 6 W		
Switching frequency	max. 200 Hz		
Response time	min. 2.5 ms optical influence		
Drop-off time	min. 2.5 ms optical influence		
Nominal switching gap ( $S_n$ )	100 mm		
Effective switching gap ( $S_a$ )	Potentiometer in l.h. stop (min.): 10 to 30 mm		
	Potentiometer in r.h. stop (max.): 0 to 81 mm		
Switching loop	Approach curve and switching hysteresis, see diagram (overleaf)		
Switching hysteresis	$\leq 10\%$ of $S_n$ with axial approach		
Reproducible switching accuracy	$\pm 10\%$ of $S_n$		
Degree of protection	IP 65		
Temperature range	0 to $+60$ °C		
Materials	Socket: nickel plated brass; Lens: acrylic glass		
Weights	0.105 kg		0.025 kg

Figura 49. Característiques del SOE-RT M12-PS-K-LED

Sensor SOE-RT/L-M18-PS-S-LED de la figura 50, el qual s'utilitza en la maqueta de control de qualitat per detecta peça a la cinta, peça a la plataforma i per detecta si hi ha o no forat. Cal tenir en compte que en cas que hi hagi forat, el sensor no s'activarà, de manera que s'haurà de configurar en el programa.



Figura 50. SOE-RT/L-M18-PS-S-LED

Aquest sensor treballa amb un voltatge de entre 10 i 30V de contínua i amb un corrent màxim de 200 mA, com es pot veure en la figura 51.

Per saber si és de tipus PNP o NPN visualment, s'haurà d'observar la part inferior del sensor, de manera que si és gris serà PNP i si es negre serà NPN.

Order code	PNP output	31 341 SOE-RT/L-M18-PS-K-LED	31 343 SOE-RT/L-M18-PS-S-LED
	NPN output	31 342 SOE-RT/L-M18-NS-K-LED	31 344 SOE-RT/L-M18-NS-S-LED
Part No./Type	Adapter	31 732 SOE-LA-M18	
Medium	Electric current		
Design	Opto-electronic proximity sensor		
Mounting	Flush mounting, M18 x 1 thread		
Connection	3-wire cable, 2.5 m long		Plug connection for angle socket
Switching voltage	10 to 30 V DC		
Residual ripple	max. $\pm 10\%$		
Switching current	max. 200 mA		
Switching capacity	max. 6 W		
Switching frequency	max. 250 Hz		
Response time	min. 1.5 ms optical influence		
Drop-off time	min. 2.5 ms optical influence		
Nominal switching gap (S <sub>n</sub> )	see sheet 2.379		
Switching loop	see sheet 2.379		
Switching hysteresis	see sheet 2.379		
Reproducible switching accuracy	see sheet 2.379		
Degree of protection to DIN 40050	IP 65		
Temperature range	0 to +60 °C		
Materials	Housing: brass nickel plated; Lens: acrylic glass		
Weight	0.162 kg		0.082 kg

Figura 51. Característiques del SOE-RT/L-M18-PS-S-LED

Sensor SOEG-RT-M18-PS-K-L de la figura 52, que actuarà com a sensor òptic tan per la maqueta de classificació com per la maqueta de paletització per detectar si la peça és negra, donat que el feix de llum no rebotarà en la peça i no serà detectat pel sensor. També es troba en els sensors del inici de les quatre cintes de classificació.



Figura 52. SOEG-RT-M18-PS-K-L

Com es pot observar en les especificacions del sensor de la figura 53, aquest treballa per un voltatge de 24V de contínua i amb un corrent màxim de 35 mA.

Feature	Data/description
EU conformity (CE)	CE
Note on EU conformity	Electromagnetic compatibility
Signal processing (measuring principle)	infrared
Switch triggering	Reflex
Function on actuation	sender and receiver
Output potential (el. output)	PNP
Coverage range max.	432 mm
Minimum ambient temperature	-5 °C
Maximum ambient temperature	55 °C
Air connection type elec.	Cable
Number of cores	3
Core cross section	0,25 mm <sup>2</sup>
Length of cable	2500 mm
Operating status display	Yellow LED
Short-circuit strength	Pulsed
Protection against incorrect polarity	built-in
Type of mounting	Thread + lock nut
Mounting thread	M 18x1
Material of housing	brass
Material, cable sheath	TPE-U(PU)
Product weight	0,11 kg
Coating of housing	chromed
Voltage type	DC
Nominal operating voltage [DC]	24 V
Operating voltage min. (DC)	10 V
Operating voltage max. (DC)	30 V
Idle current max.	35 mA
Maximum switching frequency	250 Hz

Figura 53. Característiques del SOEG-RT-M18-PS-K-L

#### 4.5. Barrera fotoelèctrica

Aquests detectors consten d'un emissor de llum i d'un receptor, tal com es veu en la figura 54. Quan es troba un objecte al mig de l'emissor i el receptor, aquest últim, al no rebre senyal, genera un senyal conforme s'ha detectat un objecte.

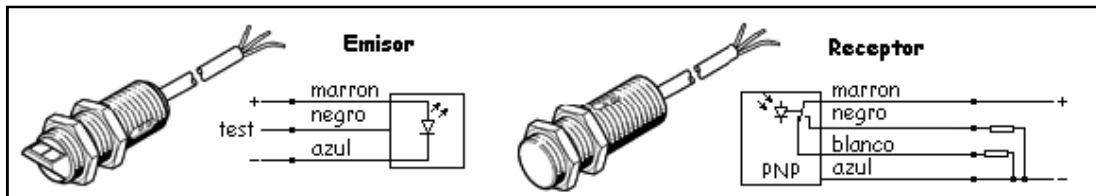


Figura 54. Barrera fotoelèctrica

Sensor SOEG-L-Q30-P-A-S-2L de la figura 55, com a sensor barrera al inici de la primera cinta i un sensor barrera al final de la segona cinta. En aquest cas, el feix de llum és vermell i només s'utilitza en la maqueta de foradament. Com es pot observar en la figura 55 el receptor i l'emissor estan alineats perquè la peça s'interposi.

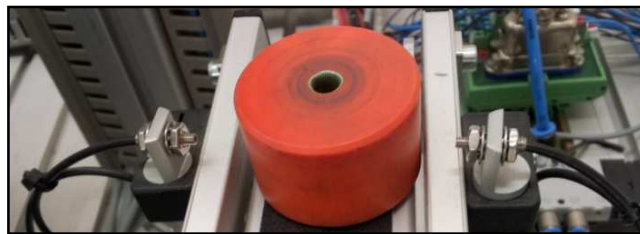


Figura 55. SOEG-L-Q30-P-A-S-2L

Aquests sensors també estaran alimentats a 24V i tindrà un corrent màxim de 25 mA. Aguantarà un voltatge màxim de 30 V com es pot veure en la figura 56.

Voltage type	DC
Nominal operating voltage [DC]	24 V
Operating voltage min. (DC)	10 V
Operating voltage max. (DC)	30 V
Idle current max.	25 mA
Maximum switching frequency	1000 Hz
Degree of protection	IP65

Figura 56. Característiques del SOEG-L-Q30-P-A-S-2L

#### 4.6. Sensor capacitiu

Sensor capacitiu D.ER-SCE-M18 150759 de la figura 57, que serveix detectar el tipus de peça (negra, vermella i metàl·lica) en les maquetes de classificació i paletització i detectar l'entrada de peça en la maqueta de classificació.

El sensor avalua el canvi que es produeix en la capacitancia d'un condensador en un circuit ressonant RC, detectant així elements metàl·lics i no metàl·lics.

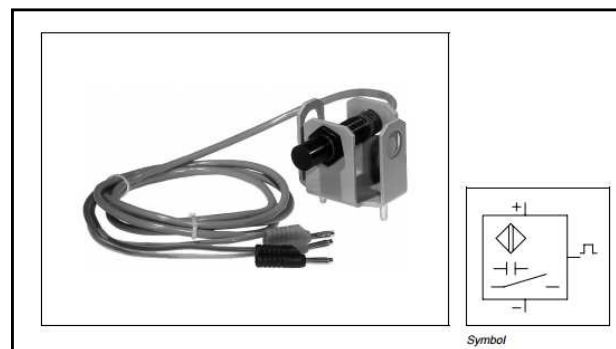


Figura 57. D.ER-SCE-M18 150759

El sensor treballa amb un voltatge de entre 10 i 55 V de contínua i un corrent màxim de 200 mA. A més, disposa d'una sortida de tipus PNP de manera que s'activarà el commutador després d'activar-se el sensor. La distància a la que s'ha de situar la peça ha de ser més petita a 8 mm, com s'observa en la figura 58.

Permissible operating voltage	10 to 55 V DC
Switching output	PNP, normally open
Nominal switching distance (adjustable)	2 to 8 mm
Hysteresis (ref. to nominal switching distance)	3 to 15 %
Maximum switching current	200 mA
Maximum switching frequency	300 Hz
Current consumption (non-activated at 55 V)	7 mA
Permissible ambient operating temperature	-20°C to +70°C
Degree of protection	IP 65
Protection against reversed polarity, short circuit	Yes
Material	Thermoplastic (housing)
Weight	0.20 kg
Connection	Cable with 4 mm plugs

Figura 58. Característiques del D.ER-SCE-M18 150759

#### 4.7. Final de cursa

Final de cursa FESTO ER-318 de la figura 59, el qual es troba a la maqueta de paletització com a final de cursa màxim i mínim dels eixos X i Y que permeten detectar quan el xuclador arriba al final de l'eix.



Figura 59. FESTO ER-318

#### 4.8. Relé

Quatre relés SCHRACK RP420024 en la maqueta de foradament pel motor M1 del moviment del xuclador en l'eix X i pel motor M2 del moviment del xuclador en l'eix Y. Dos relés pel motor del trepant i pel motor del panell giratori. Dos relés per activar el motor M0 de la primera cinta i per activar el motor M1 de la segona cinta. La maqueta de control de qualitat disposa de dos relès, un per la cinta principal i un altre per la cinta de tancament. La maqueta de classificació disposa de quatre relès, un per cada una de les cintes. En la figura 60 se'n pot veure un exemple.

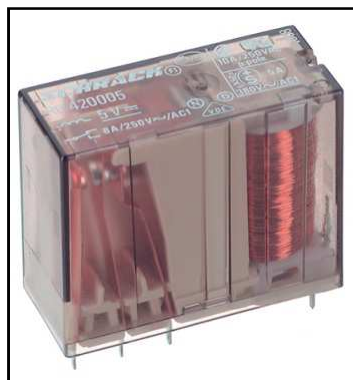


Figura 60. Relé SCHRACK RP420024



Com es pot observar en la figura 61, al tenir el codi 024, el voltatge serà de 24 V, tal com proporciona l'alimentació de la maqueta.

Coil versions, DC coil					
Coil code	Rated voltage VDC	Operate voltage VDC	Release voltage VDC	Coil resistance $\Omega \pm 10\%^{1)}$	Rated coil power mW
005	5	3.5	0.5	54	500
006	6	4.2	0.6	68	500
012	12	8.4	1.2	270	500
024	24	16.8	2.4	1100 <sup>1)</sup>	500
048	48	33.6	4.8	4400 <sup>1)</sup>	500
060	60	42.0	6.0	6540 <sup>1)</sup>	500
110	110	77.0	11.0	23100 <sup>1)</sup>	500

1) Coil resistance  $\pm 15\%$ .  
All figures are given for coil without pre-energization, at ambient temperature +20°C.  
Other coil voltages on request.

Figura 61. Característiques del SCHRACK RP420024

#### 4.9. Electrovàlvules

Dos electrovàlvules MSZ-E-3-24DC pel moviment horitzontal de la pinça, electrovàlvula per baixar la pinça i electrovàlvula per tancar la pinça de la maqueta de foradament. Com es pot observar en la figura 62, treballa amb un voltatge de 24V de contínua i dissipa una potència de 1.28 W.



Figura 62. MSZ-E-3-24DC

L'electrovàlvula JMYH-5/2-M5-L-LED de la figura 63, s'utilitza en la maqueta de foradament per baixar el xuclador, per pujar el xuclador, per activar la succió del xuclador i per desactivar la succió del xuclador. També s'utilitza la mateixa electrovàlvula pel foradat i comprovant, amb una electrovàlvula per baixar la broca del trepant, una per pujar la broca i l'altre per baixar el comprovant. En la maqueta de control de qualitat s'utilitza per les electrovàlvules de tirar el braç endavant i endarrere (A), braç dret i revés (B), braç dreta i esquerra (C) i braç amunt i avall (D).



Figura 63. JMYH-5/2-M5-L-LED

En aquest cas, el voltatge amb el que operarà serà també de 24V i dissiparà una potència de 1.8 W, tal com es veu en la figura 64.

Order code	34 309	34 303
Part No./Type	MYH-5/2-M5-L-LED	MYH-5/2-2.3-L-LED
Medium	Compressed air, 5 µm filtered, unlubricated	
Design	Spool valve, indirectly actuated	
Mounting	Through-holes in housing	
Connection	M5 thread	optional with sub-base
Nominal bore	2.3 mm	
Standard nominal flow rate (1 → 2, 1 → 4)	190 l/min	170 l/min
Pressure range	2 to 8 bar	
Response time at 6 bar	On: 14 ms; off: 26 ms	
Ambient temperature	+ 5 to 50 °C	
Medium temperature	+ 5 to 50 °C	
Materials	Housing: Al; seals: perbunan	
Weight	0.065 kg	
Operating voltage	24 V = $\begin{matrix} +10\% \\ -15\% \end{matrix}$	
Power consumption	1.8 W	
Duty cycle	100%	
Degree of protection	≥ IP 40 (DIN 40050)	

Figura 64. Característiques del JMYH-5/2-M5-L-LED

L'electrovàlvula MYH-5/2-2'3-L-LED de la figura 65, en la maqueta de control de qualitat s'utilitza per tancar la pinça (E), obrir i barra el braç amb el retenidor de l'entrada (F).

En la maqueta de classificació s'utilitza pel retenidor de l'entrada (I), la barrera situada a la identificació del tipus de peça amb els sensors (H), els quatre retenidors del final de les cintes (A, B, C i D) i els tres desviaments de la cinta 1 (E), cinta 2 (F) i cinta 3 (G). En la maqueta de paletització, s'utilitzen dos electrovàlvules de simple efecte pel moviment vertical del xuclador (A) i l'activador de la succió del xuclador (B).



Figura 65. MYH-5/2-2'3-L-LED

L'electrovàlvula opera amb un voltatge de 24 V i consumeix 1.8 W, tal com es veu en la figura 66.

Order code	34 309	34 303
Part No./Type	MYH-5/2-M5-L-LED	MYH-5/2-2.3-L-LED
Medium	Compressed air, 5 µm filtered, unlubricated	
Design	Spool valve, indirectly actuated	
Mounting	Through-holes in housing	
Connection	M5 thread	optional with sub-base
Nominal bore	2.3 mm	
Standard nominal flow rate (1 → 2, 1 → 4)	190 l/min	170 l/min
Pressure range	2 to 8 bar	
Response time at 6 bar	On: 14 ms; off: 26 ms	
Ambient temperature	+ 5 to 50 °C	
Medium temperature	+ 5 to 50 °C	
Materials	Housing: Al; seals: perbunan	
Weight	0.065 kg	
Operating voltage	24 V = $\pm 10\%$ $\pm 15\%$	
Power consumption	1.8 W	
Duty cycle	100%	
Degree of protection	≥ IP 40 (DIN 40050)	

Figura 66. Característiques del MYH-5/2-2'3-L-LED

#### 4.10. Circuit driver ESD-1200

El circuit driver ESD-1200 de la maqueta de paletització que mostra la figura 67 manipula els dos motors pas a pas que controlen el moviment del braç grua al llarg dels dos eixos.

Aquest driver pren com a entrada per cada motor una senyal de rellotge i un bit de sentit de gir. Amb el bit de sentit de gir es controla el sentit del moviment de la grua. Per cada flanc de baixada detectat en la senyal de rellotge el driver fa avançar un pas el motor.



Figura 67. Driver ESD-1200

En la taula 18 es mostren les sortides que activen cada un dels senyals del driver.

Sortides PLC	Funció
Q1.0	Relloige de l'eix X
Q0.3	Sentit de l'eix X
Q0.7	Relloige de l'eix Y
Q0.5	Sentit de l'eix Y

Taula 18. Sortides del PLC

Les especificacions de la placa del driver ESD-1200 s'inclouen en la figura 68.

Specifications	
1 Power motor supply volt.	AC 18 to 44 V - DC 22 to 60 V
2 Power logic supply volt.	AC 18 V - DC 24 V
3 Auxiliary DC output volt.	U = 24V, I = 300 mA
4 Max phase current	ESD1200: 2A · ESD1300: 3A
5 Logic input	low level: 0...2 V or short circuit · high level: 10...12V or open circuit
6 Logic output (Fault, Zero)	open collector NPN, 30 Vmax, Imax = 15 mA
7 Max. clock frequency	40 kHz in half-step mode, minimum pulse width 10 ms
8 Int. oscillator	- slow range 100 Hz to 4 kHz not ramped - fast range 2 kHz to 40 kHz ramped (ramp accel. 60 ms - decel. 30 ms)
9 Current level adjustment	with jumper, 8 current levels or with external resist. (pin 32a)
10 Current reduction	stand by function 50% reduction by jumper
11 Temperature	operating 0°C to 50°C · storage -40°C to 85°C
12 Protection	overload · short circuit phase to phase and across phase
13 Fuses	FS1 logic supply 1A FS2 motor supply 3.15A (ESD1200), 4A (ESD1300)
14 Size / Connector	160 x 100 x 35 mm / DIN 41612 D32

Figura 68. Característiques driver ESD-1200

## 5. AUTOMATITZACIÓ DE LA MAQUETA DE FORADAMENT

En la primera maqueta es disposa d'un procés de foradat de peces cilíndriques, de manera que utilitzant la guia GEMMA es podran conèixer els diferents estats en els que es pot trobar el procés.

### 5.1. GEMMA

Com es pot observar en la guia GEMMA de la figura 69, el procés s'inicialitza polsant el polsador de Marxa passant directament a la producció normal (F1), donat que no cal preparar cap element prèviament a inicialitzar el procés.

Durant la producció normal es poden produir tres esdeveniments; que es seleccioni el cicle únic amb el commutador en qualsevol moment del programa, fent que es produeixi una única peça i a continuació s'aturi el procés (F3), l'altre es que es premi el polsador Reset en qualsevol moment del programa, de manera que el procés s'aturi momentàniament inicialitzant la parada demanada (A3) fins que es premi el polsador de Marxa i es torni a la producció normal i per últim que es premi el polsador Emergència aturant el procés (D1) i posant el procés en l'estat inicial (A6). El polsador Emergència es pot polsar des de qualsevol estat en el que es trobi el procés.

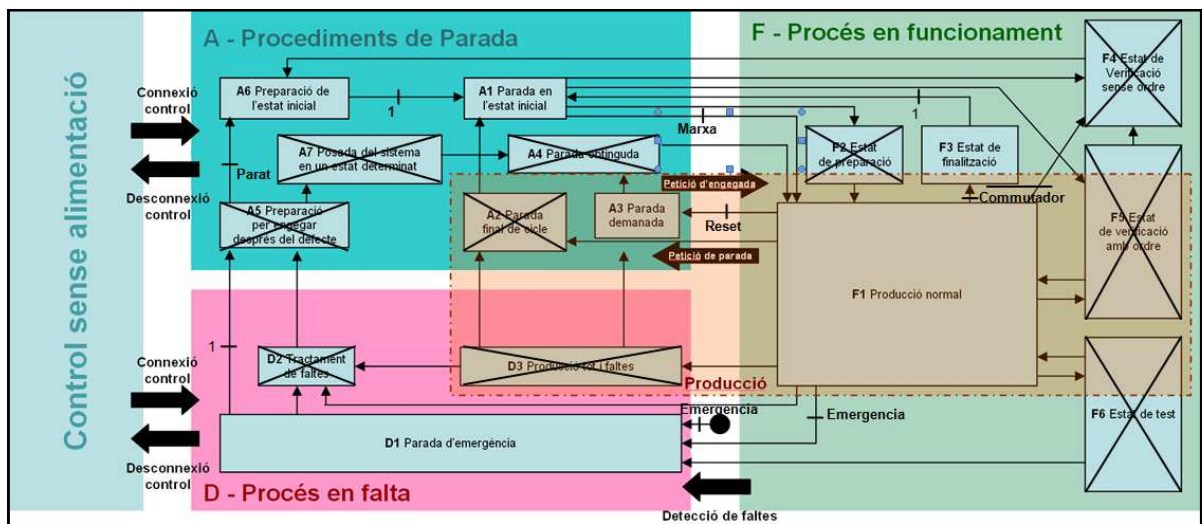


Figura 69. GEMMA de la maqueta de foradament

### 5.1.1. Aturada en l'estat inicial (A1)

En aquesta etapa, com s'observa en la figura 70, el procés romandrà en l'estat 0 fins que es premi el polsador de Marxa i es detecti una peça al inici de la cinta, activant la producció normal (F1).

En aquest cas, no caldrà fer cap reset inicial, simplement es passarà directament a inicialitzar el procés un cop es premi el polsador.

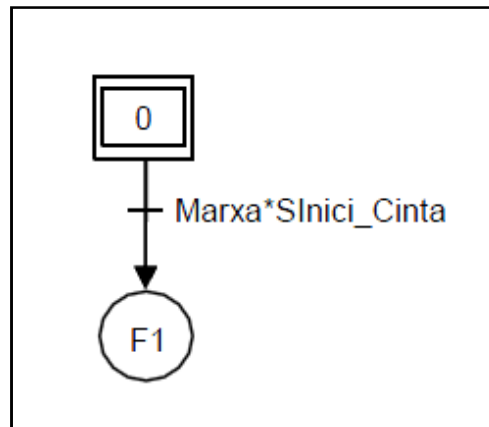


Figura 70. Aturada en l'estat inicial (A1)

### 5.1.2. Producció normal (F1)

En la producció normal, com es pot veure en el GRAFCET de la figura 71, un cop s'hagi pres el polsador de marxa, el plat giratori es posarà en la posició correcta i la pinça es col·locarà al plat preparat per recollir la peça, desactivant-se ambdós elements al detectar el seu respectiu sensor, independentment del procés principal.

S'ha realitzat d'aquesta manera per tal d'estalviar temps, ja que mentre els actuadors es col·loquen a la posició adequada, s'esperarà a detectar la peça per inicialitzar el procés.

Al mateix temps s'activaran els motors de les dos cintes transportant la peça fins que es detecti el sensor de final de cintes. A continuació, el xuclador recollirà la peça i la transportarà fins al plat giratori, on es col·locarà la peça en el primer plat del panell.

En aquest pas, es realitzaran dos processos alhora. Un d'ells és col·locar el xuclador a la posició inicial, ja que aquest es mou molt lentament i d'aquesta manera estarà preparat per la següent peça. El següent procés és el de foradat, el qual s'ha dividit en varis macro estats per poder-los explicar més detalladament.

El moviment del plat giratori es realitza amb flancs de pujada i flancs de baixada per tal d'assegurar-se que el plat està col·locat a la posició correcta.

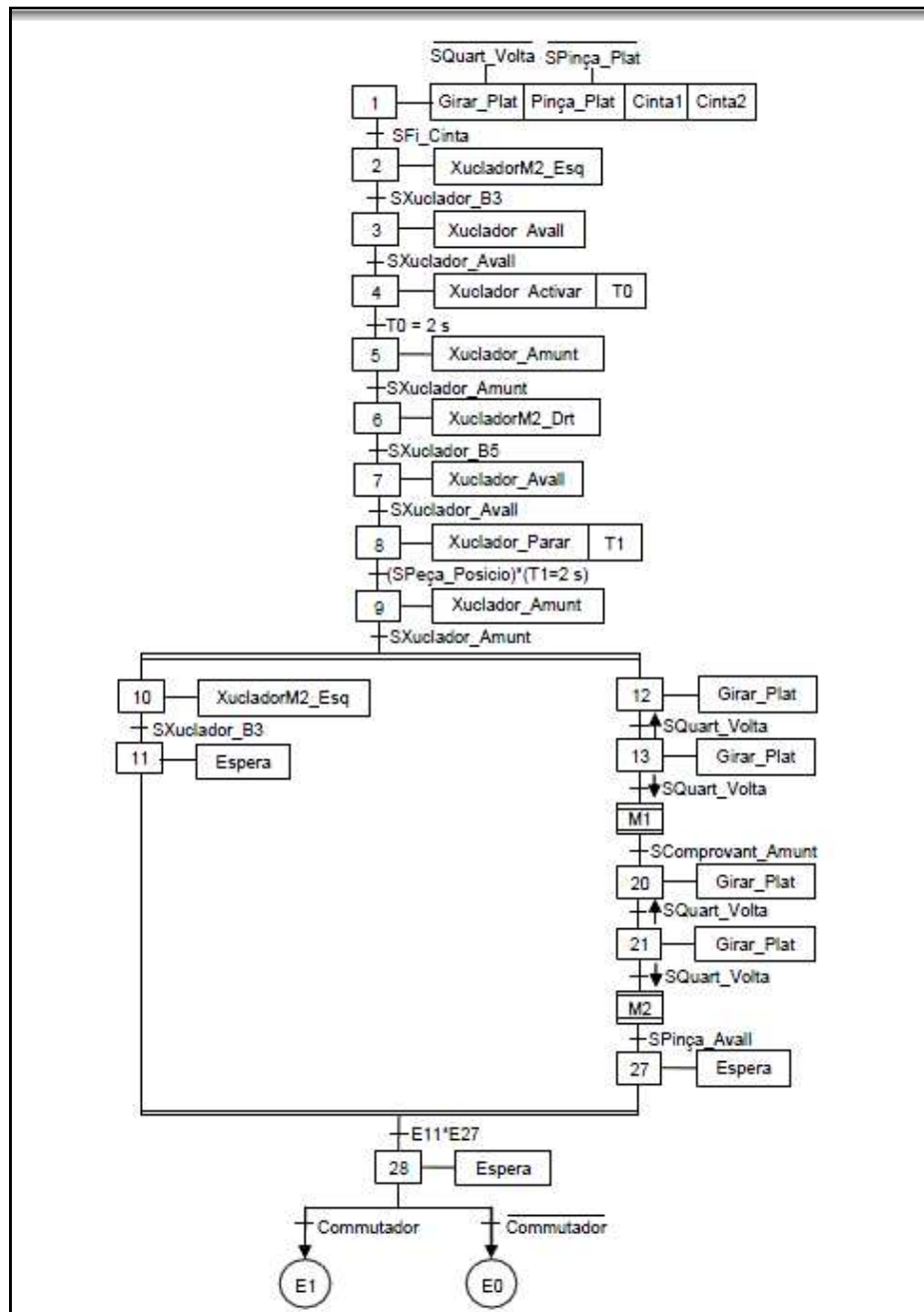


Figura 71. Producció normal (F1)

En la macro etapa 1 de la figura 72, es realitzarà el forat de la peça mitjançant el trepant i la comprovació del forat. Per aconseguir-ho s'activarà el trepant i baixarà fins detecta el sensor, activant un temporitzador durant cinc segons realitzant el forat. Un cop passat el temps la broca pujarà fins detecta l'altre sensor i es desactivarà l'acció de foradar.

A continuació, el plat girarà fins detecta el sensor de quart de volta per flanc de baixada, ja que és la posició correcta on l'element comprovant coincideix correctament amb el forat realitzat. Un cop col·locada la peça, el comprovant baixarà i pujarà al detecta el sensor, lo qual significarà que el forat està realitzat correctament.

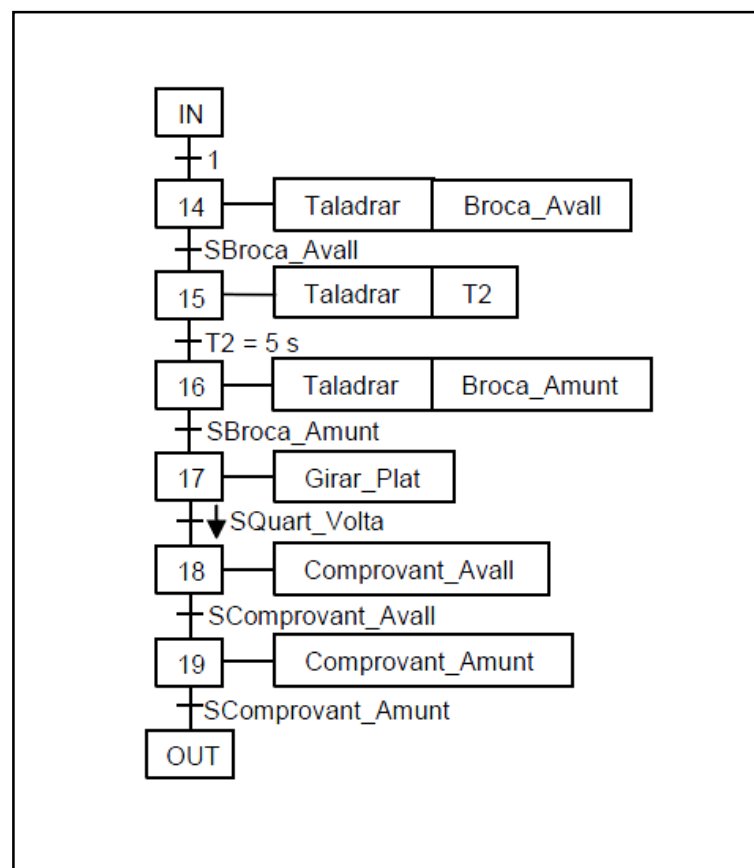


Figura 72. Macro etapa 1

En la macro etapa 2 de la figura 73, la pinça, la qual ja està col·locada prèviament en el panell giratori, recollirà la peça i la transportarà a la cinta. Primerament la pinça baixarà fins detecta el sensor, llavors activarà un temporitzador tancant la pinça per agafar la peça correctament, al mateix temps que manté l'actuador de baixar la pinça, ja que és de simple efecte. Per lo tant, en el següent estat la cinta pujarà fins detecta l'altre sensor.



Finalment la pinça es dirigirà a la cinta i un cop detectat el sensor baixarà, deixant la peça a la cinta.

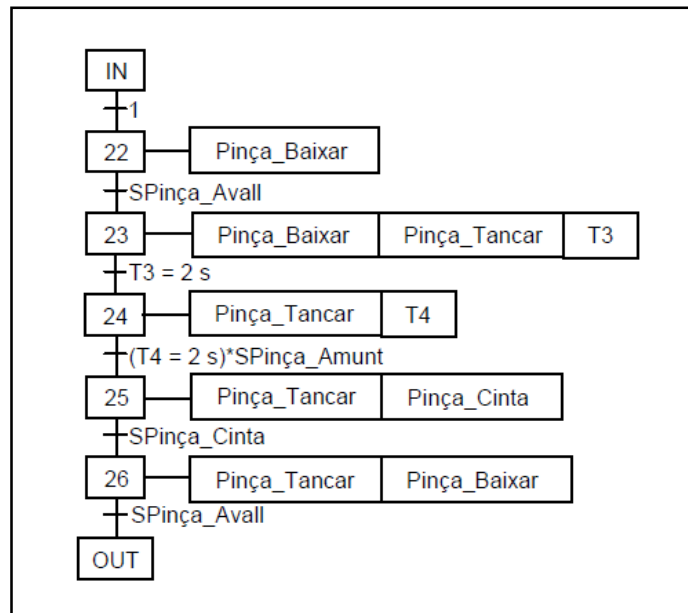


Figura 73. Macro etapa 2

### 5.1.3. Marxa de tancament (F3)

En la marxa de tancament de la figura 74, hi haurà dos opcions possibles. Utilitzant el commutador, es pot escollir entre cicle únic (realitza una sola peça) i cicle continu (realitzar més d'una peça). Si s'escull cicle únic, es passarà a l'aturada en l'estat inicial i si s'escull cicle continu es passarà a la producció normal per continuar realitzant peces.

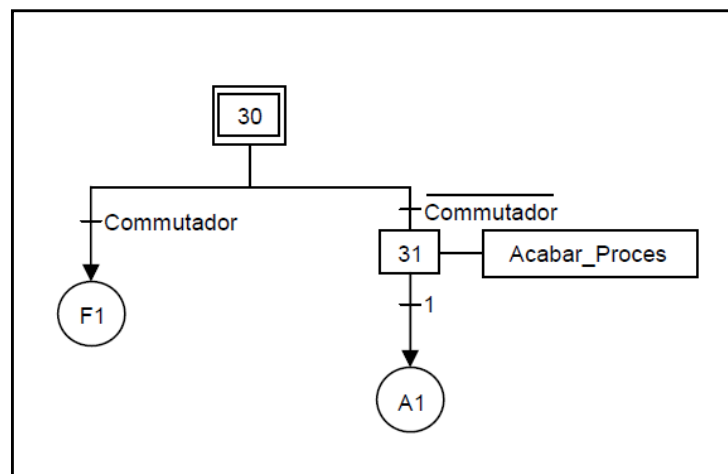


Figura 74. Marxa de tancament (F3)

#### 5.1.4. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3)

En aquest estat, com es veu en la figura 75, es contemplarà el cas en que es necessiti una parada momentània. Prement el pulsador Reset el procés s'aturarà en l'estat on es trobi i amb el pulsador de marxa es podrà donar continuïtat al procés, partint de l'estat on s'ha aturat. S'utilitzarà un indicador lluminós per avisar que s'està realitzant una revisió de la instal·lació.

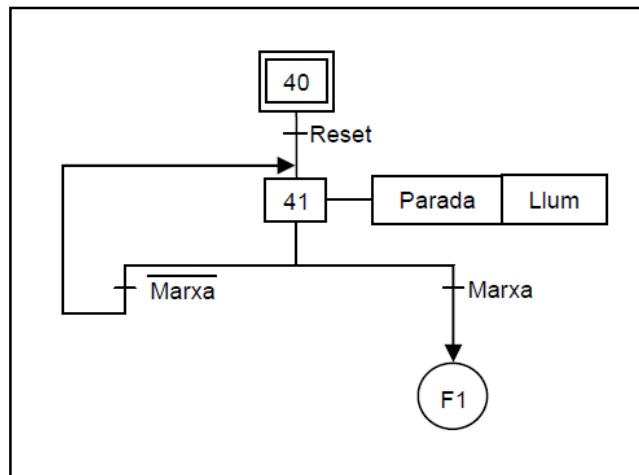


Figura 75. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3)

#### 5.1.5. Aturada per assegurar la seguretat (D1)

En cas de que sigui necessària una parada d'emergència, polsant el pulsador d'emergència (Emergencia) s'aturarà el procés, estigui en l'estat que estigui com s'observa en la figura 76.

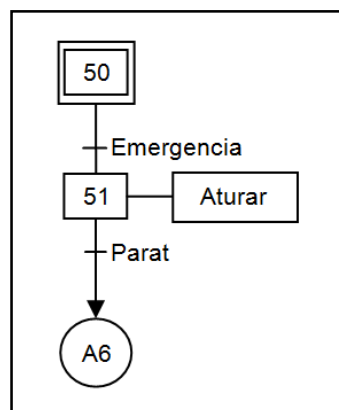


Figura 76. Aturada per assegurar la seguretat (D1)

### 5.1.6. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6)

Després de l'aturada d'emergència, el procés es mantindrà en espera fins que es reinici la maqueta i el procés torni a l'estat inicial, tal com mostra la figura 77.

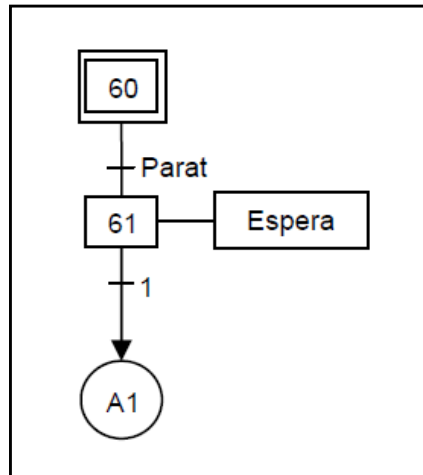


Figura 77. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6)

## 6. AUTOMATITZACIÓ DE LA MAQUETA DE CONTROL DE QUALITAT

En la segona maqueta es disposa d'un braç robòtic que comprovarà el forat realitzat per la primera maqueta, tan d'un costat com de l'altre.

### 6.1. GEMMA

El procés, com es veu en la guia GEMMA de la figura 78, s'inicialitza quan rep la senyal de la maqueta de foradament (Senyal\_Maqueta1), que inicialitza la producció normal (F1). Durant la producció normal es poden produir tres esdeveniments, que des de la maqueta de foradament escollim el cicle únic, de manera que només es produeixi una única peça i a continuació s'aturi el procés (F3), l'altre es que es premi el polsador Reset en qualsevol moment del programa, de manera que el procés s'aturi momentàniament fins que es premi el polsador de marxa i es torni a la producció normal (F1) i per últim que es premi el polsador d'emergència (Emergencia) aturant el procés (D1) i posant el procés en l'estat inicial (A6).

En aquest procés s'ha inclòs la comunicació en el GRAFCET general, donat que és necessari per la inicialització del procés ja que la primera i segona maqueta es troben a gran distància.

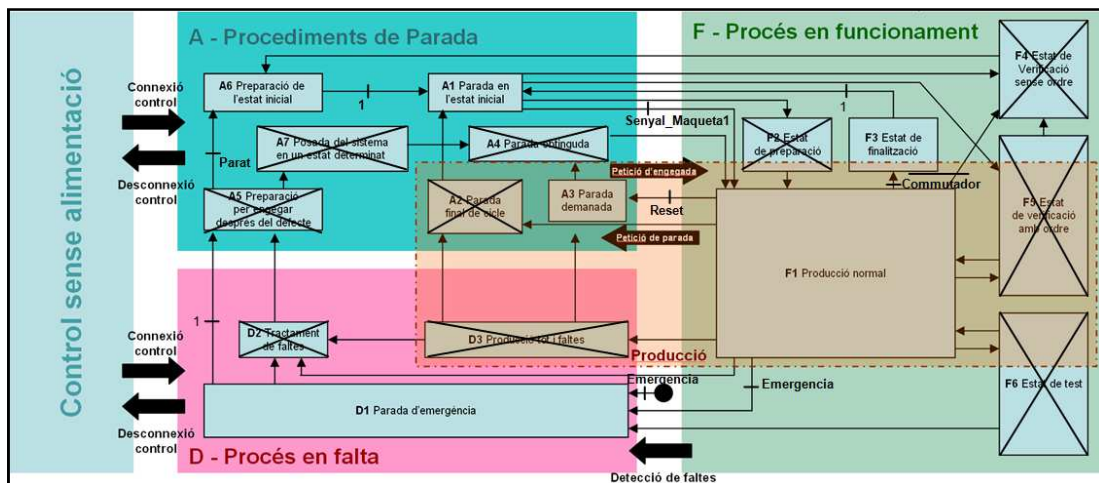


Figura 78. GEMMA de la maqueta de control de qualitat

### 6.1.1. Aturada en l'estat inicial (A1)

Com es veu en la figura 79, s'iniciarà el procés al rebre la senyal de la maqueta de foradament, passant immediatament a la producció normal (F1).

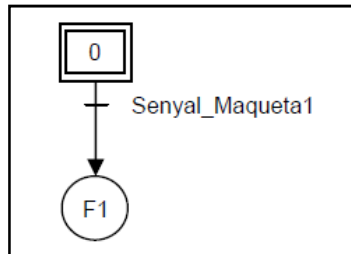


Figura 79. Aturada en l'estat inicial (A1)

### 6.1.2. Producció normal (F1)

En la producció normal de la figura 80, es rep el senyal de la maqueta de foradament, fent que la pinça es col·loqui a la posició correcta per recollir la peça. Caldrà esperar que la peça arribi activant el sensor (SOptic) i la porti a la plataforma per detecta si hi ha forat.

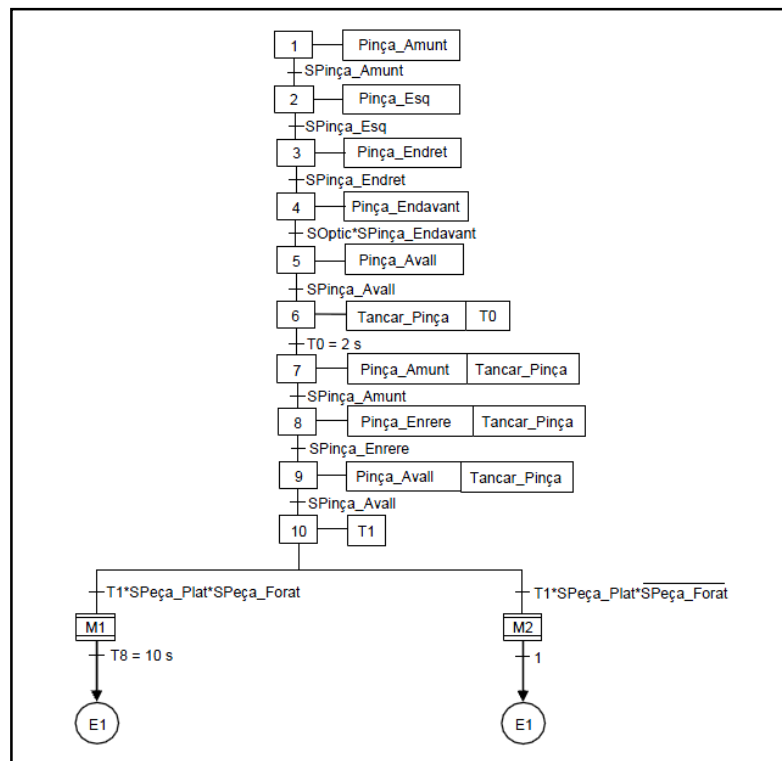


Figura 80. Producció normal (F1)

En la macro etapa 1 de la figura 81, un cop s'hagi detectat el forat de la peça, el procés s'inicialitza tancant la pinça durant dos segons. A continuació, la pinça pujarà i girarà fins que es tingui endret (en cas que vingui de la macro etapa 2 la pinça estarà al revés, ja que en aquella part es comprova l'altre cara de la peça), girarà a la dreta i tirarà endavant per dirigir-se a la cinta.

Posteriorment, la pinça baixarà i activarà un temporitzador durant dos segons per assegurar que la pinça s'ha obert i ha deixat la peça a la cinta. Finalment la pinça pujarà i, quan ja estigui amunt i s'hagi activat el sensor, s'activarà la cinta de tancament durant uns deu segons.

La cinta principal s'haurà activat manualment al inici del procés, ja que s'utilitza per tots els processos, igualment que la vàlvula d'aire comprimit H.

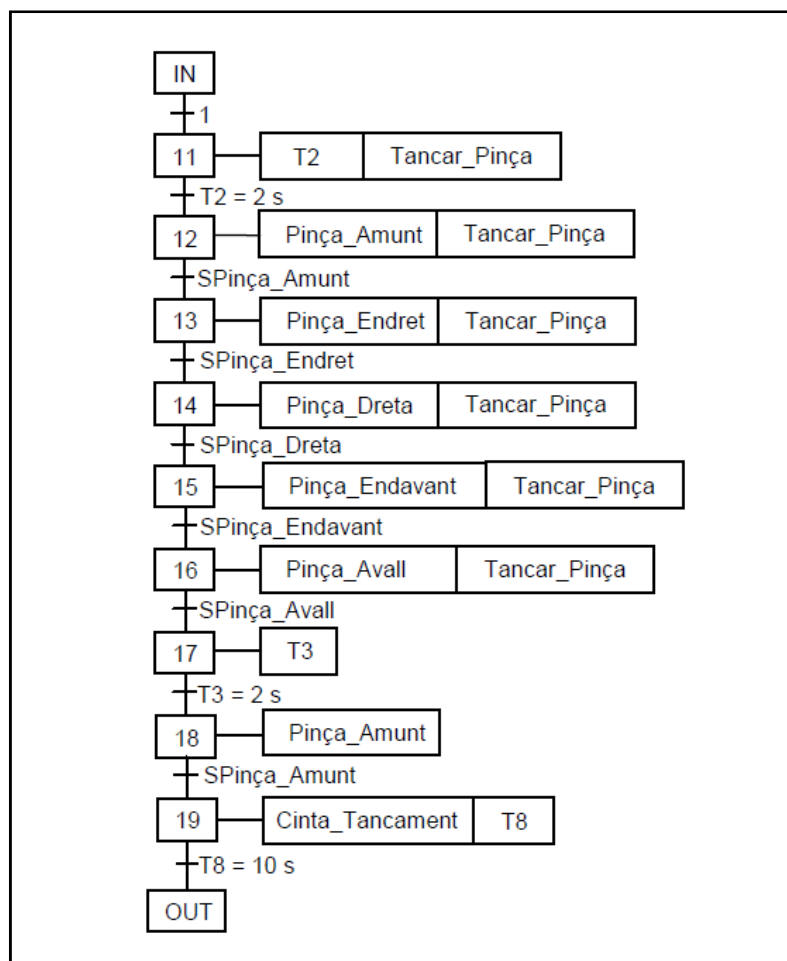


Figura 81. Macro etapa 1

En la macro etapa 2 de la figura 82, un cop es detecti que no hi ha forat a la peça, es tancarà la pinça durant dos segons, després pujarà i es girarà al inrevés per comprovar la segona cara de la peça. A continuació, la pinça baixarà activant un temporitzador de dos segons que deixarà la peça a la plataforma, comprovant si hi ha forat.

Si detecta que hi ha forat, es passarà a l'estat 11 de la macro etapa 1, a partir del qual es transporta la peça a la cinta principal. S'ha dissenyat d'aquesta manera per tal que no sigui necessari repetir estats.

Si no detecta forat, es considerarà peça errònia i la pinça girarà a la dreta i la deixarà en el cubell de peces per tirar.

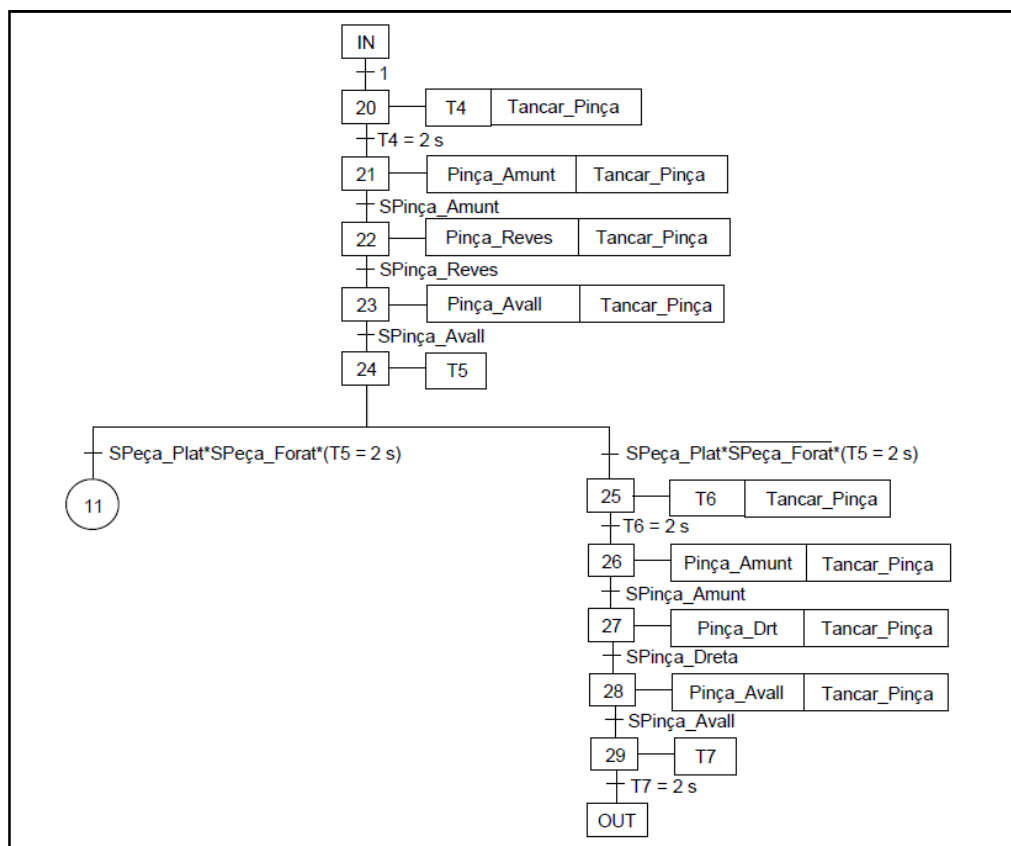


Figura 82. Macro etapa 2

### 6.1.3. Marxa de tancament (F3)

En l'etapa marxa de tancament, hi haurà dos opcions possibles. Si s'ha escollit cicle únic (realitza una sola peça) en la maqueta de foradament el procés es parará activant l'etapa aturada en l'estat inicial (A1).

Si s'ha escollit el cicle continu (realitzar més d'una peça), el procés seguirà comprovant les peces provinents de la maqueta de foradament, com es pot veure en la figura 83.

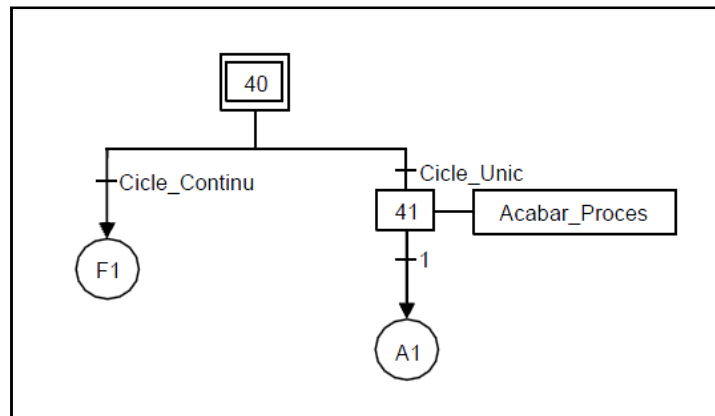


Figura 83. Marxa de tancament (F3)

#### 6.1.4. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3)

En aquest estat, com s'observa en la figura 84, es contemplarà el cas en que es necessiti una parada momentània. Prement el pulsador Reset, el procés s'aturarà en l'estat on es trobi i amb el pulsador de marxa es podrà donar continuïtat al procés, partint de l'estat on s'ha aturat. En aquest cas no hi ha indicador lluminós.

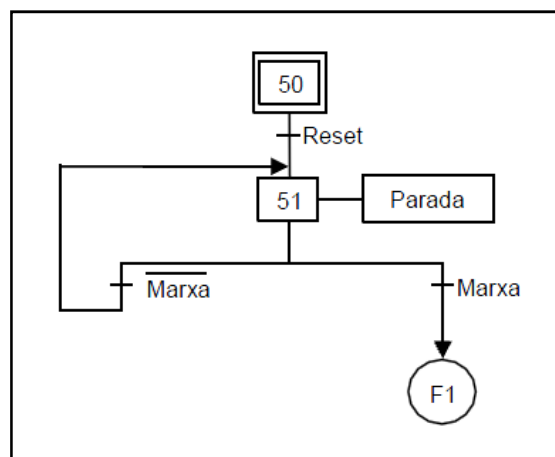


Figura 84. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3)



### 6.1.5. Aturada per assegurar la seguretat (D1)

En cas de que sigui necessària una parada d'emergència, com es mostra en la figura 85, polsant el polsador d'emergència (Emergencia) s'aturarà el procés, estigui en l'estat que estigui.

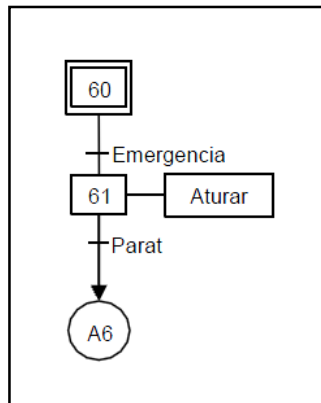


Figura 85. Aturada per assegurar la seguretat (D1)

### 6.1.6. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6)

Després de l'aturada d'emergència, el procés es mantindrà en espera fins que es reinici la maqueta i el procés torni a l'estat inicial, com es pot veure en la figura 86.

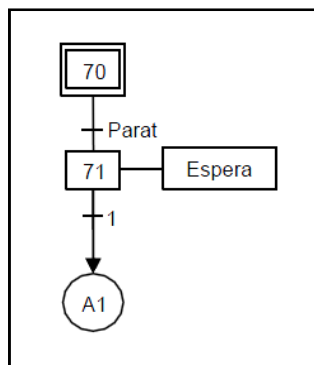


Figura 86. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6)

## 7. AUTOMATITZACIÓ DE LA MAQUETA DE CLASSIFICACIÓ

En la tercera maqueta, es disposarà de diverses cintes que permetran classificar els tres tipus de peces mecanitzades, de manera que utilitzant la guia GEMMA es podran conèixer els diferents estats en els que es pot trobar el procés.

### 7.1. GEMMA

El procés, tal com es mostra en la figura 87, s'inicialitza quan es prem el polsador Marxa i la barrera del sensor de l'entrada està tancada (FCI\_Barrera) inicialitzant la producció normal (F1), donat que no és necessària cap posada en marxa prèvia. Durant la producció normal s'aniran classificant les peces de forma continuada fins que, desactivant l'interruptor IND\_INT, passarà a l'etapa de marxa de tancament (F3). Si durant la producció normal es prem el polsador Reset es passarà a l'aturada sol·licitada a un estat determinat (A3) fins que es premi el polsador de Marxa que reinicialitzarà el procés en el mateix punt que s'ha aturat. Per últim es pot pulsar el polsador d'emergència (Emergència) aturant el procés (D1) des de qualsevol estat i posant el procés en l'estat inicial (A6).

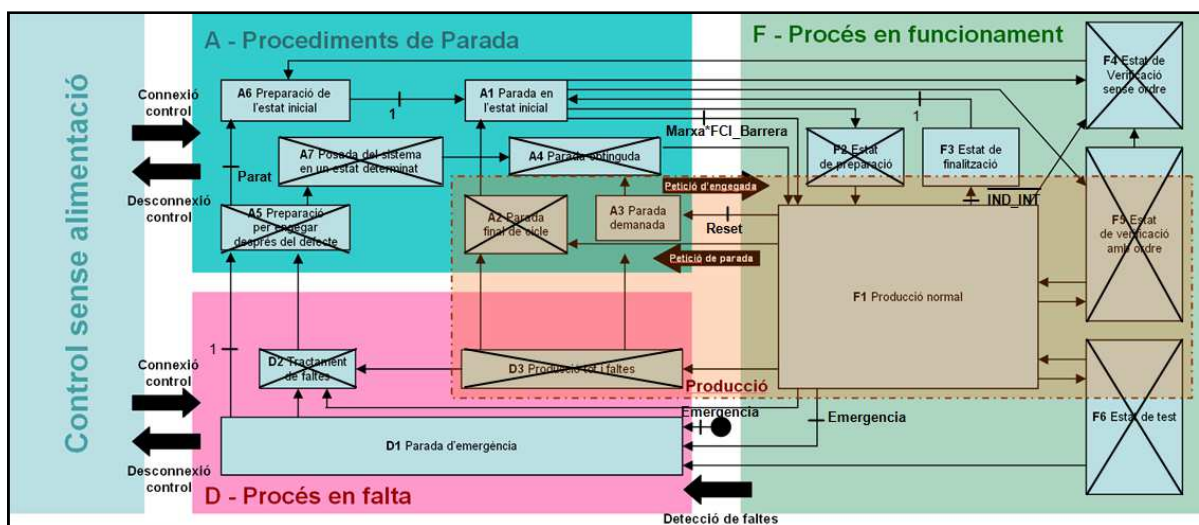


Figura 87. GEMMA de la maqueta de classificació

### 7.1.1. Aturada en l'estat inicial (A1)

En l'etapa de la figura 88, la barrera col·locada a l'entrada (Barrera\_I) s'activarà per tal de que les peces provinents de la maqueta de control de qualitat es puguin anar acumulant. Un cop es prem Marxa i es detecta que la barrera està tancada es passarà a la producció normal (F1).

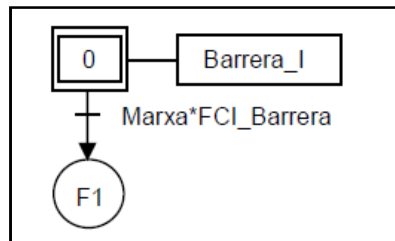


Figura 88. Aturada en l'estat inicial (A1)

### 7.1.2. Producció normal (F1)

En la producció normal el procés es mantindrà en espera fins detecta peça a l'entrada (SCap\_I) i detecta que la barrera està oberta. Un cop detectada la peça, la barrera es tancarà durant dos segons dirigint la peça als sensors.

En aquest cas hi haurà quatre possibilitats; que es detecti una peça negra activant la macro etapa 1, que es detecti una peça vermella activant la macro etapa 2, que es detecti una peça metàl·lica activant la macro etapa 3 i finalment que es detecti una peça de qualsevol tipus però la cinta corresponent estigui plena, activant la macro etapa 4. En qualsevol dels casos, si l'interruptor IND\_INT està activat, el procés continuarà, dirigint-se a l'estat 1.

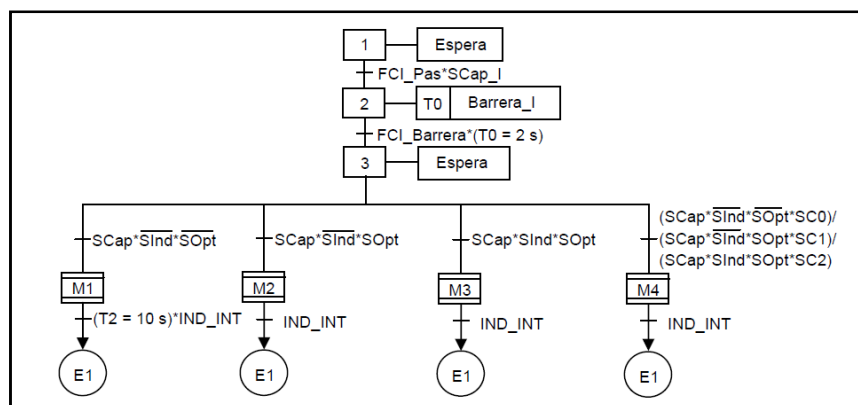


Figura 89. Producció normal (F1)

En la macro etapa 1 de la figura 90, el sensor capacitiu serà l'únic que s'activarà de manera que s'haurà detectat que la peça és negra. Al no tenir la cinta plena, ja que el sensor de l'entrada de la cinta 0 (SC0) no estarà activat, s'obrirà la barrera dels sensor (Barrera\_H) nou segons, durant els quals la peça serà transportada per la cinta principal fins la cinta 0.

En aquest cas no s'activarà cap desviament ja que al ser la última cinta disposa d'un desviament estàtic, col·locat al final de la cinta principal. Un cop sobrepassats els nou segons s'activarà la cinta 0 durant deu segons per tal que la peça arribi al final de la cinta.

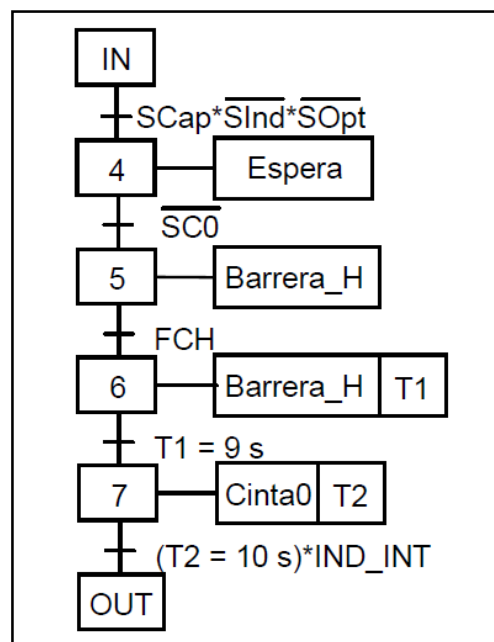


Figura 90. Macro etapa 1

En la macro etapa 2 de la figura 91, s'activaran els sensors capacitiu i òptic detectant que la peça és vermella i, al no tenir la cinta plena ja que el sensor de l'entrada de la cinta 1 (SC1) no estarà activat, s'obrirà la barrera dels sensor (Barrera\_H) sis segons, durant els quals la peça serà transportada per la cinta principal fins la cinta 1.

Un cop sobrepassats els sis segons, es produiran dos processos alhora, un serà activar la barrera de la cinta 1 (Barrera\_E) que desviarà la peça a la cinta i quan es detecti el sensor del inici de la cinta, la barrera es tancarà. Alhora la cinta 1 s'activarà durant deu segons transportant la peça al final de la cinta.

Quan els dos processos hagin finalitzat i si l'interruptor IND\_INT està activat, es passarà a l'estat 1, tal com es mostra en la figura 91.

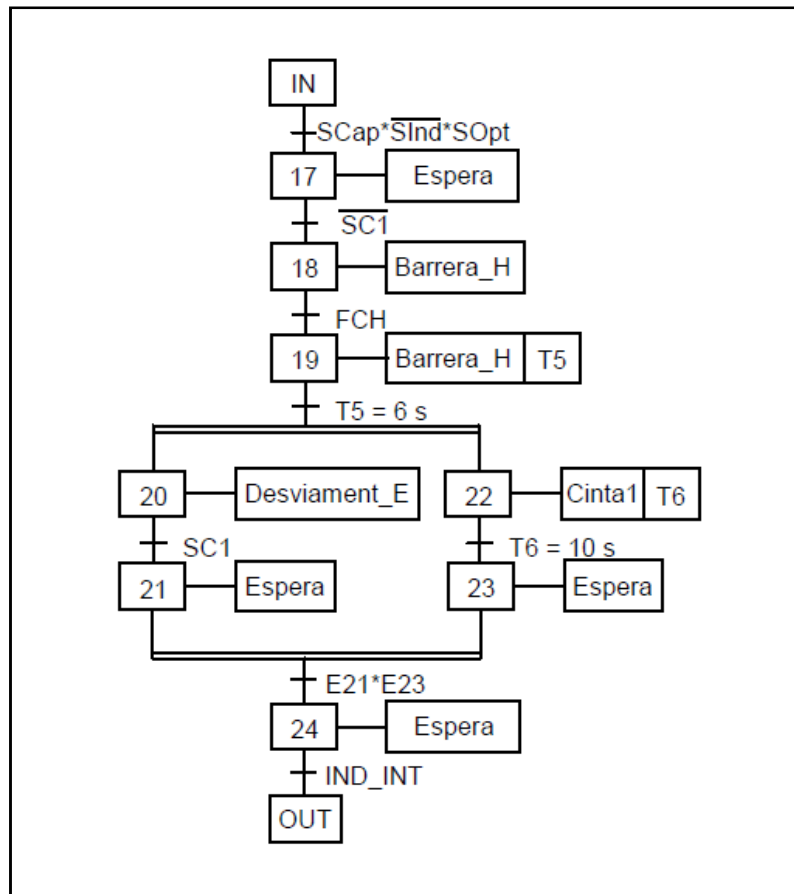


Figura 91. Macro etapa 2

En la macro etapa 3 de la figura 92, s'activaran els sensors capacitiu, inductiu i òptic detectant que la peça és metàl·lica i, al no tenir la cinta plena ja que el sensor de l'entrada de la cinta 2 (SC2) no estarà activat, s'obrirà la barrera dels sensor (Barrera\_H) tres segons, durant els quals la peça serà transportada per la cinta principal fins la cinta 2.

Un cop sobrepassats els tres segons, es produiran dos processos alhora, un serà activar la barrera de la cinta 2 (Barrera\_F) que desviarà la peça a la cinta i quan es detecti el sensor del inici de la cinta, la barrera es tancarà. Alhora la cinta 2 s'activarà durant deu segons transportant la peça al final de la cinta.

Quan els dos processos hagin finalitzat i si l'interruptor IND\_INT està activat, es passarà a l'estat 1.

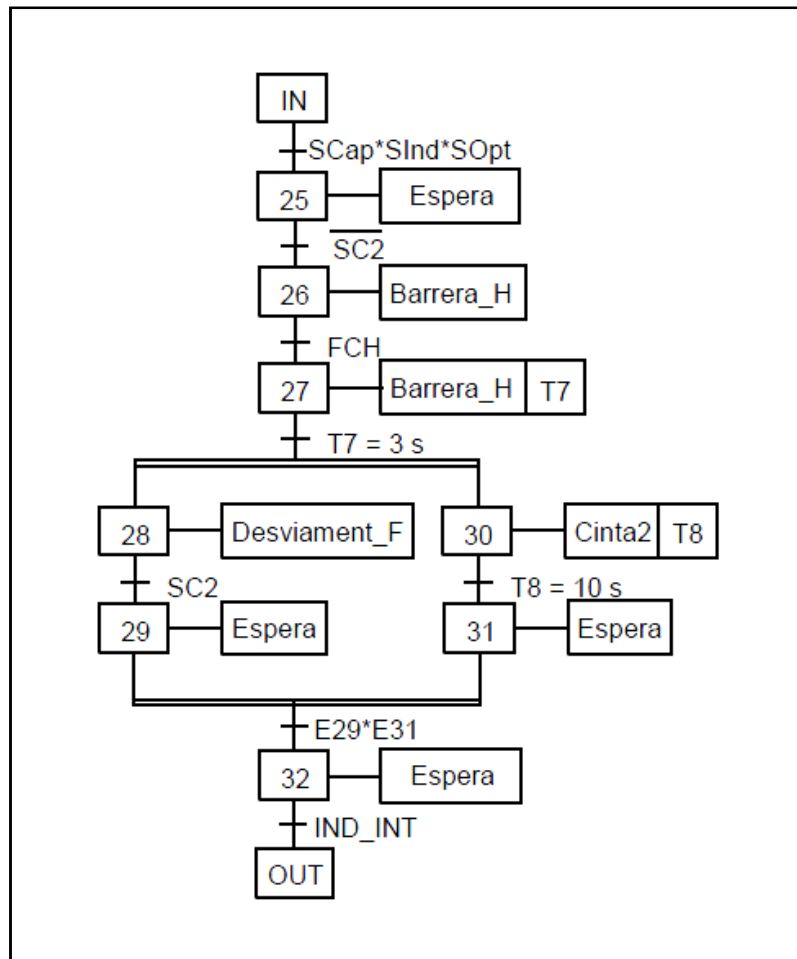


Figura 92. Macro etapa 3

En la macro etapa 4 de la figura 93, si es detecta que la peça es negra, vermella o metàl·lica i els respectius sensors de les tres cintes estan activats, s'activaran dos processos alhora.

En un d'ells s'activarà la barrera de la cinta 3 (Barrera\_G) activant dos processos alhora més, un serà mantenir la barrera activada fins que es detecti el sensor del inici de la cinta i la barrera es tancarà. Al mateix temps la cinta 3 s'activarà durant deu segons transportant la peça al final de la cinta.

Mentre aquest procés s'efectua, la barrera dels sensors (Barrera\_H) es mantindrà activada durant tres segons per tal que la peça tingui temps a travessar-la.

Quan els dos processos hagin finalitzat i si l'interruptor IND\_INT està activat, es passarà a l'estat 1.

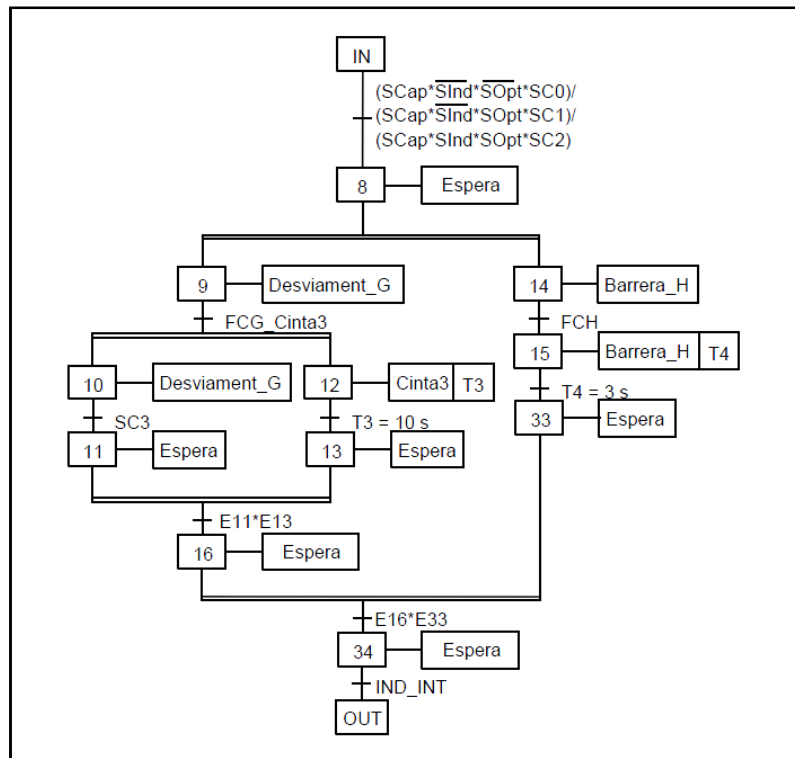


Figura 93. Macro etapa 4

### 7.1.3. Marxa de tancament (F3)

En la marxa de tancament de la figura 94, hi haurà dos opcions possibles. Si s'ha acabat el procés i està activat el selector IND\_INT el procés anirà a l'etapa 1 seguint el procés. Si s'ha acabat el procés i està desactivat el selector IND\_INT el procés es parará activant l'etapa A1.

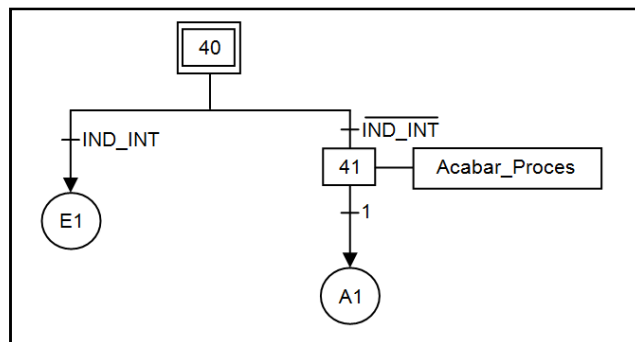


Figura 94. Marxa de tancament (F3)

#### 7.1.4. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3)

En l'estat de la figura 95 es contemplarà el cas en que es necessiti una parada momentània. Prement el pulsador de Reset, el procés s'aturarà en l'estat on es trobi i amb el pulsador de marxa es podrà donar continuïtat al procés, partint de l'estat on s'ha aturat. En aquest cas no hi ha indicador lluminós.

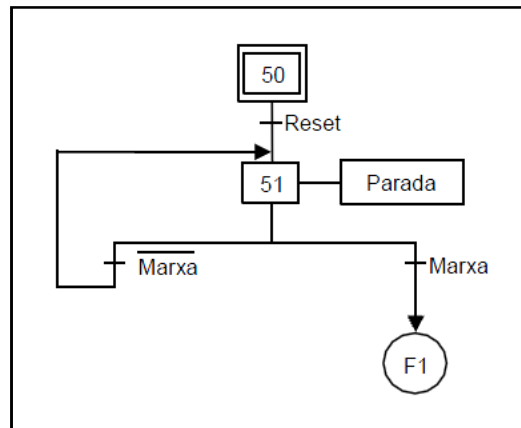


Figura 95. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3)

#### 7.1.5. Aturada per assegurar la seguretat (D1)

En cas de que sigui necessària una parada d'emergència, pulsant el pulsador Emergència s'aturarà el procés, estigui en l'estat que estigui, com es pot veure en la figura 96.

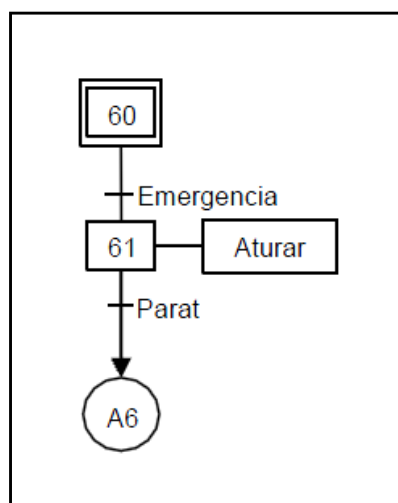


Figura 96. Aturada per assegurar la seguretat (D1)



### 7.1.6. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6)

Després de l'aturada d'emergència de la figura 97, el procés es mantindrà en espera fins que es reinici la maqueta i el procés torni a l'estat inicial.

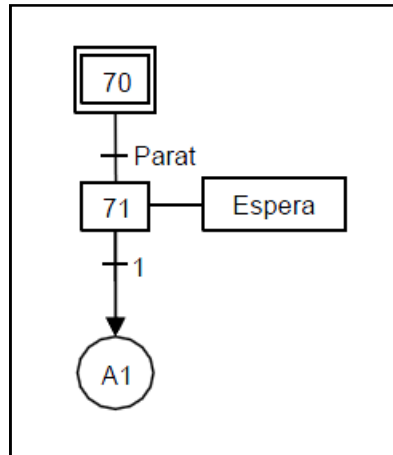


Figura 97. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6)

## 8. AUTOMATITZACIÓ DE LA MAQUETA DE PALETITZACIÓ

En la quarta maqueta es fabricarà una matriu amb les peces mecanitzades i prèviament classificades, de manera que utilitzant la guia GEMMA es podran conèixer els diferents estats en els que es pot trobar el procés.

### 8.1. GEMMA

El procés, tal com mostra la guia GEMMA de la figura 98, s'inicialitza escollint amb l'interruptor MAN\_AUTO si es vol realitzar un procés automàtic o manual. Si s'escull el mode manual es passarà a l'estat de verificació sense ordre (F4) on es podrà comprovar manualment si el xuclador es mou de manera correcte. Si s'escull el mode automàtic, es passarà a la marxa de preparació (F2). Un cop el comptador realitzi 400 pulsacions, col·locant el xuclador a la posició per recollir peça, es passarà a la producció normal (F1). Durant la producció normal es realitzarà una matriu amb dos peces negres, dos peces vermelles i dos peces metàl·liques, respectivament. Quan s'hagin realitzat les dos últimes peces metàl·liques (CNT\_M = 2) es passarà a la marxa de tancament (F3), el qual acabarà el procés. A més, si durant la producció normal es prem el polsador Reset es passarà a l'aturada sol·licitada a un estat determinat (A3) fins que es premi el polsador de marxa. Per últim, es pot polsar el polsador Emergència aturant el procés (D1) i posant el procés en l'estat inicial (A6).

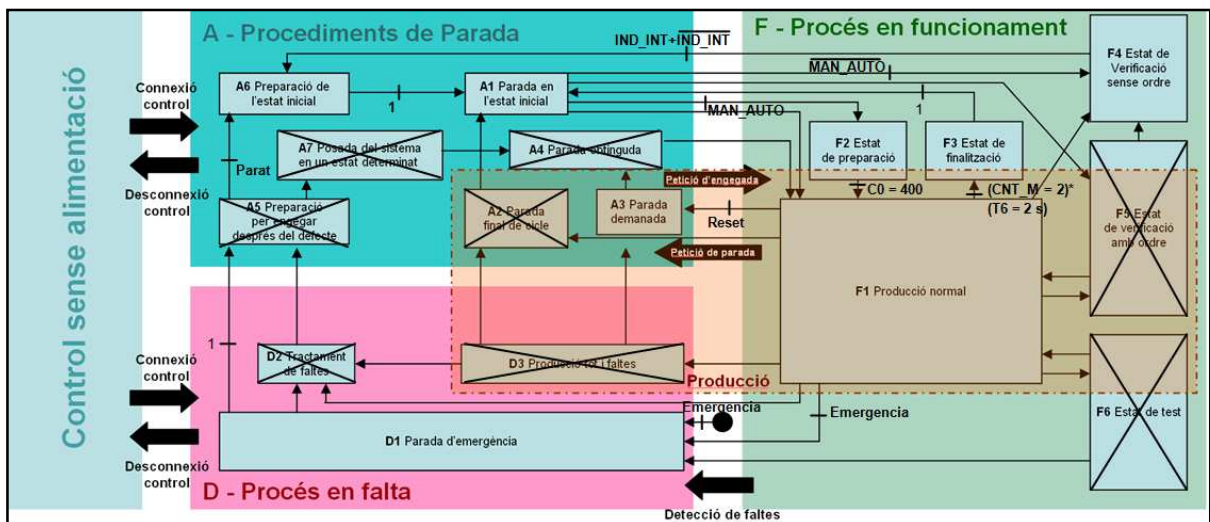


Figura 98. GEMMA de la maqueta de paletització

### 8.1.1. Aturada en l'estat inicial (A1)

En l'estat inicial de la figura 99, es realitzarà el reset dels comptadors de peces negres, vermelles i metàl·liques per assegurar que es comença amb 0 peces en els comptadors. Posteriorment, escollint mode automàtic, es passarà a la marxa de preparació (F2) i si s'escull el mode manual es passarà a l'estat de verificació sense ordre (F4).

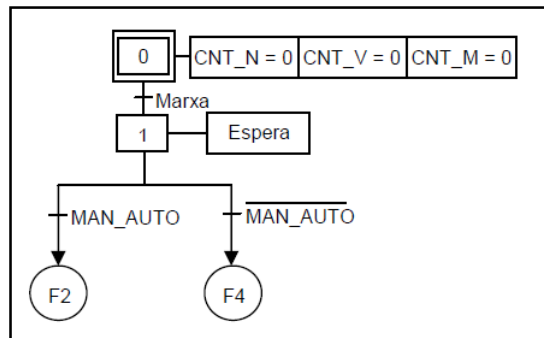


Figura 99. Aturada en l'estat inicial (A1)

### 8.1.2. Marxa de preparació (F2)

Escollint el mode automàtic, com es veu en la figura 100, el xuclador es mourà a l'esquerra fins detecta el final de cursa i després es mourà cap a la dreta fins detecta el sensor de la posició 0 de l'eix X. A continuació es mourà el xuclador endavant fins detecta el final de cursa de l'eix Y, activant un temporitzador. Un cop passats els dos segons, es mouran 400 pulsacions a la dreta per ajustar-se a la posició correcta.

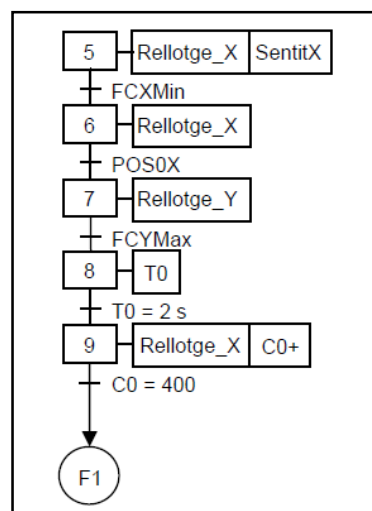


Figura 100. Marxa de preparació (F2)

### 8.1.3. Estat de verificació sense ordre (F4)

En l'etapa de la figura 101, utilitzant el selector MAN\_AUTO es podrà escollir el mode manual amb el qual es podrà dirigir el xuclador per l'eix X i l'eix Y. Si dintre el mode manual es desactiva IND\_INT, es mourà el xuclador cap a la dreta i polsant Reset es mourà cap a l'esquerra. En cas contrari, si s'activa IND\_INT, es mourà el xuclador endavant i polsant Reset es mourà enrere. Canviant la posició de l'interruptor IND\_INT es podrà passar a l'estat 1, on s'escollirà si seguir en el mode manual o canviar a automàtic amb l'interruptor MAN\_AUTO.

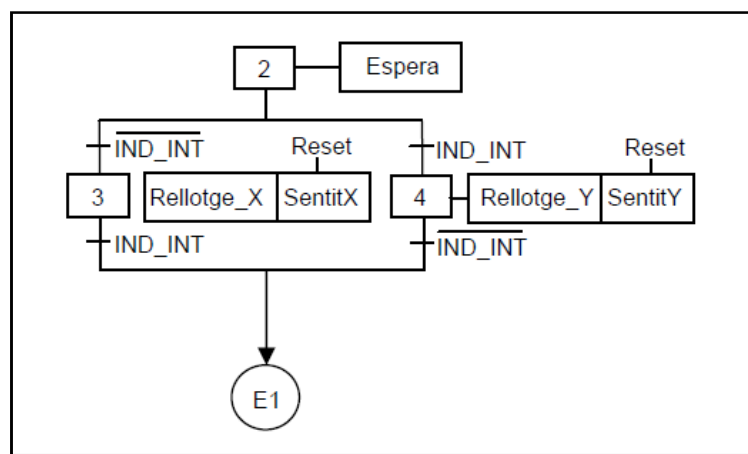


Figura 101. Estat de verificació sense ordre (F4)

### 8.1.4. Producció normal (F1)

Un cop s'hagi col·locat el xuclador a la posició correcta per recollir la peça, depenent de si es negra, vermella o metàl·lica s'activarà una macro etapa o altre, com mostra la figura 102.

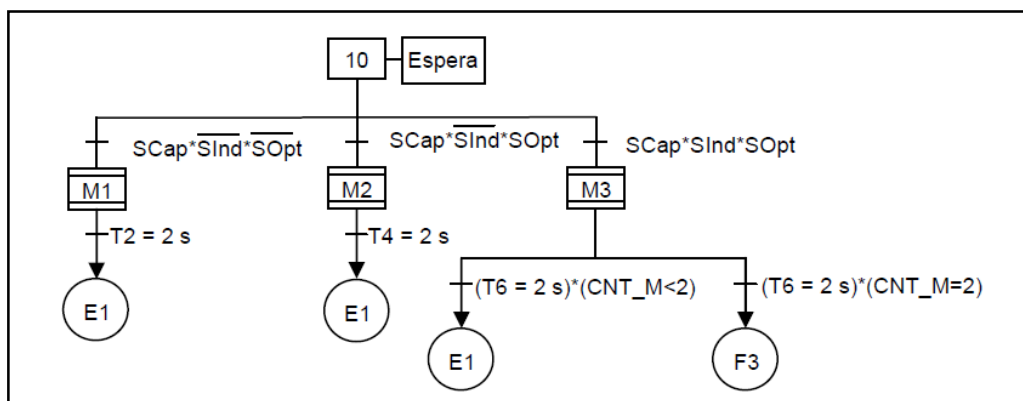


Figura 102. Producció normal (F1)

En la macro etapa 1 de la figura 103, al activar-se només el sensor capacitiu significarà que s'ha detectat una peça negra, per tant s'augmentarà el comptador de peces negres (CNT\_N) i el xuclador recollirà la peça realitzant les operacions necessàries per saber quantes peces s'han col·locat i per tant quantes posicions s'ha de moure el xuclador.

El comptador 2 contarà 4300 pulsacions, que és la distància que hi ha entre la cinta i la primera posició. El comptador 3 agafarà el valor guardat a la memòria MD300 per saber si s'ha de moure una posició o dos.

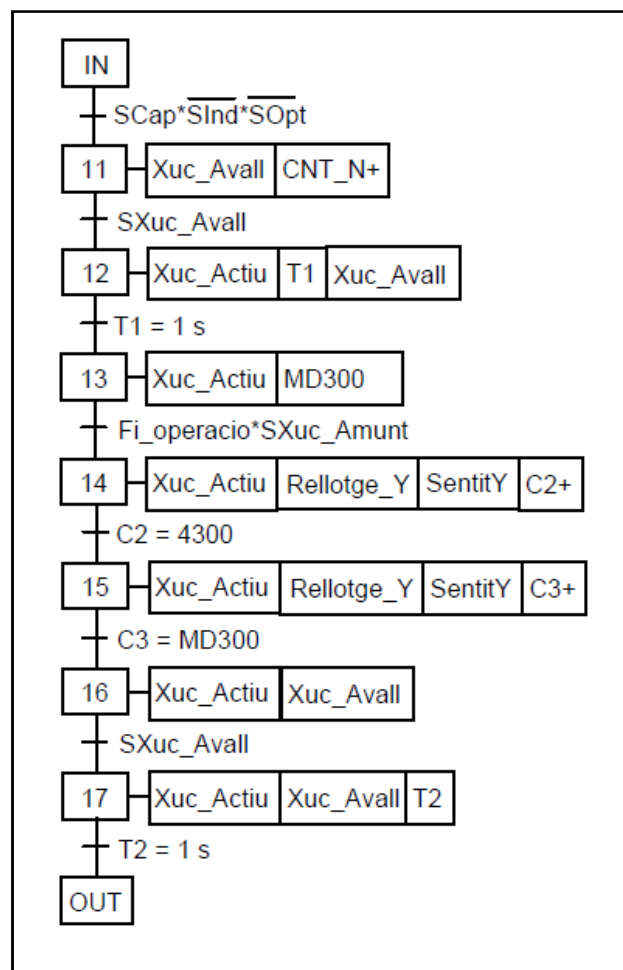


Figura 103. Macro etapa 1

En la macro etapa 2 de la figura 104, s'activaran els sensors capacitiu i òptic, detectant per tant una peça vermella. S'augmentarà el comptador de peces vermelles (CNT\_V) i el xuclador recollirà la peça realitzant les operacions necessàries per saber quantes peces s'han col·locat i, per tant, quantes posicions s'ha de moure el xuclador.

El comptador 5 contarà 3800 pulsacions, que és la distància que hi ha entre la primera columna i la segona i el comptador 6 contarà 4300 pulsacions que és la distància que hi ha entre la cinta i la primera posició. El comptador 7 agafarà el valor guardat a la memòria MD500 per saber si s'ha de moure una posició o dos.

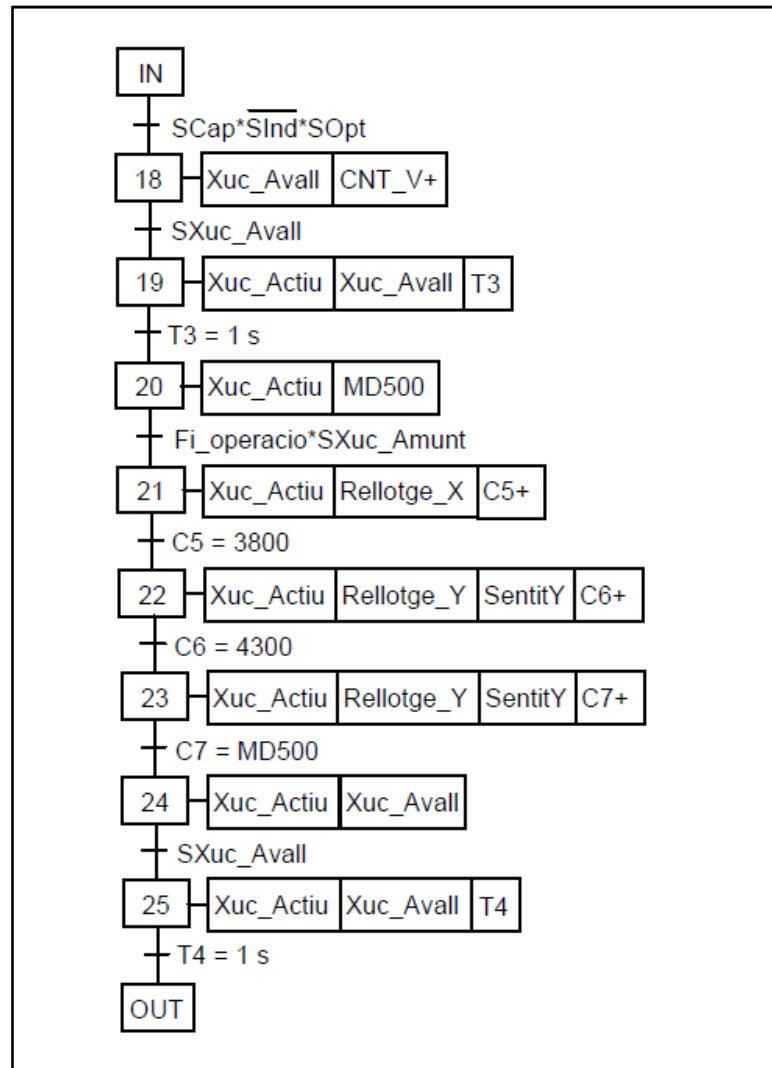


Figura 104. Macro etapa 2

En la macro etapa 3 de la figura 105, s'activaran els sensors capacitiu, inductiu i òptic, detectant per tant una peça metàl·lica. S'augmentarà el comptador de peces metàl·liques (CNT\_M) i el xuclador recollirà la peça, realitzant les operacions necessàries per saber quantes peces s'han col·locat i, per tant, quantes posicions s'ha de moure el xuclador. El comptador 9 contarà 3800 pulsacions, que és la distància que hi ha entre la primera columna i la segona.

El comptador 10 contarà 4300 pulsacions, que és la distància que hi ha entre la cinta i la primera posició. El comptador 11 agafarà el valor guardat a la memòria MD700 per saber si s'ha de moure una posició o dos.

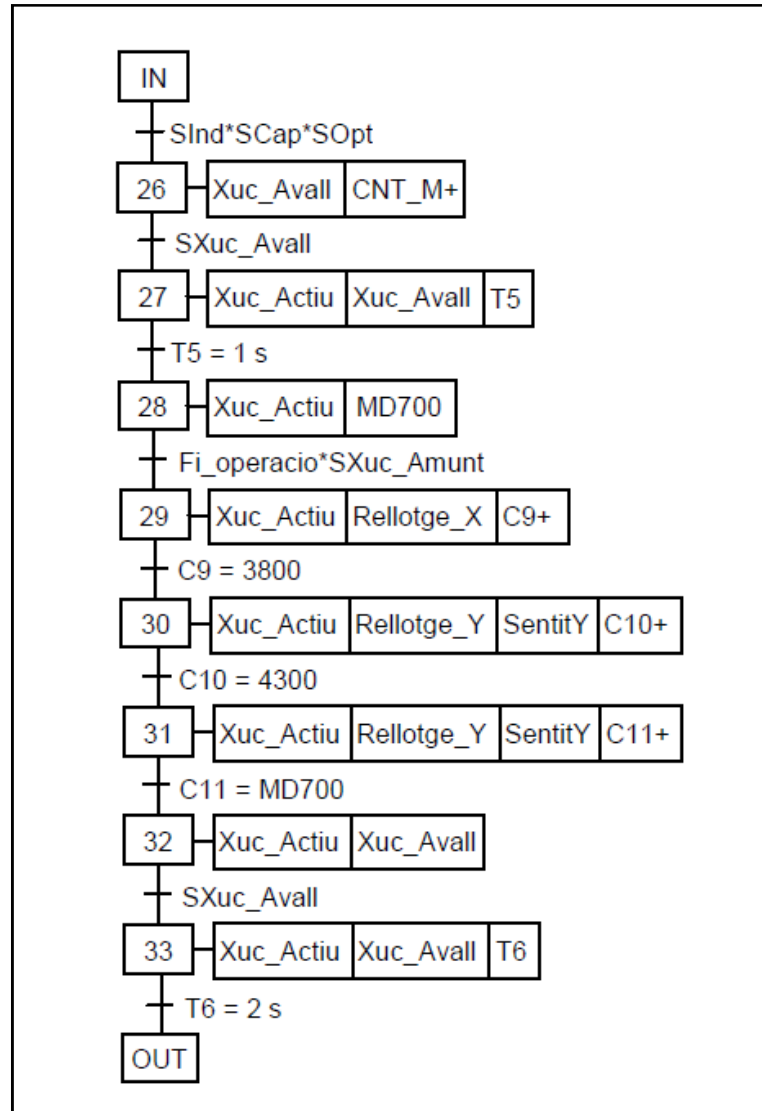


Figura 105. Macro etapa 3

Un cop s'hagi finalitzat la matriu de sis peces, es passarà a l'estat 0 de manera que sigui necessari tornar a polsar el polsador de marxa per repetir la matriu.

En cas que es volgués modificar la matriu en algun moment del procés, s'hauria de canviar el valor dels comptadors de peces i modificar l'ordre en què es paletitzen les peces. Realitzant únicament aquestes modificacions, es poden realitzar tantes matrius diferents com es vulgui.

### 8.1.5. Marxa de tancament (F3)

En l'etapa de la figura 106, el procés finalitzarà un cop acabada la matriu de sis peces i activarà l'aturada en l'estat inicial (A1).

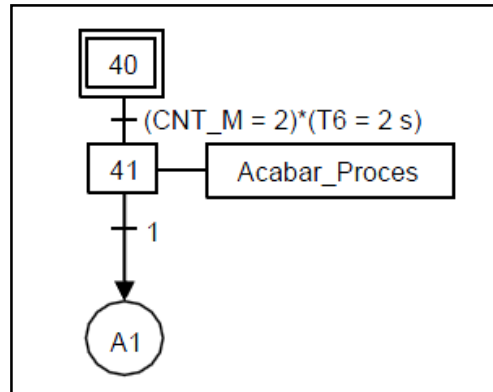


Figura 106. Marxa de tancament (F3)

### 8.1.6. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3)

En l'estat de la figura 107, es contemplarà el cas en que es necessiti una parada momentània. Prement el polsador de Reset, el procés s'aturarà en l'estat on es trobi i amb el polsador de marxa es podrà donar continuïtat al procés, partint de l'estat on s'ha aturat. En aquest cas no hi ha indicador lluminós.

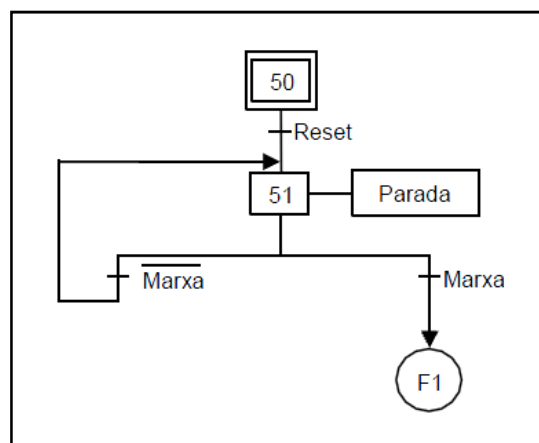


Figura 107. Aturada sol·licitada a un estat determinat (A3)



### 8.1.7. Aturada per assegurar la seguretat (D1)

En cas de que sigui necessària una parada d'emergència, polsant el polsador d'emergència (Emergència) s'aturarà el procés, estigui en l'estat que estigui, com es veu en la figura 108.

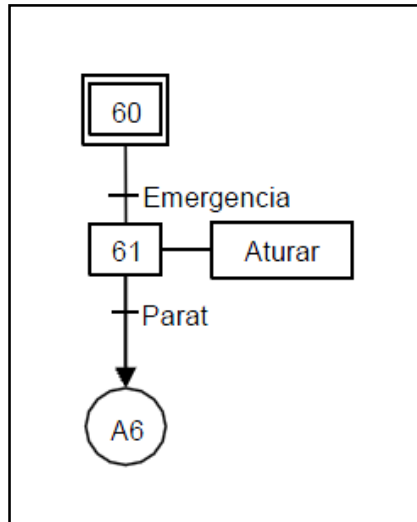


Figura 108. Aturada per assegurar la seguretat (D1)

### 8.1.8. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6)

Després de l'aturada d'emergència, el procés es mantindrà en espera fins que es reinici la maqueta i el procés torni a l'estat inicial, com s'observa en la figura 109.

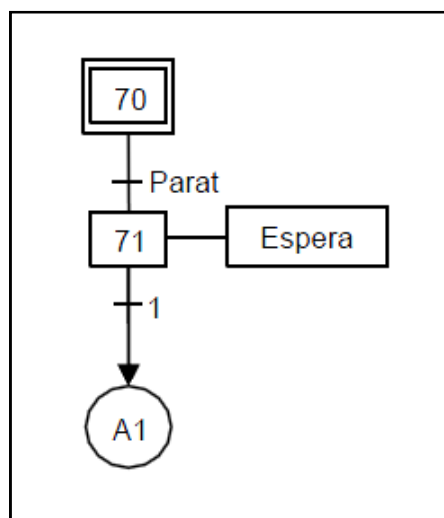


Figura 109. Posada de la P.O. en l'estat inicial (A6)

## 9. PLC SIMATIC S7-1200

El controlador lògic programable S7-1200, ofereix la flexibilitat i capacitat de controlar una gran varietat de dispositius en les diferents tasques d'automatització per les que està dissenyat. Gràcies al seu disseny compacte, flexible configuració i ampli joc d'instruccions, el S7-1200 és idoni per controlar una gran varietat d'aplicacions.

La CPU (Central Processing Unit) incorpora un microprocessador, una font d'alimentació integrada, així com circuits d'entrada i sortida en una carcassa compacta, creant així un potent PLC. Una vegada carregat el programa en la CPU, aquesta conté la lògica necessària per vigilar i controlar els dispositius de l'aplicació.

La CPU vigila les entrades i canvia l'estat de les sortides segons la lògica del programa d'usuari, que pot incloure lògica booleana, instruccions de comptatge i temporalització, funcions matemàtiques complexes, així com comunicació amb altres dispositius intel·ligents.

Com es pot observar en la figura 110, el S7-1200 disposa d'un connector a la corrent, connectors per la connexió dels diferents blocs d'extensió, espai per guarda la targeta de memòria, LED's d'estat per les E/S integrades i el connector PROFINET.

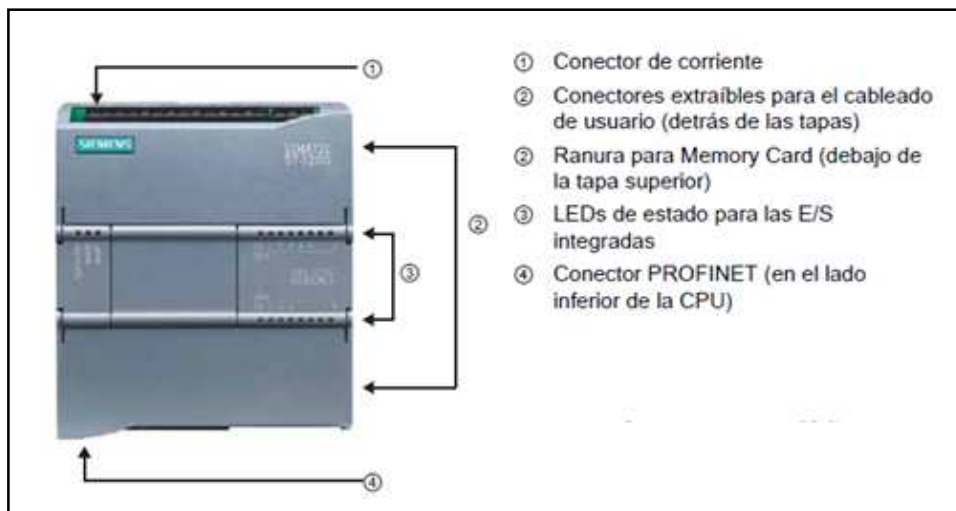


Figura 110. PLC S7-1200

Hi ha tres classes de CPU; CPU 1211C, CPU 1212C i CPU 1214C. En aquest cas s'utilitza la 1214C que, com es pot observar en la figura 111, a més de tenir el doble de memòria de treball, disposa de més entrades i sortides digitals i més memòria per l'àrea de marques.

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario • Memoria de trabajo • Memoria de carga • Memoria remanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 KB</li> <li>• 1 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 KB</li> <li>• 2 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>
E/S integradas locales • Digitales • Analógicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 entradas/4 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 entradas/6 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 entradas/10 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos • Fase simple  • Fase en cuadratura	3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz</li> </ul>	4 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz</li> <li>1 a 30 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz</li> <li>1 a 20 kHz</li> </ul>	6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz</li> <li>3 a 30 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz</li> <li>3 a 20 kHz</li> </ul>
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

Figura 111. Característiques de les CPU S7-1200

Els mòduls de senyals que s'utilitzen en aquestes maquetes seran els SM 1223 16 x 24 VDC Input / 16 x Relay Output, és a dir que disposa de 16 entrades extra, alimentades amb 24 V de contínua i 16 sortides de tipus relé. En la figura 112 es mostren diferents tipus de mòduls; mòduls de senyals (SM), Signal Boards (SB) i mòduls de comunicació (CM).

Módulos de señales y Signal Boards del S7-1200	
Módulos de señales	SM 1221 8 x 24 VDC Input
	SM 1221 16 x 24 VDC Input
	SM 1222 8 x 24 VDC Output
	SM 1222 16 x 24 VDC Output
	SM 1222 8 x Relay Output
	SM 1222 16 x Relay Output
	SM 1223 8 x 24 VDC Input / 8 x 24 VDC Output
	SM 1223 16 x 24 VDC Input / 16 x 24 VDC Output
	SM 1223 8 x 24 VDC Input / 8 x Relay Output
	SM 1223 16 x 24 VDC Input / 16 x Relay Output
	SM 1231 4 x Analog Input
	SM 1232 2 x Analog Output
	SM 1234 4 x Analog Input / 2 x Analog Output
Signal Boards	SB 1223 2 x 24 VDC Input / 2 x 24 VDC Output
	SB 1232 1 Analog Output
Módulos de comunicación del S7-1200	
	CM 1241 RS232
	CM 1241 RS485

Figura 112. Tipus de mòduls de senyal, Signal Boards i mòduls de comunicació

A primera vista no s'observen clares diferències entre els PLC S7-200 i S7-1200 ja que, com es pot veure en la figura 113, les dos CPU disposen de 14 entrades digitals, 10 sortides digitals, 2 entrades analògiques, 1 sortida analògica, 2 moduladors de polsos i 6 comptadors HSC (High-Speed-Counter). El que cal destacar són el número de controladors PID (Proportional-Integral-Derivative), ja que l'S7-1200 en tindrà 16 i l'S7-200 disposa de la meitat de controladors PID. La diferència més gran però és que l'S7-1200 permet l'afegit del bloc SB (signal board) inserit davant de la CPU ampliant d'aquesta manera el número d'entrades digitals a 16 i el número de sortides digitals a 12.

	S7-200 CPU 224XP	S7-1200 CPU 1214C
DI Digital Input	14	14+ (2 on SB)
DO Digital Output	10	10+ (2 on SB)
AI Analog Input	2	2
AO Analog Output	1	1 on SB
<b>PWM / PTO</b>		
Pulse Width Modulation	2	2
Pulse Train Output		
HSC High Speed Counter	6	6
PID Closed loop controller	8	16




Figura 113. CPU's S7-200 i S7-1200

## 9.1. Configuració hardware

STEP7 Basic utilitza una interfície gràfica que permet crear una imatge del hardware actual, que resulta molt més fàcil de configurar. Un cop escollida la CPU, es poden afegir els mòduls que facin falta i arrastrar-los a un dels espais en la interfície. Una vegada configurat la imatge del sistema hardware i afegit els mòduls necessaris, seleccionant un dels elements de la imatge es poden configurar les seves propietats, com per exemple utilitzar les marques especials, PID, entre altres. Seleccionant el connector PROFINET de la CPU en la imatge, es poden ajustar les propietats de la direcció IP.

Un cop configurades totes les propietats del hardware, es pot utilitzar la comanda "Cargar" per transferir la nova configuració a la CPU, seleccionant una interfície de xarxa i una CPU. Cal tenir en compte que la primera vegada que es configura un hardware recent instal·lat, s'ha d'utilitzar la opció "Cargar configuración Hardware" que permetrà especificar inicialment quins són els mòduls dels que disposa la maqueta.

Com es pot observar en la figura 114, en el desplegable de l'esquerra i dins el PLC creat, es disposa de l'opció "Configuració de dispositius", el qual permet afegir tants blocs com faci falta. Seleccionant-lo es poden observar les seves propietats.

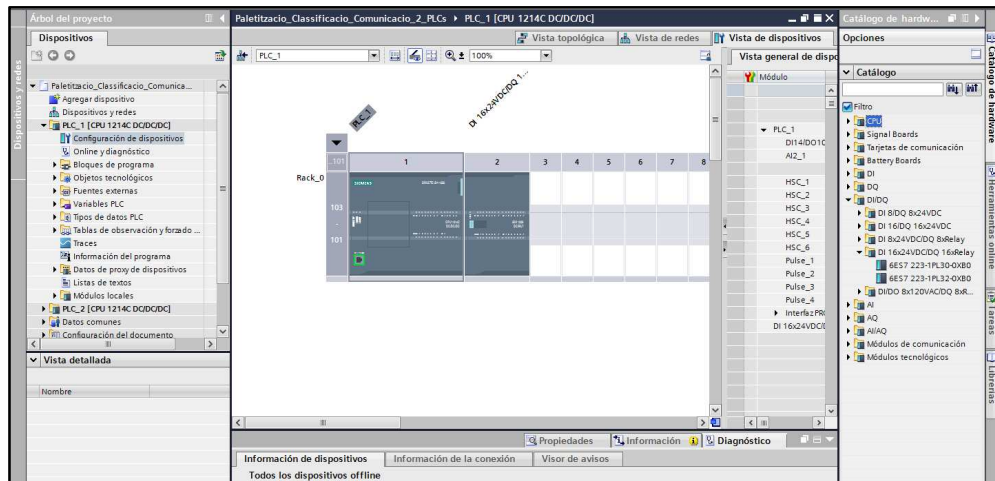


Figura 114. Configuració del PLC al TIA Portal

## 9.2. Comunicacions

En la imatge de la figura 115, es pot observar els diferents tipus de comunicació que es poden realitzar amb l'S7-1200. S'utilitzarà la interfície gràfica per realitzar la connexió física dels elements. En aquest cas, s'utilitzarà la comunicació entre l'ordinador i la CPU i entre dos CPU, però també es pot comunicar entre un panell HMI (Human Machine Interface) i la CPU.

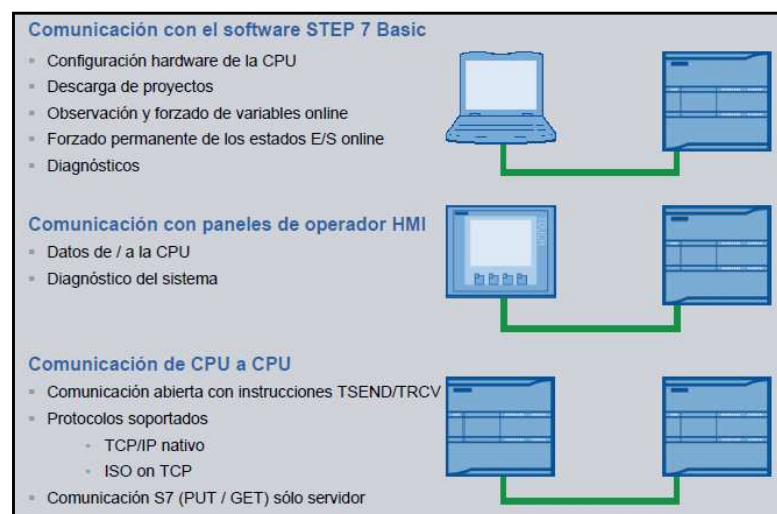


Figura 115. Comunicacions de l'S7-1200

Per la comunicació entre dos PLC, caldrà afegir la segona CPU amb l'opció "Agregar dispositivo". Un cop es tinguin els dos dispositius, únicament caldrà realitzar la connexió física a través de "Vista de redes", unint-los amb el cable PN/IE de forma virtual i afegir-li la seva respectiva IP, com es veu en la figura 116.

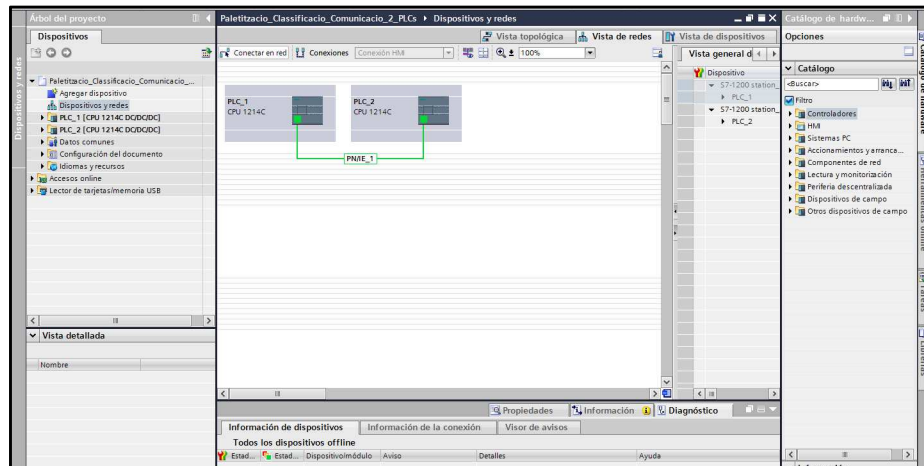


Figura 116. Connexió de dos PLC's

### 9.3. Tipus de bloc de dades

La diferència principal entre l'S7-200 i l'S7-1200, com es veu en la figura 117, és la manera d'organitzar el programa. Mentre amb l'S7-200 es disposava del menú principal, la rutina d'interrupció, les subrutines i la memòria V per guardar les variables, en l'S7-1200 es pot utilitzar els blocs d'organització (OB), la funció (FC), el bloc de funció (FB) i els blocs de dades (DB).

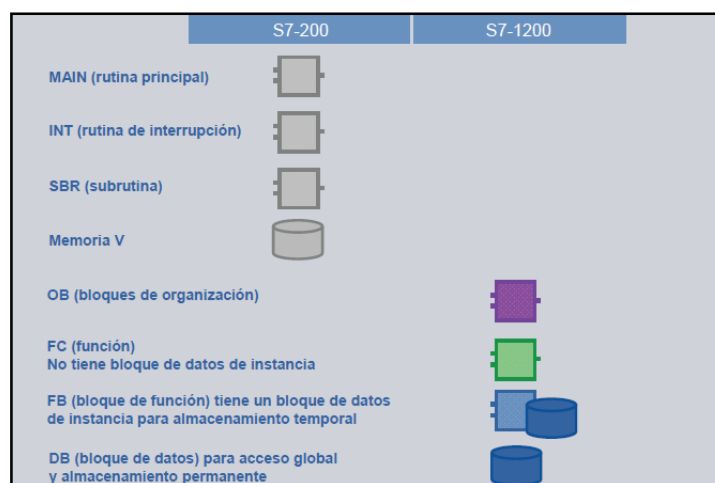


Figura 117. Organització de programa de l'S7-200 i l'S7-1200

Hi ha diferents blocs d'organització que tenen una funció específica segons la utilització que se li vulgui donar, com es veu en la figura 118. El més important i el que es crea només obrint el projecte és el Main (OB1), on hi anirà el programa principal. També s'utilitza l'Startup (OB100), on s'inclouen tots aquells elements que es vulguin inicialitzar només posant a RUN el programa. En l'S7-200, l'Startup es traduïa amb la utilització del byte de marques SM0.0 com a interruptor, activant tot el que estigues connectat a ell.

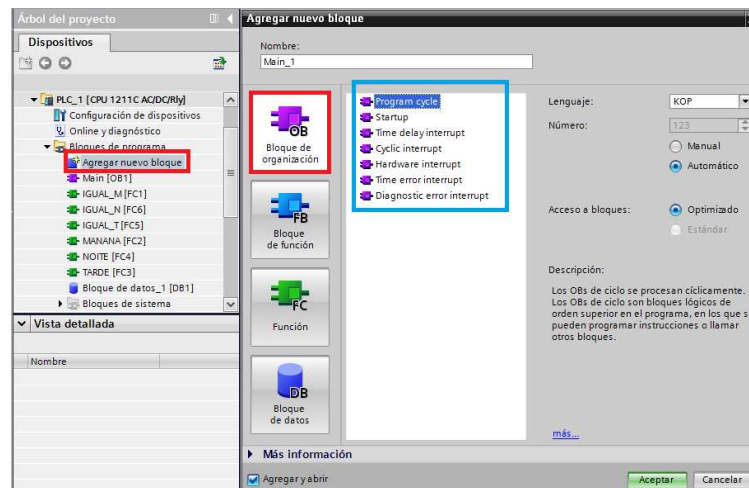


Figura 118. Blocs de dades OB de l'S7-1200

La manera d'organitzar amb l'S7200 era la observada en la figura 119, a partir del programa principal (MAIN) on s'escribia el procés hi havia subrutines (SBR) i la rutina d'interrupció (INT), dintre de les quals hi podien haver més subrutines (com a màxim vuit dins el programa principal i una dins la rutina d'interrupció). Tan el programa principal, com la rutina d'interrupció i les subrutines tenen accés a la memòria V.

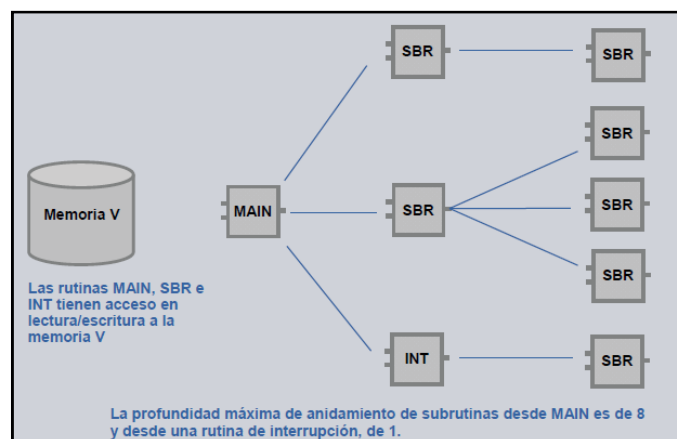


Figura 119. Organització del programa a l'S7-200

Amb l'S7-1200, com mostra la figura 120, l'organització és molt més complexa i fragmentada, ja que es disposa de diferents OB, dels quals poden derivar blocs de funció (FB) i funcions (FC). S'ha de tenir en compte però que els blocs de funció poden crear blocs de dades (DB) i les funcions no.

Les funcions s'utilitzen només per parts del programa que no utilitzen valors que es tinguin que guardar, com per exemple funcions matemàtiques que simplement retornin un valor o guardin el resultat en marques globals. Es solen utilitzar per realitzar accions molt simples i que es van repetint al llarg del procés, de manera que si s'activen contínuament en varies parts del programa no ocuparà espai de memòria.

Els blocs de funció són com les funcions però, a més, poden guardar valors en els seus propis blocs de dades, utilitzats per exemple per organitzar el programa quan aquest utilitza temporitzadors o necessita guardar dades. Aquests blocs, al crear els seus blocs de dades, ocuparan espai de memòria de manera que caldrà tenir molt clar si és necessària la seva utilització o amb una funció seria suficient.

A més, també es poden crear DB individuals sense crear cap funció, en cas que només fos necessària la creació d'algun tipus de variable.

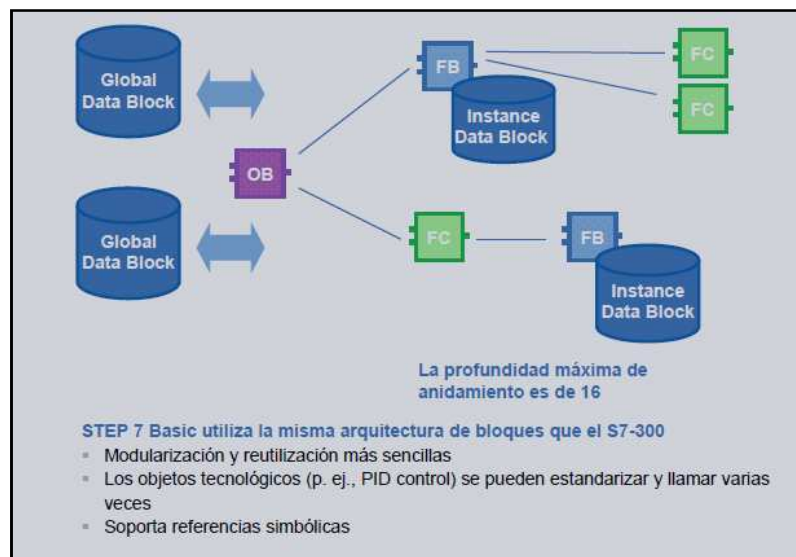


Figura 120. Organització del programa a l'S7-1200

Com es pot observar, la organització és molt més clara i senzilla, a més de disposar de diferents opcions per tal d'escollir la més adient en cada cas particular.



## 9.4. Marques especials

Amb l'S7-200 es disposa de varies marques especials amb la seva pròpia nomenclatura, de manera que per activar una d'elles només calia utilitzar un interruptor i donar-li el valor de la marca especial. Per exemple, en la figura 121 es pot observar la utilització de la marca especial SM0.5, la qual provoca un cycle d'intermitència cada segon, que activa una sortida quan es prem el polsador d'emergència.

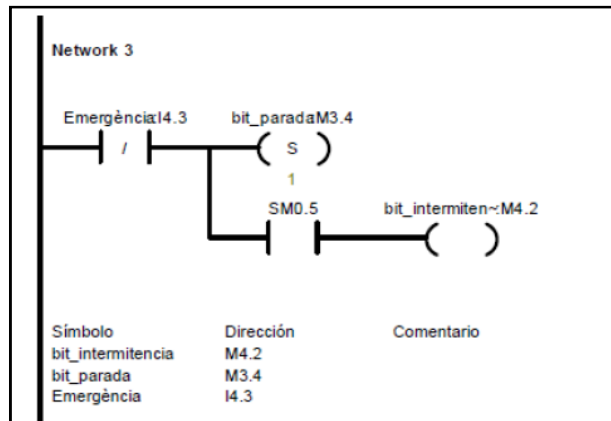


Figura 121. Exemple utilització de la marca SM0.5

Amb l'S7-1200 es pot fer ús de les marques especials activant-les a través del hardware del PLC, com mostra la figura 122. Només cal habilitar l'ús de les marques i donar-li el valor d'una memòria que no s'utilitzi en cap part del programa, de manera que totes les marques especials tindran la mateixa localització.

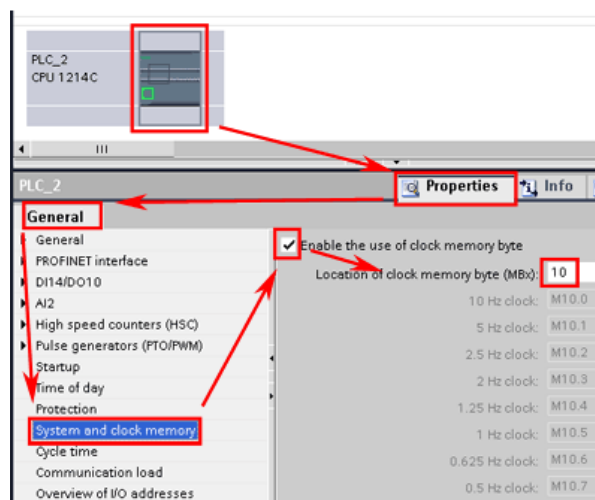


Figura 122. Configuració de marques especials amb l'S7-1200

Cal tenir en compte però que, al realitzar-se una comunicació entre dos PLC, cap dels dos PLC pot utilitzar les marques especials si en l'altre PLC hi ha una memòria amb el mateix valor. Encara que no s'utilitzin, aquella memòria deixarà de ser operativa. És per aquest motiu que en el present procés s'ha obviat la utilització de les marques especials.

## 9.5. Instruccions

La majoria d'instruccions comunes utilitzades per l'S7-1200 coincideixen tan en aspecte com en funcionalitat amb el programa utilitzat per l'S7-200. Tot i així, hi ha certes discrepàncies entre algunes importants instruccions que cal tenir en compte.

### 9.5.1. Flancs de pujada i baixada

Es poden utilitzar els flancs de pujada i baixada utilitzats de igual manera que amb l'S7-200, és a dir col·locant-los darrera de l'interruptor i activant la sortida durant un cicle anomenant-se en aquest cas P\_TRIG i N\_TRIG, com el de la figura 123. S'haurà de fer ús d'una memòria que no s'utilitzi en cap altre moment del programa per guardar momentàniament el valor dels flancs.

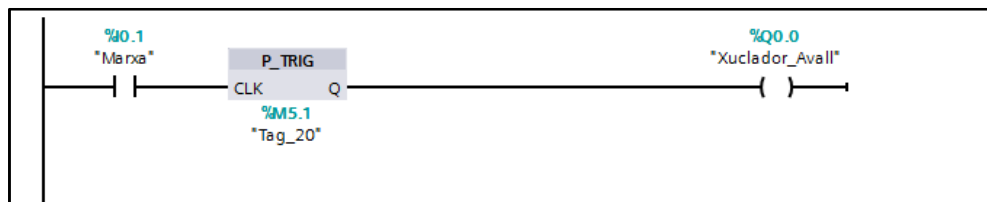


Figura 123. Exemple de flanc de pujada (P\_TRIG)

També es poden utilitzar els flancs de pujada i baixada P i N de la figura 124, que a diferència de P\_TRIG i N\_TRIG, es pot col·locar on es vulgui. Només fa falta indicar l'entrada a la que fa referència i la memòria on es guardarà el valor.

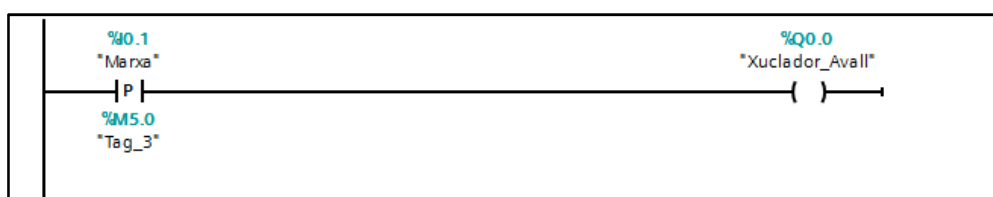


Figura 124. Exemple de flanc de pujada (P)

### 9.5.2. Temporitzadors

Pel que fa als temporitzadors, anteriorment en l'STEP7-MicroWIN s'utilitzaven els temporitzadors a partir del T37 i només es necessitava posar el valor a l'entrada PT, indicant el temps. Posteriorment s'utilitzava l'interruptor amb el valor T37 que activava la sortida corresponent, tal com es veu en l'exemple de la figura 125.

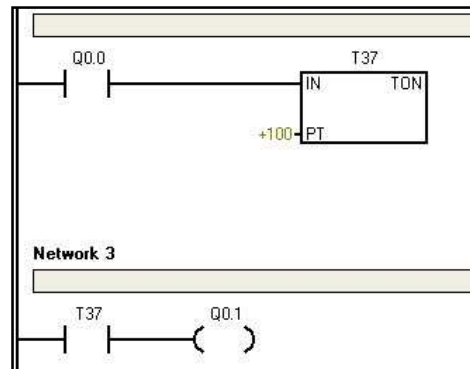


Figura 125. Temporitzador T37 amb l'S7-200

Pel que fa a l'S7-1200, com mostra la figura 126, s'haurà de crear el temporitzador com a bloc de dades i s'indicarà el temps a l'entrada PT. Posteriorment s'utilitzarà l'interruptor per activar la sortida, però a diferència de l'S7200 s'ha d'especificar que es vol activar l'interruptor utilitzant la sortida Q, de tipus binari, del temporitzador. Aquest s'activarà quan s'hagi superat el temps seleccionat a PT. Això es deu a que també es podran escollir diferents opcions, com per exemple que s'activi al mateix temps que s'activa el temporitzador, T0.IN.

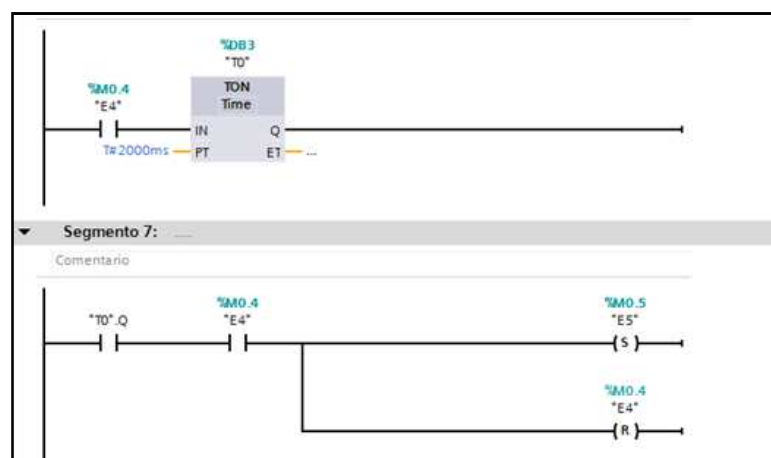


Figura 126. Temporitzador amb l'S7-1200

### 9.5.3. Comptadors

Pel que fa als comptadors, amb l'S7-200 es col·locava l'interruptor a l'entrada CU, el qual sumava un 1 per cada flanc de pujada, fins arriba al valor indicat en l'entrada PV (valor de comptatge), com es veu en la figura 127. També es disposava de l'entrada R que resetejava el comptador. Posteriorment només es necessitava l'interruptor amb el nom del comptador per activa la sortida desitjada.

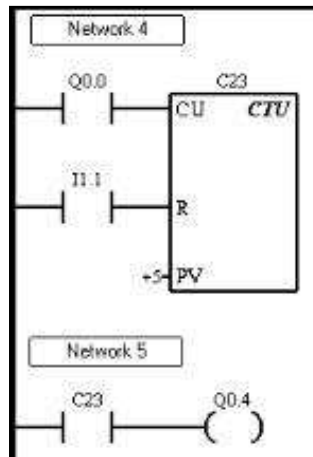


Figura 127. Comptador amb l'S7-200

Amb l'S7-1200 s'haurà de crear el comptador com a bloc de dades i s'indicarà el valor de comptatge a l'entrada PT, com en l'exemple de la figura 128. Posteriorment s'utilitzarà l'interruptor per activar la sortida però a diferència de l'S7200 i al igual que el temporitzador, s'ha d'especificar que es vol activar l'interruptor utilitzant la sortida Q, que s'activarà quan s'hagi arribat al valor de comptatge indicat.

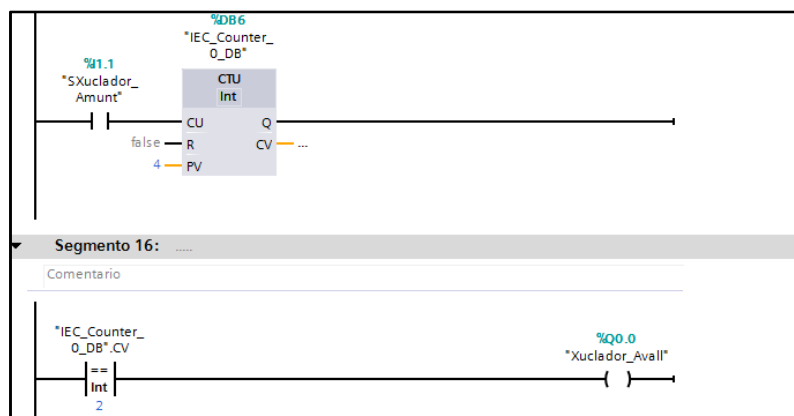


Figura 128. Comptador amb l'S7-1200

### 9.5.4. Bloc de desplaçament SHL

Els blocs de desplaçament SHL són utilitzats per poder fer un desplaçament de bits d'una memòria determinada. En l'exemple de la figura 129, després d'habilitar el bloc amb un interruptor, es mourà el número de bits indicats en l'entrada N de la memòria assignada a IN. El resultat del desplaçament realitzat es guardarà a la memòria de la sortida OUT. A més, si es vol, es pot activar una sortida quan s'hagi realitzat l'operació.

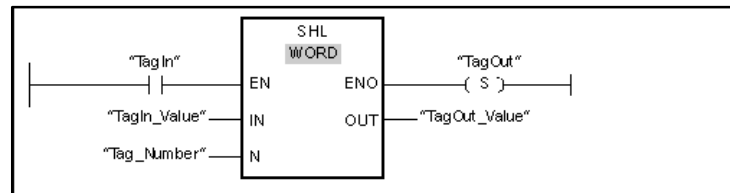


Figura 129. Bloc de desplaçament SHL amb l'S7-1200

### 9.5.5. FieldWrite/FieldRead

Els blocs FieldWrite i FieldRead són dos instruccions que permeten, respectivament, escriure i llegir valors dintre un array. Aquests blocs no es troben definits en les instruccions, sinó que s'hauran de crear, com en la figura 130, utilitzant el bloc Empty box dintre la carpeta General de les instruccions.

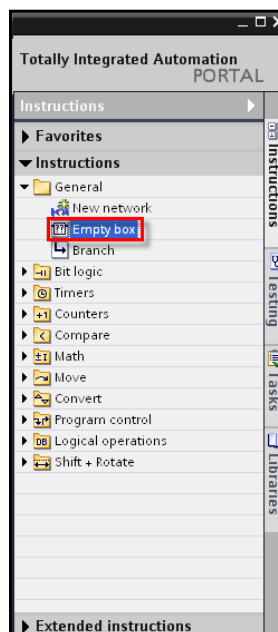


Figura 130. Blocs per crear instruccions amb l'S7-1200

Un cop creat el bloc, s'utilitzarà la llista desplegable, tal i com mostra la figura 131, per escollir quina instrucció es vol crear. Això es deu a que hi ha una gran quantitat d'instruccions i no totes es poden trobar a les carpetes, ja que allà només s'inclouen les instruccions més utilitzades. D'aquesta manera, un cop s'hagi creat el bloc, s'incorporarà a les instruccions predefinides del programa.

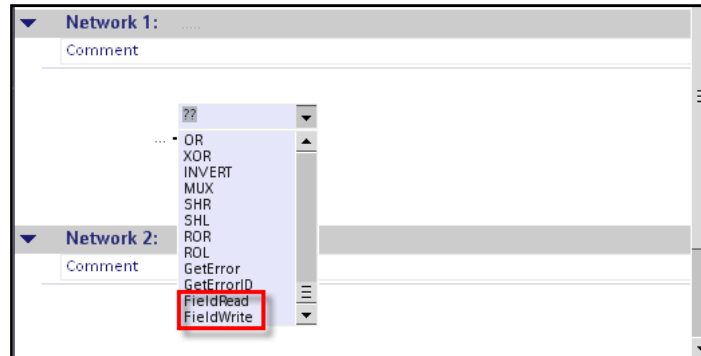


Figura 131. Llista desplegable del bloc "Empty box"

En el bloc FieldRead es disposa del valor INDEX, amb una variable de tipus DInt, que permet indicar el component array des del qual es vol començar a llegir el valor. L'entrada MEMBER indicarà el primer component de la cadena de valors. Finalment, en la sortida VALUE es guardarà el valor de l'array que s'ha llegit.

En l'exemple de la figura 132, es llegirà la posició MD20 de la cadena de valors DB\_Modul\_5 (la qual comença a partir de la posició 1), guardant el resultat a la memòria MB10. Com es pot observar, la memòria de l'entrada INDEX no pot ser inferior al tipus double (8 bytes).

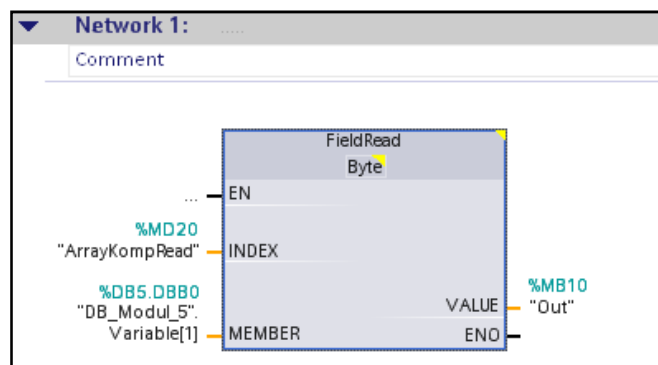


Figura 132. Bloc FieldRead

En el bloc FieldWrite, hi haurà l'entrada VALUE on es rebrà el valor que s'ha d'escriure, l'entrada INDEX indica la posició de l'array on s'ha d'escriure el valor i la sortida MEMBER indica el primer component de la cadena de valors.

En l'exemple de la figura 133 s'escriurà el valor de la memòria MB10, en la posició MD24 de la cadena de valors DB\_Modul\_6.

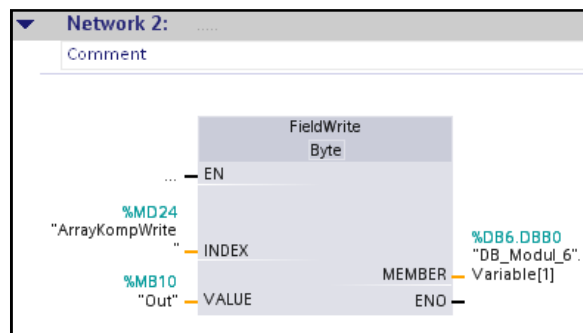


Figura 133. Bloc FieldWrite

### 9.5.6. Blocs de comunicació

Pel que fa a la comunicació, amb l'S7-1200 hi ha varies maneres de comunicar entre dos PLC's, però la més comuna i la que s'utilitzarà en aquest procés automatitzat per comunicar dos PLC's via Ethernet, serà mitjançant els blocs TSEND\_C i TRCV\_C.

Els dos blocs es poden trobar en la carpeta "Open user communication" de l'apartat "Comunicación" en el menú del lateral, tal com es veu en la figura 134.

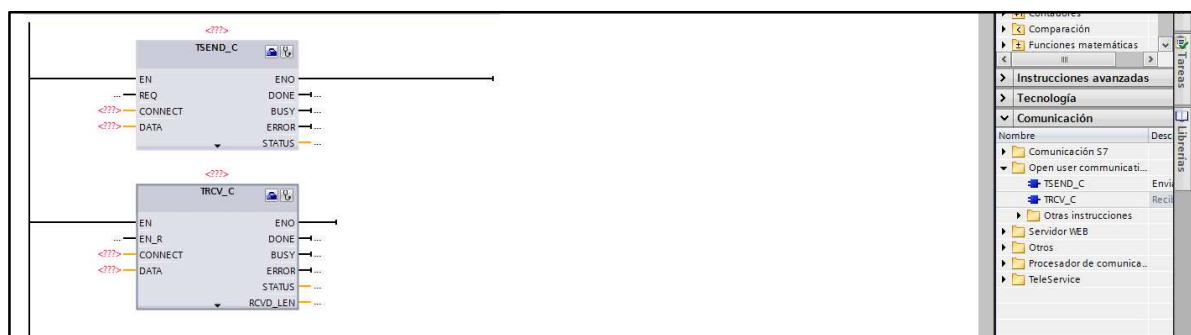


Figura 134. Blocs de comunicació (TRCV/TSEND)

El bloc TSEND\_C es configura com en la figura 135; en els paràmetres del bloc s'haurà d'indicar amb quin PLC interlocutor es vol establir la comunicació, la xarxa que s'utilitzarà (en aquest cas Ethernet) i la ID de connexió la qual serà sempre 1. Es seleccionaran un altre vegada els dos PLC en les dades de connexió i s'escriurà la seva direcció IP.

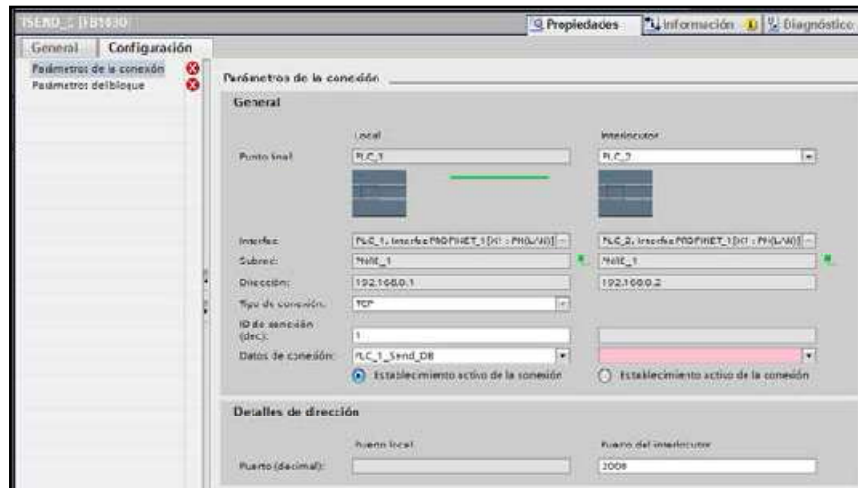


Figura 135. Paràmetres de la connexió del bloc TSEND

Com a paràmetres del bloc es té l'entrada REQ, on s'indicarà en quin moment s'iniciarà l'enviament de dades, l'entrada CONT on s'escriurà un 1 per tal de mantenir el bloc connectat i l'entrada CONNECT on es designa el PLC amb el qual es realitza la connexió. Finalment s'indicarà en l'entrada DATA en quina memòria es guardaran les dades que s'envien. La figura 136 en mostra un exemple.

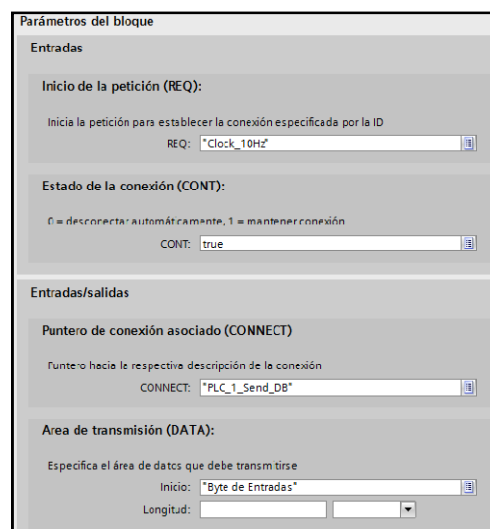


Figura 136. Paràmetres del bloc TSEND



El bloc TRCV\_C de la figura 137 es configura de la mateixa manera que el bloc TSEND\_C però en aquest cas el PLC local serà el PLC2 i el interlocutor serà el PLC1. La resta de dades es completaran de la mateixa manera que amb l'anterior bloc.

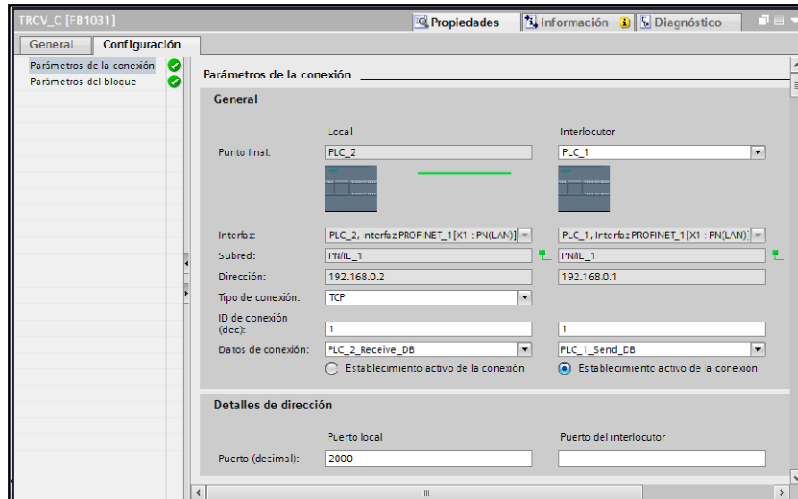


Figura 137. Paràmetres de la connexió del bloc TRCV

Els paràmetres d'aquest bloc disposaran de l'àrea de recepció, on s'indicarà quina memòria controlarà la lectura de dades, l'entrada CONT que es mantindrà a 1, l'entrada LEN que indicarà la longitud de les dades a llegir, l'entrada CONNECT on hi haurà declarat el nom del PLC i l'entrada DATA per indicar en quin byte es rebran les dades. La figura 138 mostra un exemple.

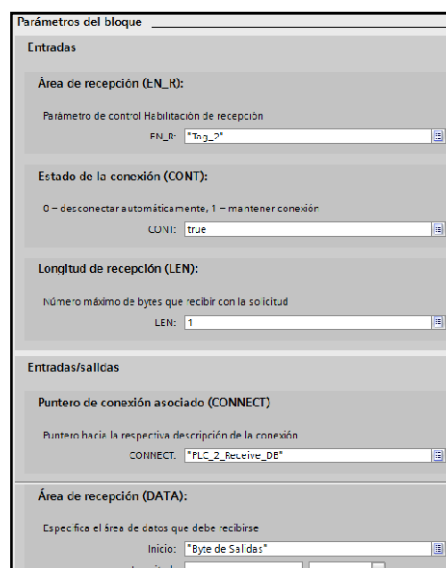


Figura 138. Paràmetres del bloc TRCV

## 10. PROGRAMARI

El primer pas per començar a crear el programa que controlarà l'autòmat, com mostra la figura 139, és afegir el dispositiu correcte, anant a "Dispositivos y redes" i "Agregar dispositivo", escollint la CPU, que en aquest cas és la CPU1214C DC/DC/DC 6ES7 214-1AG40-0XB0.

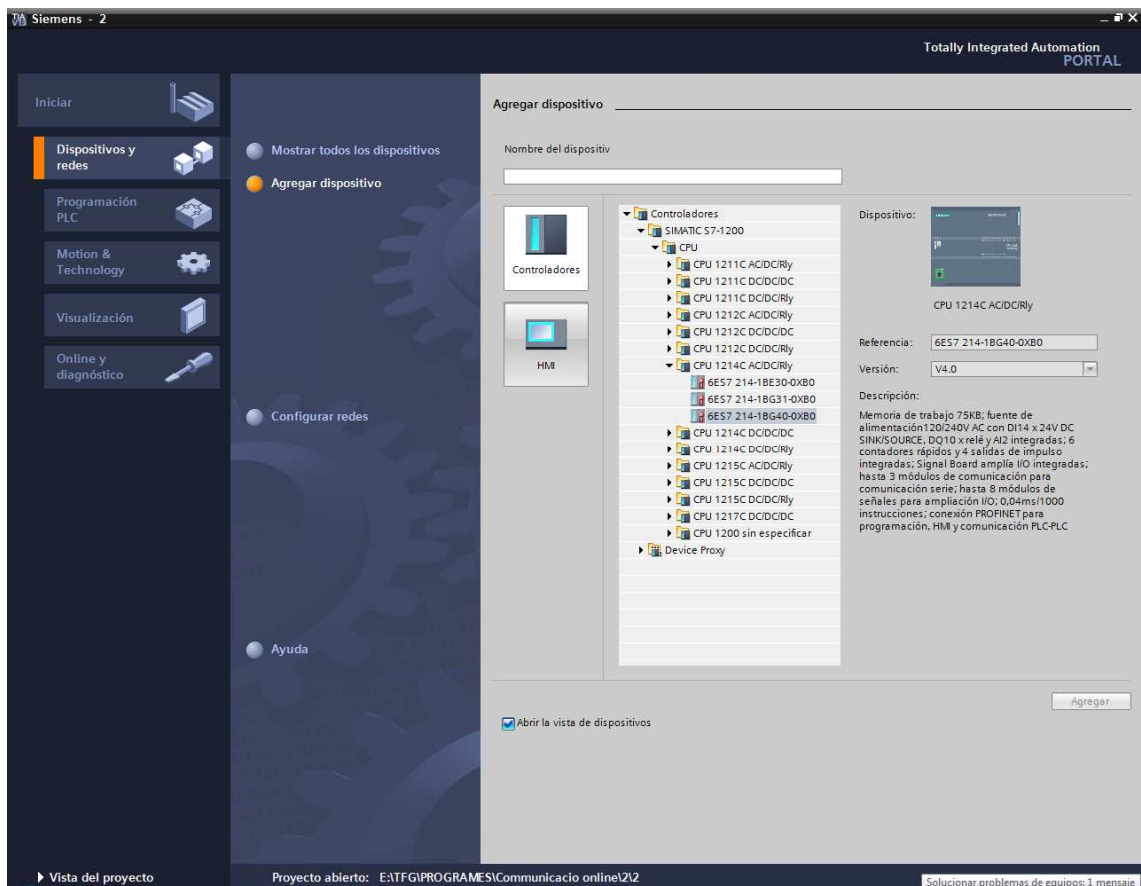


Figura 139. Elecció de la CPU en el TIA Portal

Un cop escollit l'autòmat, es pot afegir tants mòduls com facin falta, en aquest cas es tracta del mòdul DI16/DQ16x24VDC 6ES7 223-1PL32 0XB0, que permet ampliar el número d'entrades i sortides de la CPU. Un cop estan tots els dispositius afegits s'ha de polsar amb el botó dret sobre "Bloques de programa" i escollir l'opció "Cargar en dispositivo" i "Configuración hardware" ja que es tracta d'un dispositiu nou.

Si no es segueixen aquests passos, pot aparèixer un problema en el programa indicant que hi ha un mòdul defectuós, l'autòmat donarà problemes i no funcionarà correctament, tal com s'ha pogut comprovar amb les proves realitzades al laboratori.

A continuació, com en la figura 140, s'assignarà la direcció IP corresponent al PLC amb el que es vol comunicar. La configuració de la IP es pot realitzar des de "Configuración Hardware" o des de "Online y diagnóstico".

Figura 140. Configuració de la direcció IP

Després d'haver configurat la direcció IP del PLC, es pot realitzar la comunicació online com en la figura 141, on s'escull el tipus d'interfície a través de la qual es podrà realitzar la connexió, en aquest cas PN/IE (Profinet/Ethernet). Posteriorment, es selecciona "Actualizar" per tal de que busqui tots els PLC's en la mateixa xarxa i es selecciona el PLC desitjat. Un cop realitzada la connexió es pot passar a la carrega del programa al PLC.

Figura 141. Comunicació online del PLC S7-1200

Com es pot veure en la imatge de la figura 142, si es realitza la connexió online abans de carregar el programa es compilarà el codi escrit i es carregaran únicament els canvis (tan de hardware com de software) que s'hagin realitzat respecte al programa que estigui carregat al PLC.

És per aquest motiu que primer es realitza la comunicació online, tot i que es pot carregar el programa sense fer-ho.

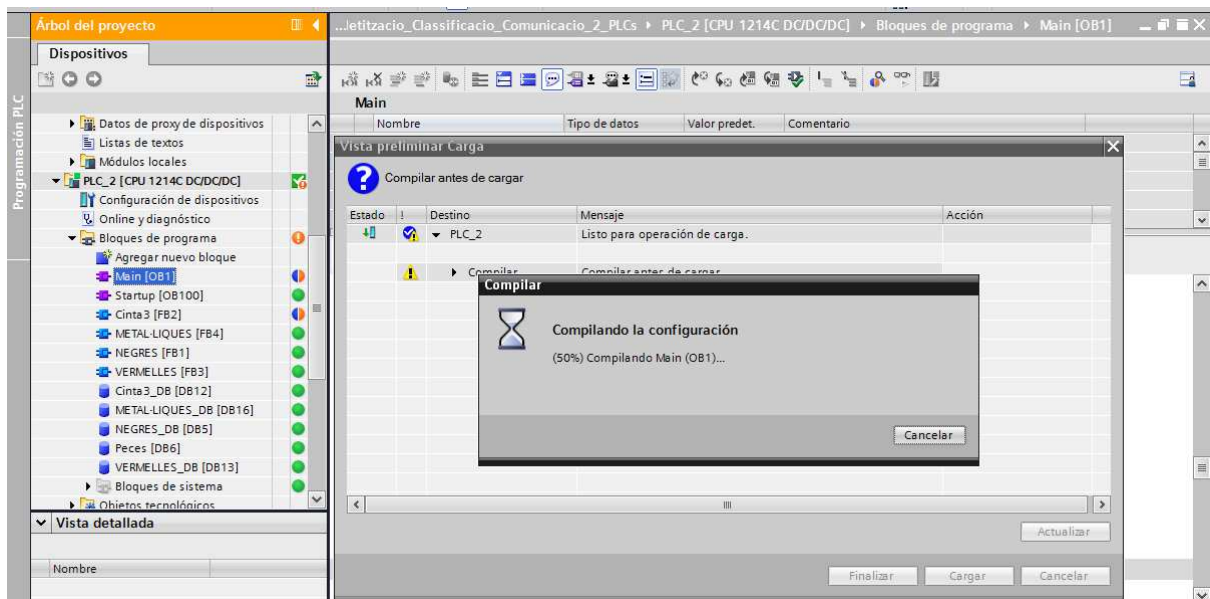


Figura 142. Carga del programa a l'S7-1200

Un cop es tingui el programa carregat i la comunicació online realitzada, es pot activar "Run" per tal d'inicialitzar el procés i escollir la opció de visualitzar per poder observar el seu comportament.

A continuació, es procedirà a explicar les parts que s'han de tenir en compte del programari dissenyat que figura en l'annex de la memòria. S'han realitzat dos programes, un per la comunicació entre la maqueta de foradament i la maqueta de control de qualitat i l'altre per la comunicació entre la maqueta de classificació i la maqueta de paletització. Dintre de cada programa i haurà el seu respectiu PLC amb el programa de cada una de les maquetes individuals i la seva comunicació.

## 10.1. PROGRAMA 1

En aquest programa hi haurà la programació de la comunicació entre la maqueta 1 i 2 i els seus respectius processos.

### 10.1.1. Maqueta de foradament

El programa de la maqueta de foradament s'organitza en el blocs de la figura 143; Main i Startup, que configuren el programa principal i les funcions Posicio\_PlatGiratori, Parada i Emergència. Per tal de comprendre correctament el programa, es procedirà explicar algunes de les funcions més importants.



Figura 143. Organització del programa de la maqueta 1

Al iniciar-se el programa i tal com mostra la figura 144, cal tenir en compte que els sensors de inici i final de les cintes són barreres fotoelèctriques, de manera que quan la peça s'interposi entre l'emissor i el receptor, es quan s'haurà d'activar el senyal de detecció d'objecte. Per aquest motiu, en el programa consten com a interruptors normalment tancats.

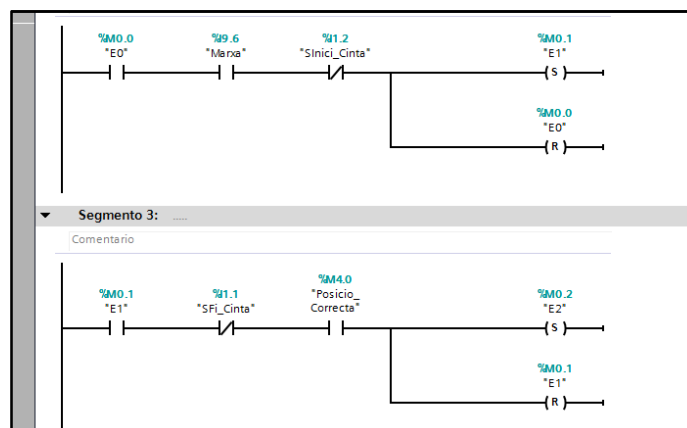


Figura 144. Sensors barrera de la maqueta 1

La següent part a tenir en compte, serà les diferents posicions del panell giratori. S'ha creat un bloc de funció (FC) on s'activarà la memòria Posicio\_Correcta per flanc de baixada mitjançant el sensor de quart de volta, tal com es veu en la figura 145.

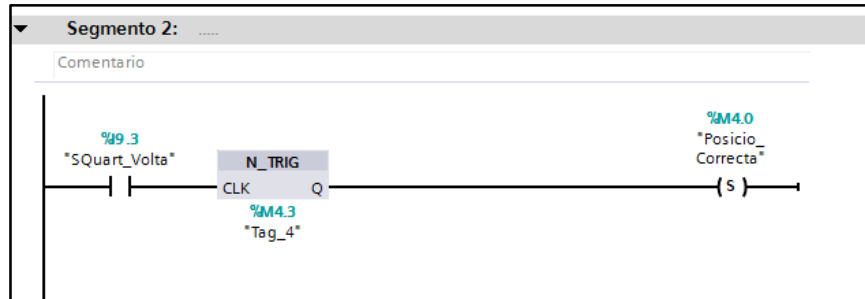


Figura 145. Memòria del sensor de quart de volta

Aquesta memòria s'utilitzarà en els estats que provoquin un conflicte amb el sensor de quart de volta, és a dir quan el xuclador, el comprovant i la pinça baixen. Això pot ocasionar el moviment del plat, provocant que en el següent estat, on s'hauria de moure el plat, s'aturi. Per aquest motiu, primer es realitza el flanc de pujada, com es veu en la figura 146, i posteriorment el flanc de baixada. També cal provocar el reset d'aquesta memòria en les memòries posteriors a moure el plat, per tal que funcioni correctament en el pròxim estat.

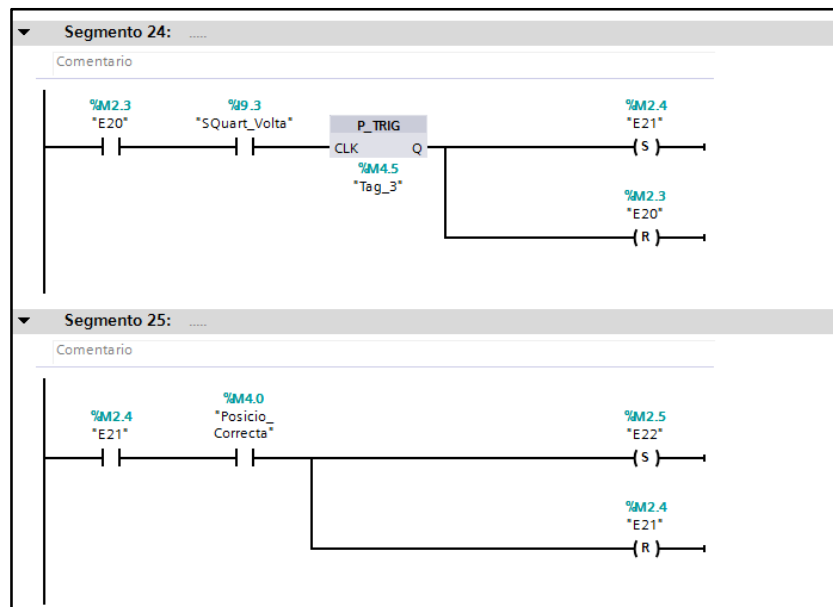


Figura 146. Posició correcta del plat giratori

Per la parada momentània s'utilitzarà el programa de la figura 147, activant una memòria anomenada bit\_parada activada a partir del polsador Reset.

Aquesta memòria activarà una llum indicadora i serà col·locada com a interruptor normalment tancat, per poder parar els actuadors. Per tal de reactivar el procés, caldrà resetejar la memòria a partir del polsador de marxa, tan com es mostra a la figura 147.

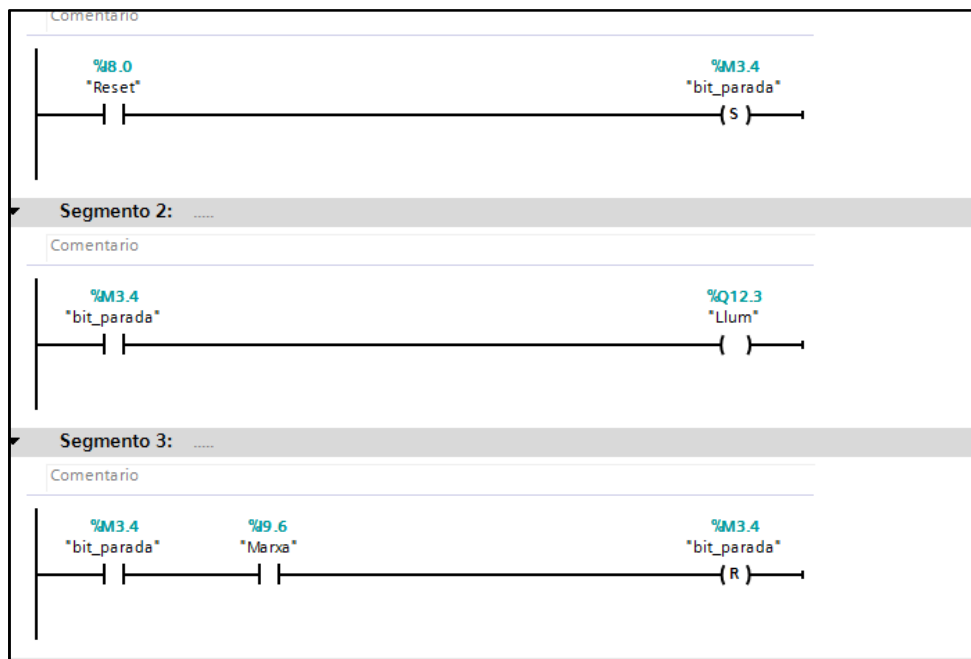


Figura 147. Programa del bloc de parada momentània

Finalment, per la comunicació s'utilitzarà el bloc Move, col·locant el valor 10 a la memòria MB200 un cop s'arribi a l'estat final (E28), com mostra la figura 148.

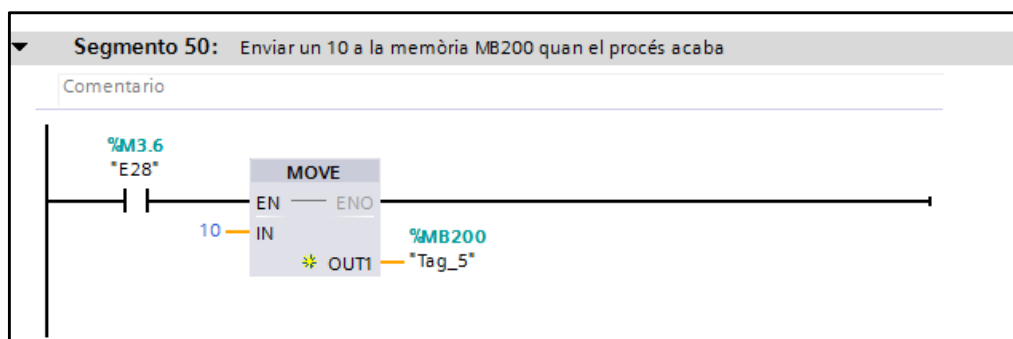


Figura 148. Enviar un 10 a la memòria MB200

El bloc TSEND escriurà el valor adequat en la memòria assignada (MB200) en el moment que s'activi l'estat 28, com es veu en la figura 149.

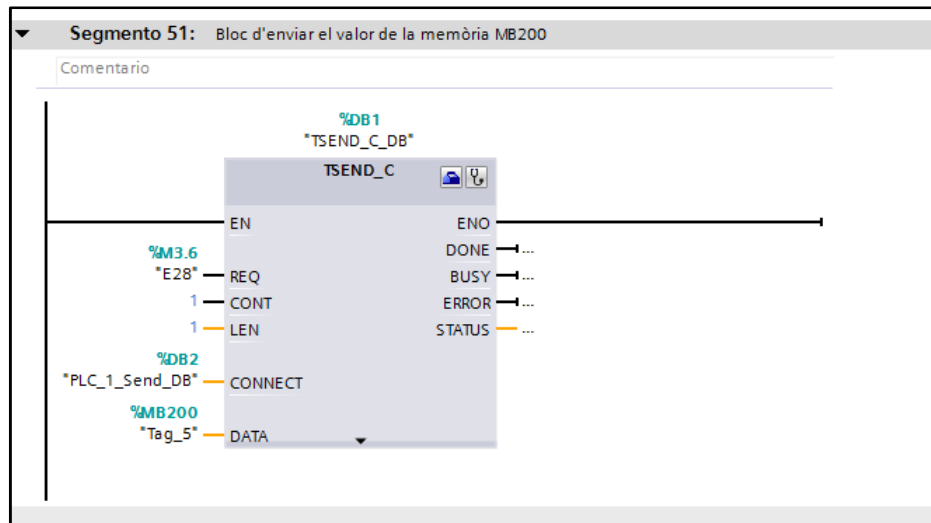


Figura 149. Bloc de comunicació TSEND

Els estats posteriors 0 i 1 escriuran el valor 0 a la memòria MB200, com es veu en la figura 150. S'ha escrit d'aquesta manera per assegurar que al tornar a iniciar el programa (estat 0 pel cicle únic i estat 1 pel cicle continu) en la memòria MB200 no estigui escrit el valor 10.

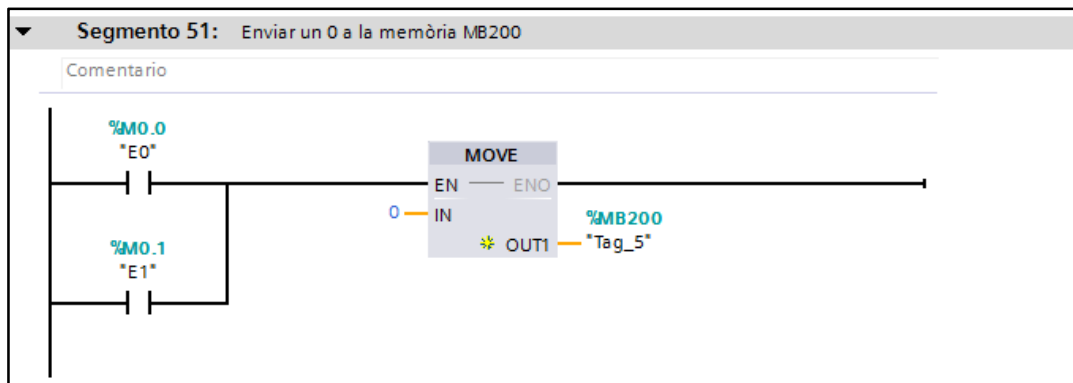


Figura 150. Reset de la memòria MB200

### 10.1.2. Maqueta de control de qualitat

El programa de la maqueta de control de qualitat s'organitza en els blocs de la figura 151; Main i Startup que configuren el programa principal, els blocs de funcions Forat1, Forat2 i No\_Forat, en els quals es podran contemplar els tres estats possibles i les funcions Parada i Emergència.



Com es pot observar, els blocs de funció creen els seus respectius blocs de dades amb el mateix nom. Per tal de comprendre correctament el programa, es procedirà explicar algunes de les funcions més importants.



Figura 151. Organització del programa de la maqueta 2

El bloc TRCV de la figura 152 llegirà la memòria assignada (MB200) cada flanc de pujada del rellotge creat a partir de la memòria %M2.0.

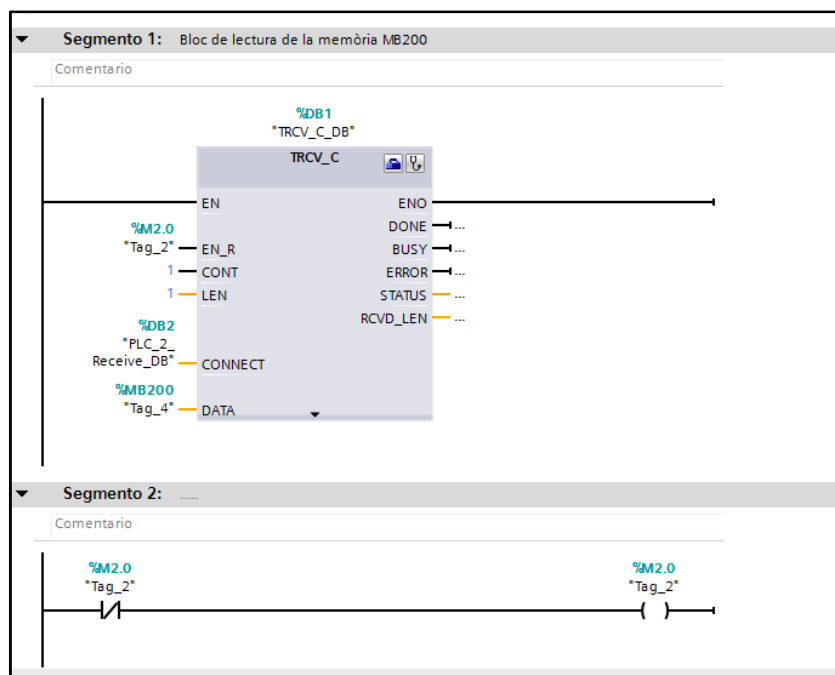


Figura 152. Comunicació del bloc TRCV

Un cop llegit el valor i activat l'estat 0, es compararà el valor de la memòria MB200 de manera que si es igual a 10 i per tant la maqueta de foradament ha enviat la senyal, s'activarà l'estat 1, començant així el procés. Immediatament després d'haver activat l'estat 1, es col·locarà un 0 a la memòria MB200 per tal que si el bloc TRCV la llegeix de nou no hi hagi encara el 10, com mostra la figura 153.

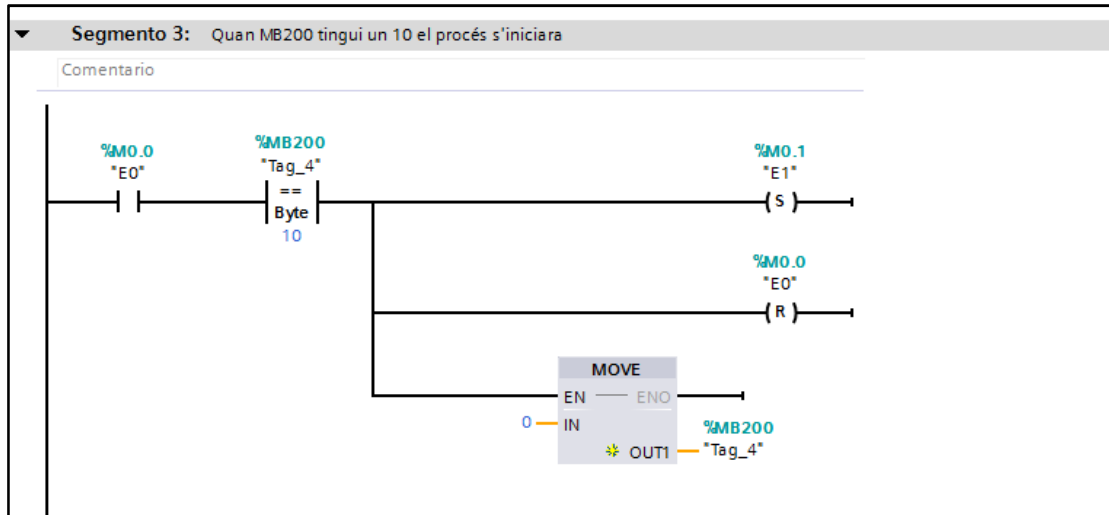


Figura 153. Inicialització del procés de la maqueta 2

## 10.2. PROGRAMA 2

En aquest programa s'inclouen els programes de la maqueta de classificació i la maqueta de paletització que, a més de poder fer el seu procés individualment, es comunicaran entre elles. Per tal de ser més senzilla la comprensió de la comunicació, s'han realitzat els GRAFCET. Inicialment, la maqueta de paletització demanarà les peces a la maqueta de classificació de la manera següent.

Quan es premi el polsador de marxa de la maqueta de paletització, es llegiran els comptadors CNT\_N (comptador de peces negres), CNT\_V (comptador de peces vermelles) i CNT\_M (comptador de peces metàl·liques). Si el comptador de peces negres és més petit a dos, es col·locarà un 10 a la memòria MB200 (memòria que posteriorment llegirà la maqueta de paletització) i es dirigirà a l'estat 1 per repetir el procés fins que el comptador de peces negres arribi a 2.

Si el comptador de peces vermelles és més petit a dos i el comptador de peces negres és 2, es col·locarà un 20 a la memòria MB200 i es dirigirà a l'estat 1 per repetir el procés fins que el comptador de peces vermelles arribi a 2.

Finalment, si el comptador de peces metàl·liques és més petit a dos, el comptador de peces negres és 2 i el comptador de peces vermelles també és 2, es col·locarà un 30 a la memòria MB200 i es dirigirà a l'estat 0 quan el número de peces metàl·liques arribi a 2, donat que s'haurà finalitzat la matriu desitjada.

En cas que es vulgui fer algun altre tipus de matriu o augmentar el número de peces, només caldrà modificar el GRAFCET de la figura 154, modificant el comptador de cada una dels tipus de peça i modificant d'igual manera l'ordre en què es demanen les peces.

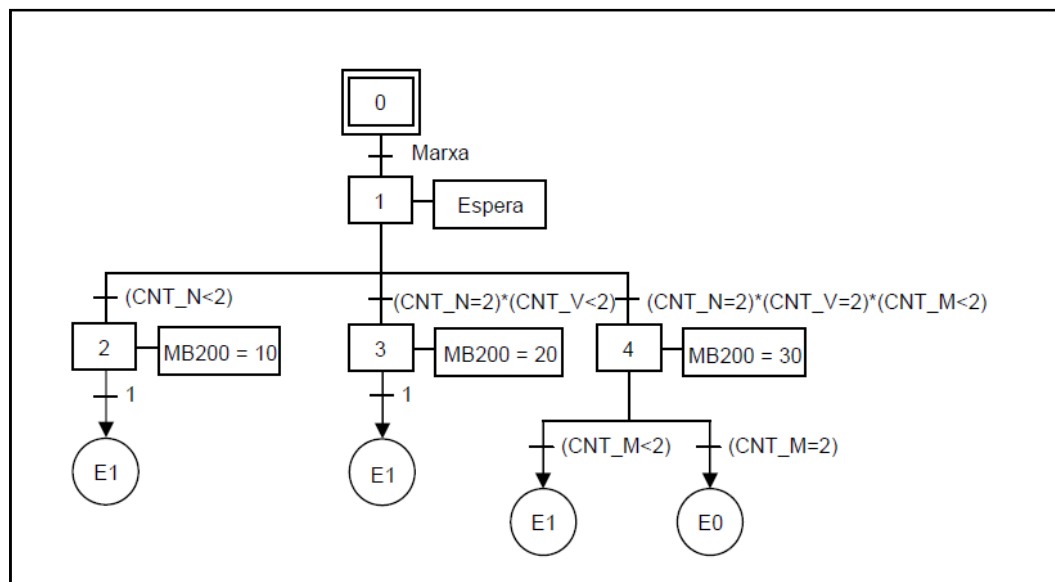


Figura 154. GRAFCET de la maqueta de paletització

La maqueta de classificació, anirà llegint la memòria MB200 contínuament, de manera que quan el valor de MB200 del GRAFCET de la figura 155 sigui 10, significarà que la maqueta de paletització demanarà una peça negra, per tant es podran produir dos casos.

Si el valor de MB40 és 1, significa que la primera peça de la cinta 3 (cinta de peces sobrants) és negra i per tant s'activarà la barrera del final de la cinta (Barrera\_D) i el motor de la cinta 3 per transportar la peça a la maqueta de paletització.

Si en cas contrari la primera peça de la cinta 3 és diferent a 1, significarà que la peça no és negra i per tant s'hauran d'utilitzar les peces de la cinta 0, activant la barrera de final de cinta (Barrera\_A) i el motor de la cinta.

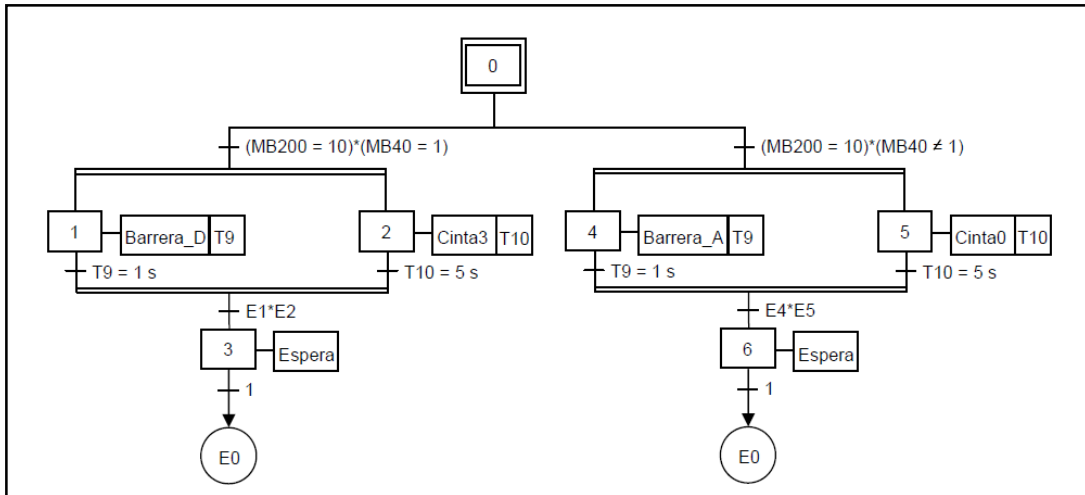


Figura 155. GRAFCET de peces negres de la maqueta de classificació

Si el valor de MB200 del GRAFCET de la figura 156 és 20, significarà que la maqueta de paletització demanarà una peça vermella i es podran produir dos casos. Que el valor de MB40 sigui 2 i per tant la primera peça de la cinta 3 serà vermella, activant la barrera i la cinta per transportar la peça a la maqueta de paletització o que la primera peça de la cinta 3 sigui diferent a 2, de manera que la peça no serà vermella i s'hauran d'utilitzar les peces de la cinta 1, activant la barrera de final de cinta (Barrera\_B) i el motor de la cinta.

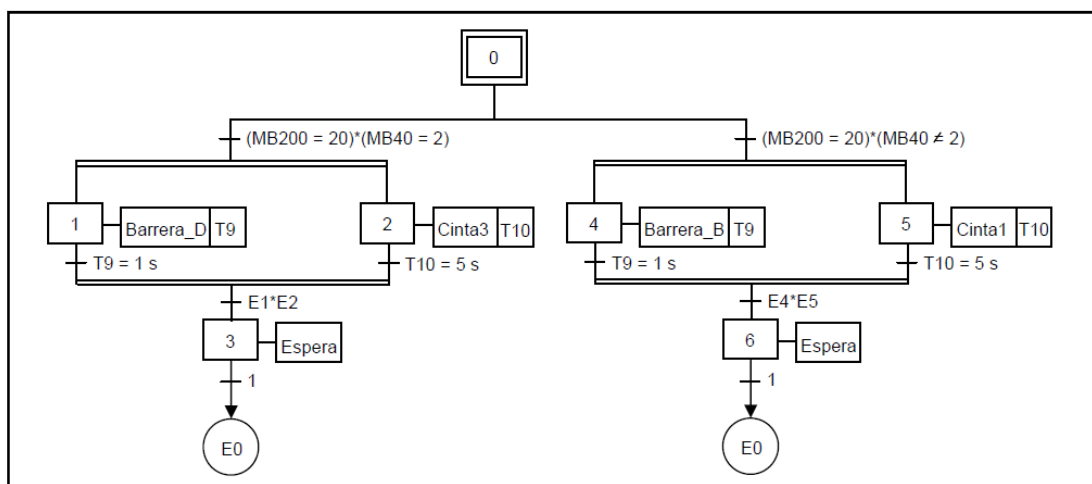


Figura 156. GRAFCET de peces vermelles de la maqueta de classificació

Finalment, si el valor de MB200 del GRAFCET de la figura 157 és 30 la maqueta de paletització estarà demanant una peça metàl·lica. Si el valor de MB40 és 3, significarà que la primera peça de la cinta 3 serà metàl·lica i per tant s'activarà la barrera i la cinta per transportar la peça a la maqueta de paletització. Si, pel contrari, la primera peça de MB40 és diferent a 3, la peça no serà metàl·lica i s'hauran d'utilitzar les peces de la cinta 2, activant la barrera de final de cinta (Barrera\_C) i el motor de la cinta.

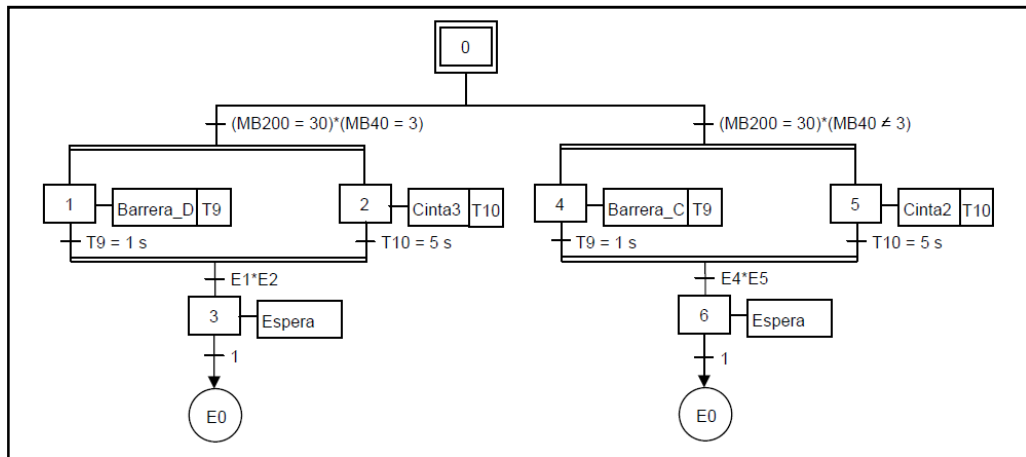


Figura 157. GRAFCET de peces metàl·liques de la maqueta de classificació

### 10.2.1. Maqueta de classificació

El programa de la maqueta de classificació s'organitza en els blocs de la figura 158; Main i Startup que configuren el programa principal, els blocs de funcions Cinta3, Metàl·liques, Negres i Vermelles en els quals es dissenya el programa per les quatre cintes. A més hi ha les funcions d'Emergència, Parada i Acabar procés.

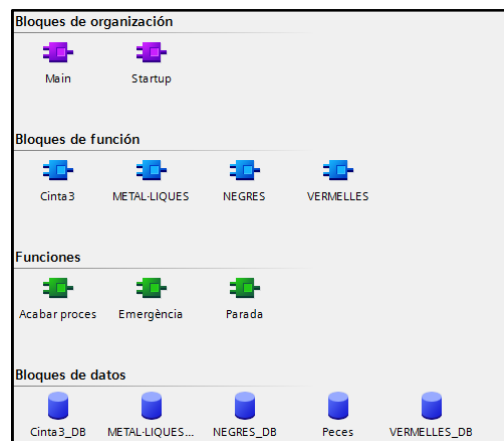


Figura 158. Organització del programa de la maqueta 3

Per tal de poder emplenar la cinta de peces sobrants i buidar-la posteriorment quan la maqueta de paletització ho demani, s'utilitzarà un array de bytes. Per fer-ho es crearà el bloc de dades Peces de la figura 159, un array de 7 bytes.

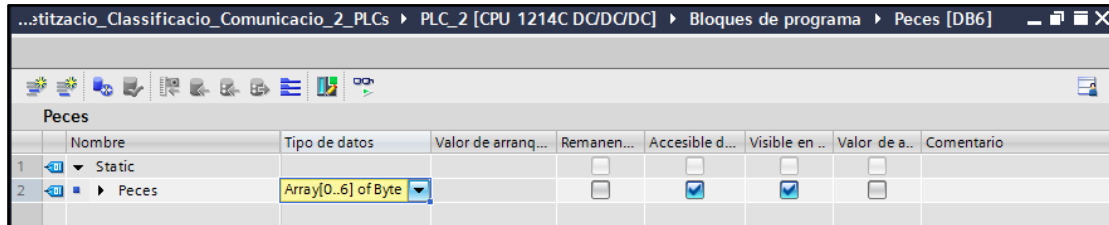


Figura 159. Bloc de dades "Peces"

Per conèixer com es guarden i canvien les dades de l'array Peces es farà ús de l'exemple de la figura 160, on es pot observar que s'han guardat una peça negra, dos peces vermelles i una peça metàl·lica consecutivament. Es disposarà de la memòria MD60 que funciona com a punter, per tal de saber en quina posició s'ha d'escriure la pròxima peça que entri a la cinta i la memòria MB40, on es guardarà el valor de la primera peça de la cinta.

Quan es demani una peça negra, al tenir el valor 1 a la primera posició de l'array, aquesta peça sortirà de la cinta, de manera que s'ha de produir un decrement del punter MD60 de la posició 4 a la posició 3, la substitució de la memòria MB40 pel nou valor de la posició 0 de l'array i el moviment de bytes cap a l'esquerra, substituint cada un dels bytes pel valor que te a la dreta. Els espais buits es substituiran per 0.

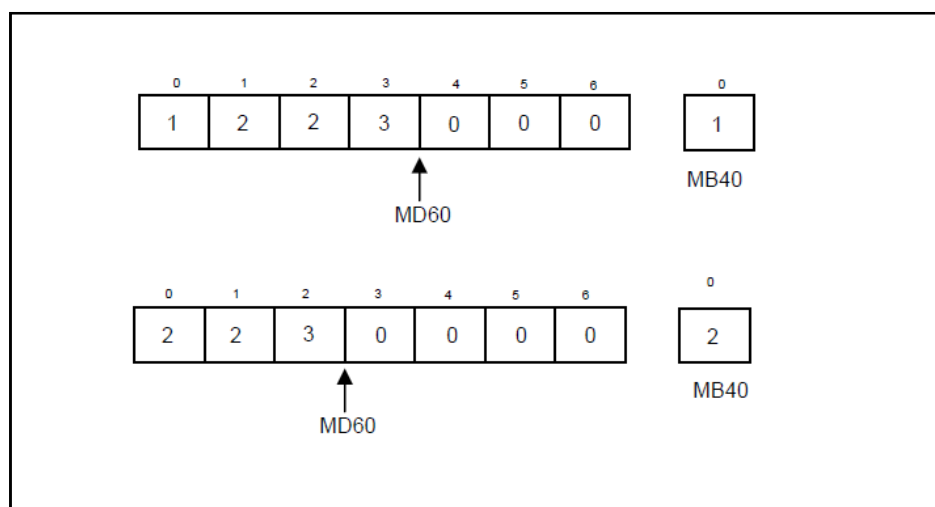


Figura 160. Exemple de moviment de bytes de l'array Peces

A continuació, s'explicarà com s'executa aquesta aplicació a través del programa. Primerament, s'haurà de fer ús d'una memòria guardada com a bobina activada un cop es detecti el tipus de peça (negre, vermella o metàl·lica) com es mostra en la figura 161, per tal de poder fer servir els flancs de pujada i baixada per els blocs FieldWrite i FieldRead.

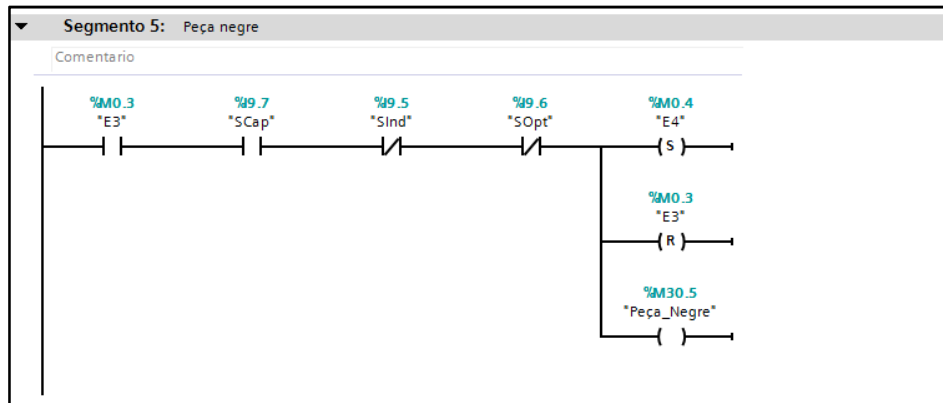


Figura 161. Activació de la memòria Peça\_Negre

Aquesta memòria serveix per poder fer servir el flanc de pujada per activar el bloc FieldWrite, el qual escriurà el valor 1 en la posició de la memòria MD60 de l'array Peces. Pel bloc vermell s'escriurà el valor 2 i pel bloc metàl·lic s'escriurà el valor 3, com es veu en les figures 162 i 163.

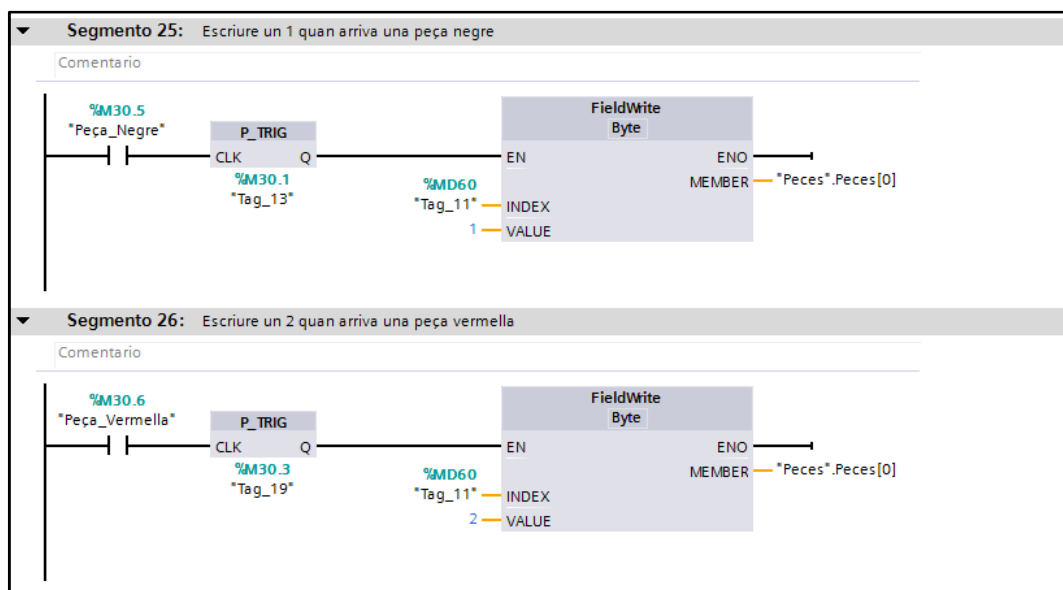


Figura 162. Escriptura i lectura dels blocs FieldWrite i FieldRead

Un cop escrit el valor que correspon al tipus de peça, s'incrementarà el valor del punter MD60 cada vegada que es detecti una peça a la cinta 3, mitjançant el flanc de pujada del sensor SC3 (sensor de l'entrada de la cinta 3), com es veu en la figura 163.

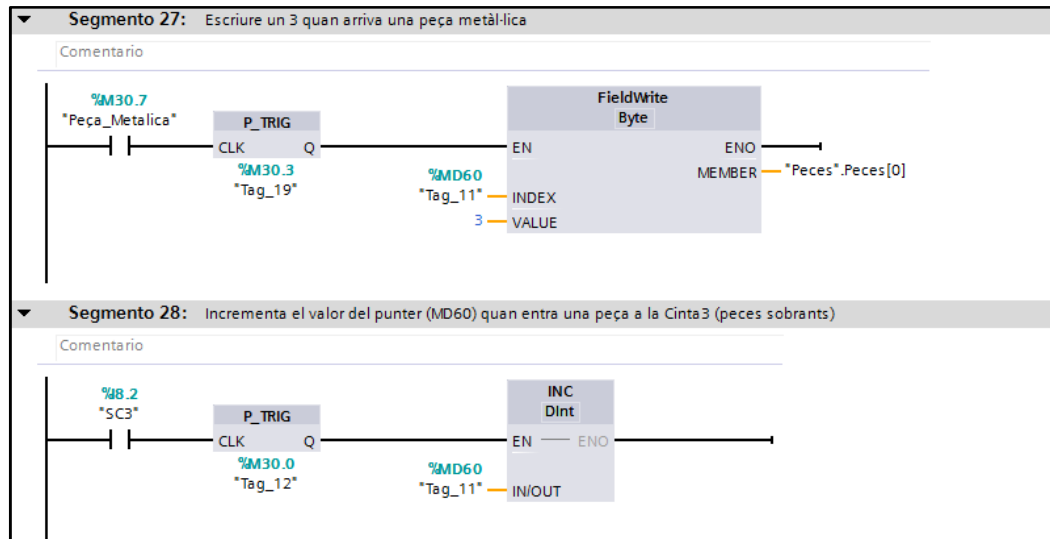


Figura 163. Increment de la posició de la memòria MD60

El bloc de comunicació TRCV de la figura 164 llegirà el valor de la memòria MB200 cada flanc de pujada del rellotge creat amb la memòria M2.0, per tal de saber quina peça demana la maqueta de paletització. Segons el valor guardat, es cridarà una peça d'un tipus o altre.

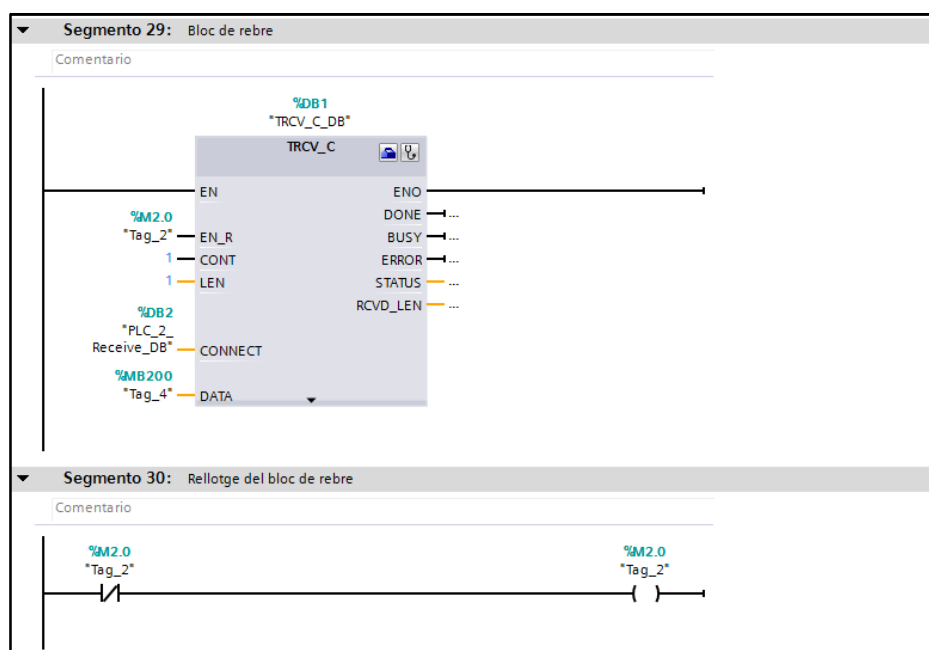


Figura 164. Bloc TRCV de la maqueta 3



En la memòria MB200 de la figura 165 es podrà procedir a la lectura de tres valors; 10 per la peça negra, 20 per la peça vermella i 30 per la peça metàl·lica, activant en qualsevol dels tres casos una memòria Llegir\_Peça0\_Cinta3, per tal de poder utilitzar-la pel bloc FieldRead.

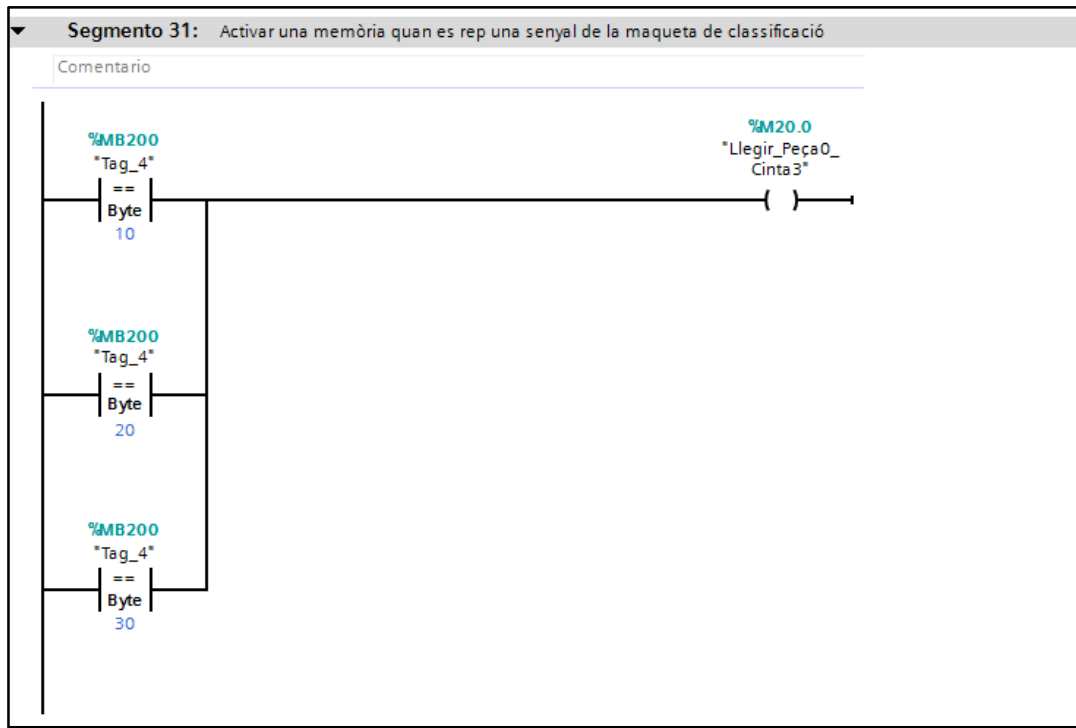


Figura 165. Activació de la memòria Llegir\_Peça0\_Cinta3

Mitjançant la memòria Llegir\_Peça0\_Cinta3 es llegirà la primera posició de l'array guardat al bloc Peces (Peces[0]), guardant posteriorment el valor a la memòria MB40, ja que només es necessitarà el valor del primer valor de l'array, tal com es pot observar en la figura 166.

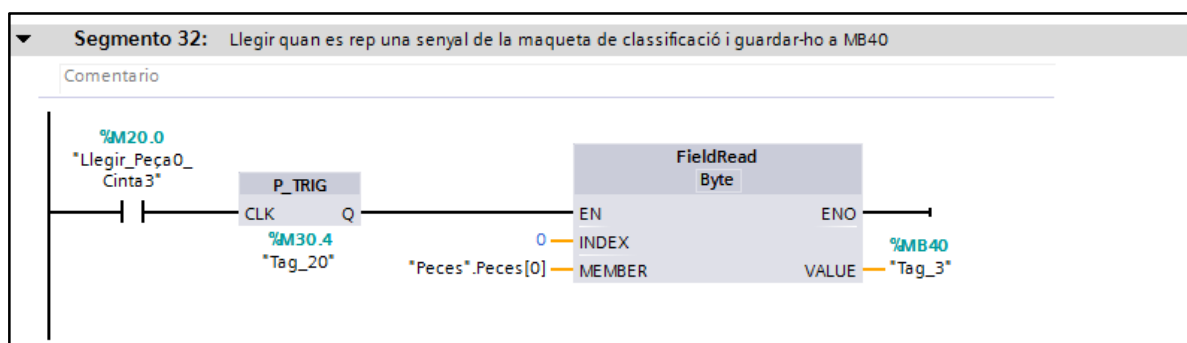


Figura 166. Guardar primera peça de l'array Peces a MB40

En el segment de la figura 167, es compara el valor de les memòries MB200 i MB40, de manera que en cas que es llegeixi el valor 10 en la memòria MB200 i el valor 1 en la memòria MB40 s'activarà l'estat per activar la barrera del final de la cinta 3 i la cinta 3, donat que significarà que la primera peça de la cinta de peces sobrants, és negra.

En cas contrari, si en la memòria MB40 està guardat un valor diferent de 1, significarà que la primera peça de la cinta 3 no és negra i per tant s'haurà d'activar la barrera de la cinta 0 i la cinta 0. El mateix ocórrer amb les peces vermelles i metàl·liques, activant les seves corresponents cintes i barreres de final de cinta.

S'utilitzarà el bloc Move per enviar el valor 0 a la memòria MB200 en el moment que s'activen els SET corresponents.

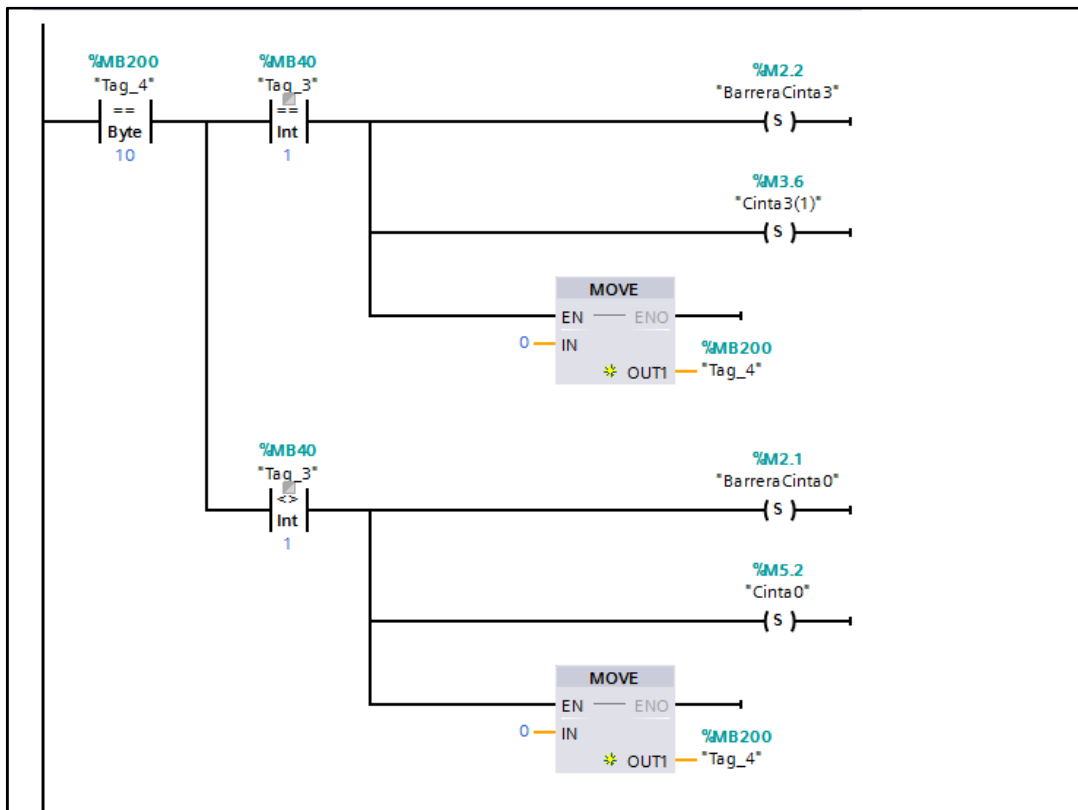


Figura 167. Lectura del tipus de peça de la cinta 3

En el cas que s'extregui una peça de la cinta de peces sobrants, significarà que s'haurà de modificar l'array de bytes Peces.

Per fer-ho, com es veu en la figura 168, cada vegada que es detecti per flanc de pujada la barrera col·locada al final de la cinta, s'activaran els blocs DEC i SHL. El bloc DEC produirà un decrement de la posició de la memòria MD60 i el bloc SHL substituirà el primer valor de la cadena de bytes pel següent, repetint l'acció per els set valors de l'array. S'utilitzarà un SHL per cada moviment movent tot el byte, donat que es tracta d'un array.

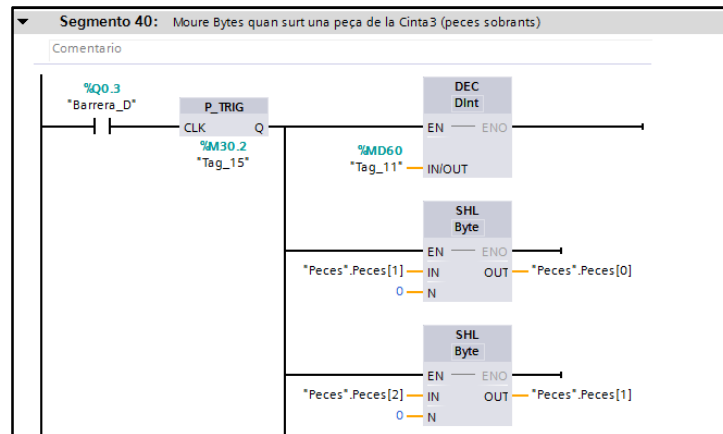


Figura 168. Moviment dels valors de l'array

### 10.2.2. Maqueta de paletització

El programa de la maqueta de paletització s'organitza en els blocs de la figura 169; Main i Startup que configuren el programa principal, els blocs de funcions Metal·liques, Negres i Vermelles en els quals es dissenya els programes per la formació de la matriu. A més hi ha les funcions d'Emergència, Parada i Acabar procés.

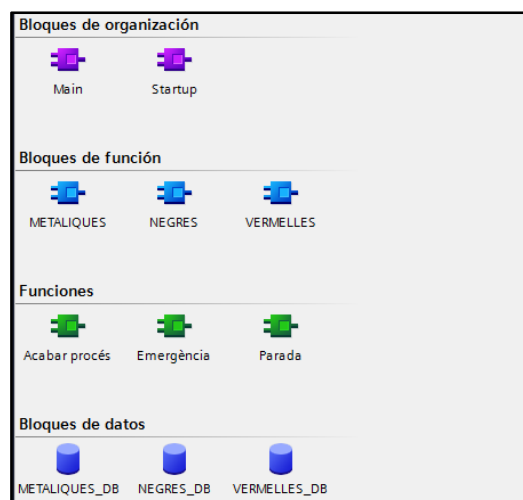


Figura 169. Organització del programa de la maqueta 4

El programa mostrat en la figura 170 segueix el procediment següent; un cop es prem el polsador de Marxa i el comptador de peces negres és més petit a dos, es mourà un 10 a la memòria MB200 utilitzant la instrucció MOVE.

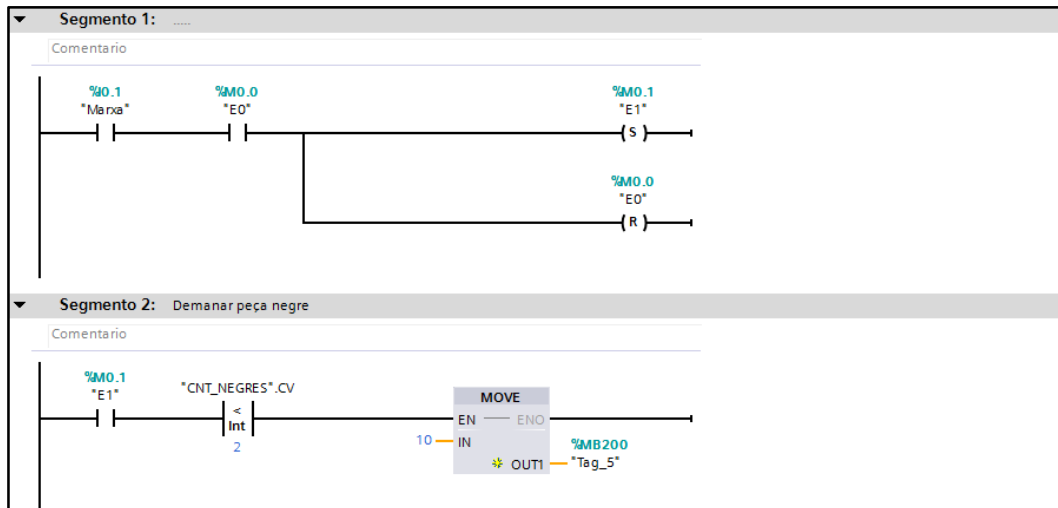


Figura 170. Enviar un 10 a la memòria MB200

Posteriorment, en el segment de la figura 171, si el comptador de peces negres és igual a dos i el comptador de peces vermelles és més petit a dos, es mourà un 20 a MB200. Finalment, si el comptador de peces negres és igual a dos, el comptador de peces vermelles és igual a dos i el comptador de peces metàl·liques és més petit a dos es mourà 30 a MB200. S'ha programat així per tal de realitzar la combinació de peces adequada per ordre, tot i així es pot modificar en qualsevol moment en cas que es canviïn les preferències.

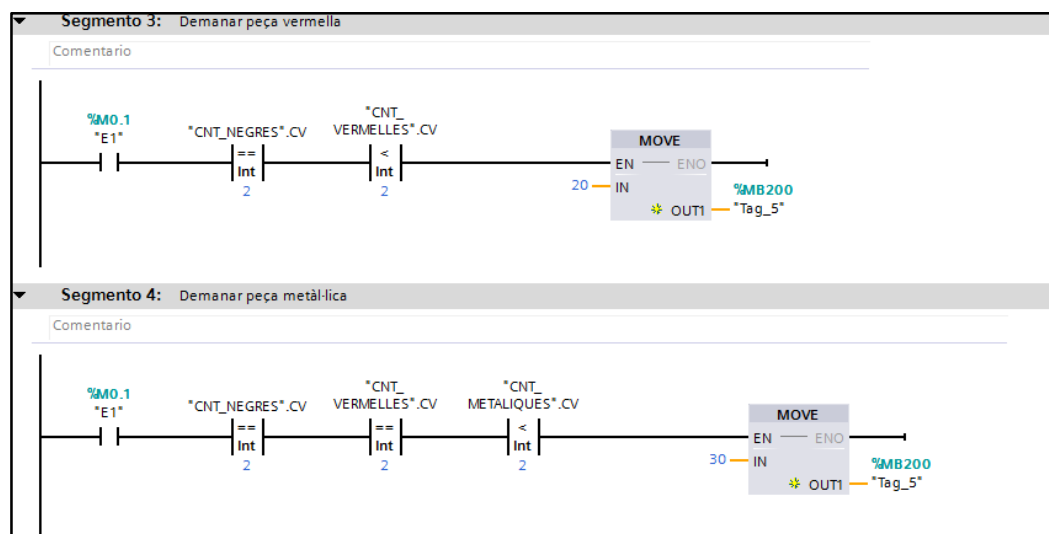


Figura 171. Enviar un 20 o un 30 a la memòria MB200

Per tal de no enviar informació a la maqueta de classificació, es mourà un 0 a la memòria MB200 en l'estat 2 i quan els tres comptadors de les peces siguin igual a dos, com s'indica en la figura 172.

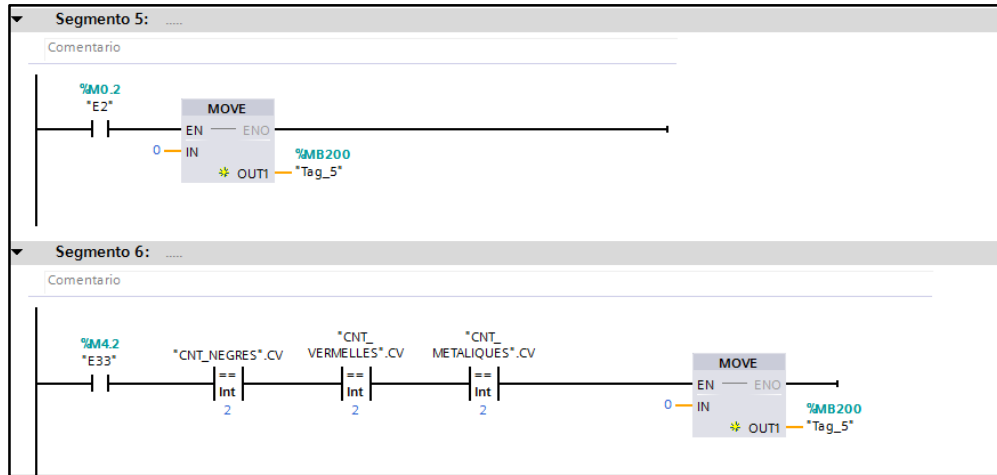


Figura 172. Reset de la memòria MB200

Per enviar la informació que es requereix a la maqueta de classificació, s'utilitzarà el bloc TSEND de la figura 173, de manera que a l'estat 1 (un cop s'hagi pres el polsador de Marxa) enviarà el valor que correspongui demanant una peça.

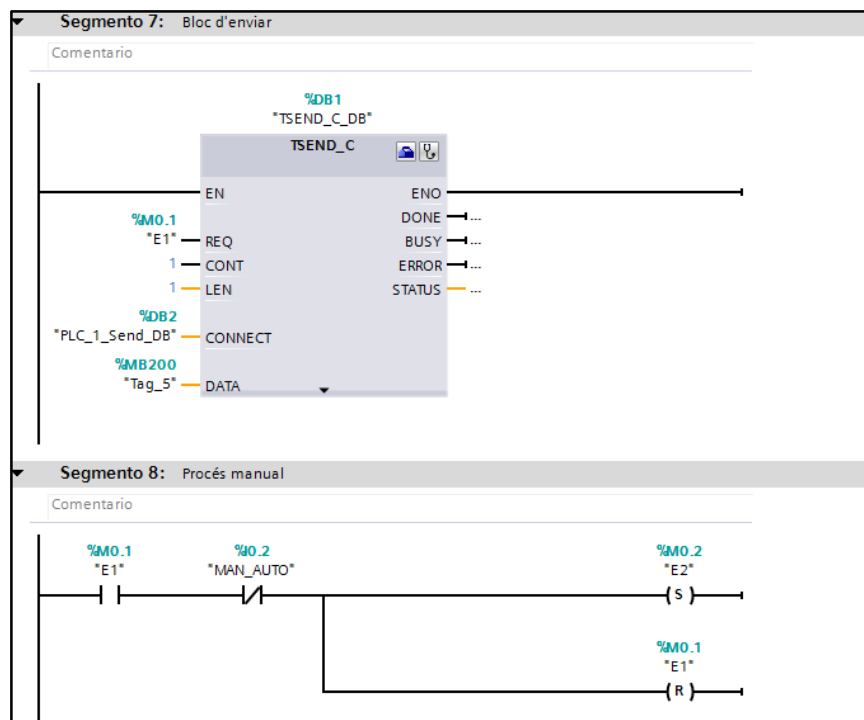


Figura 173. Bloc TSEND de la maqueta 4

Per tal de saber quantes posicions s'ha de desplaçar el xuclador, s'utilitzarà l'operació de la figura 174. Amb el bloc SUB, es restarà el valor del comptador de peces (negres, vermelles o metàl·liques) i li restarà un 1 guardant el valor a una memòria (en el cas de la figura és la memòria MB10, diferent per cada tipus de peça). Amb el bloc MUL es multiplicarà el valor guardat a la memòria resultant del bloc SUB i es multiplicarà per 3700, que és el número de pulsacions que hi ha entre una posició de la matriu i la següent. El valor resultant de dita operació es guardarà a un altre memòria (en el cas de l'exemple es guarda a la memòria MD300).

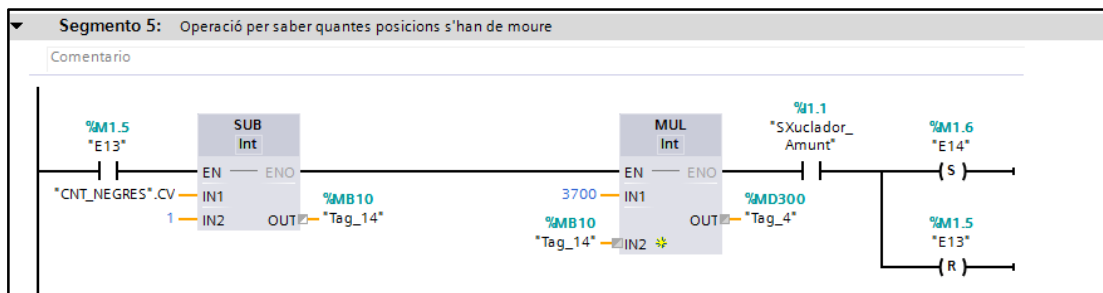


Figura 174. Operació de càlcul de pulsacions

En el segment de la figura 175 s'utilitzarà un comptador pel comptatge del número de pulsacions, en aquest cas de l'eix Y. La sortida de dit comptador es compara posteriorment, de manera que al arribar a 4300 pulsacions (pulsacions entre la cinta i la primera posició de la matriu) es passarà a l'estat següent.

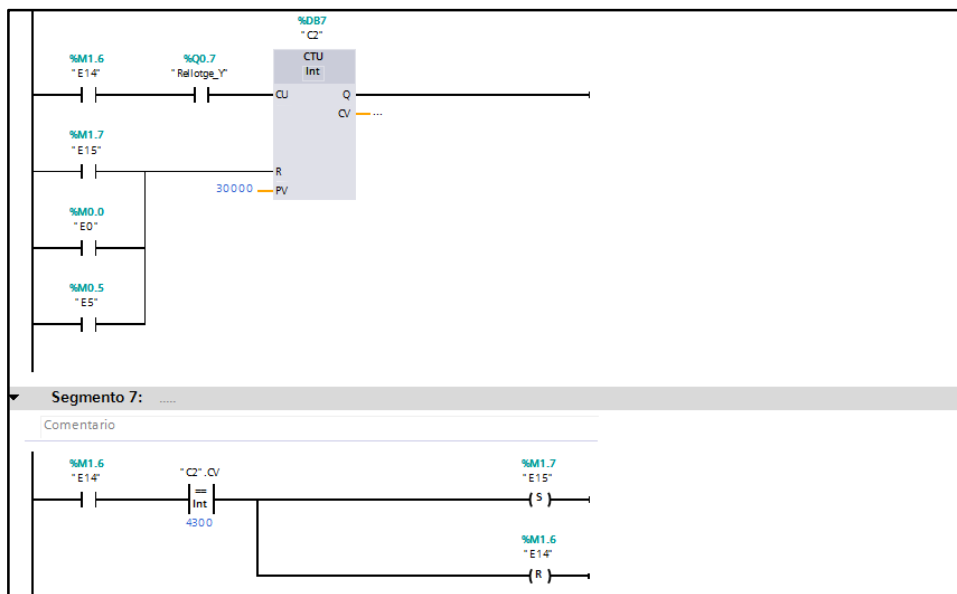


Figura 175. Moviment del xuclador 4300 pulsacions

En la següent imatge, primer es comparà el resultat del comptador 3 guardat a la memòria MD400 amb el resultat de l'operació de la figura 174 (memòria MD300). Els dos processos de la figura 176 es realitzen alhora però amb l'ordre següent; primer comparar les dos memòries i després activar el comptador de pulsacions de l'eix Y, de manera que si les dues memòries tenen el mateix valor, s'activi directament l'estat següent, en cas contrari es realitzarà el comptatge fins que el valor de les dues memòries coincideixin, per tal de deixar la peça en la posició correcta.

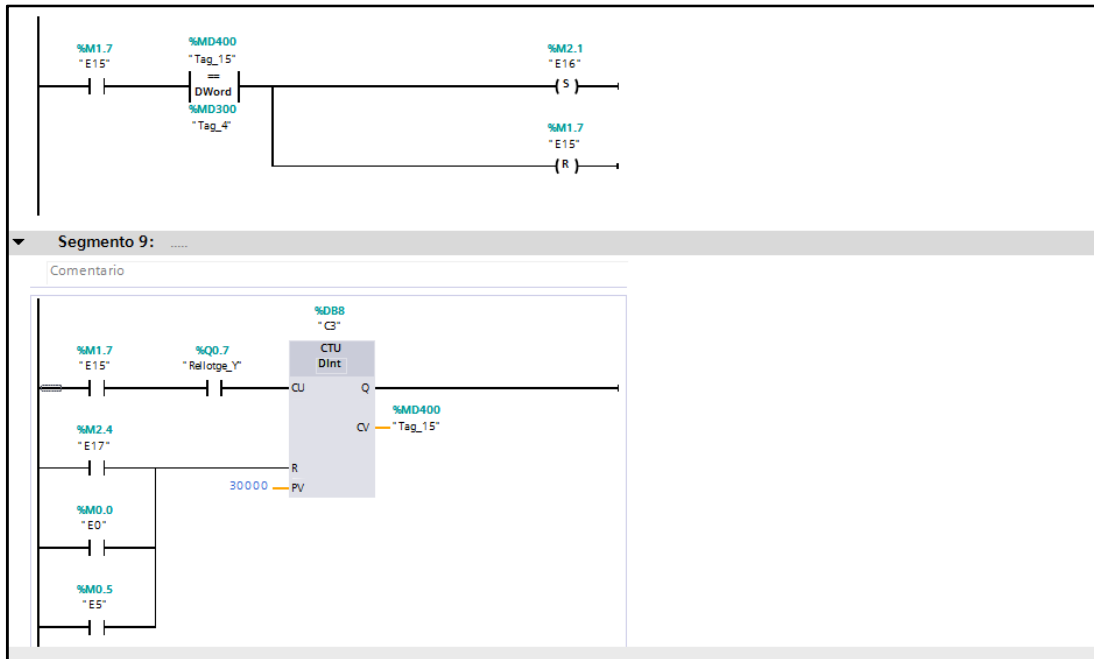


Figura 176. Comptatge de pulsacions

## **11. RESUM DEL PRESSUPOST**

El projecte, consta de la realització dels quatre processos automatitzats de les quatre maquetes del laboratori d'automàtica industrial, i la posterior comunicació entre ells amb la utilització del PLC S7-1200, amb un cost de set mil quatre-cents noranta-cinc euros amb cinquanta-cinc cèntims, sense I.V.A.



## 12. CONCLUSIONS

Després d'haver treballat amb el nou PLC i el seu corresponent software s'ha pogut comprovar que, tot i les clares diferències assenyalades tan en el hardware com a les instruccions utilitzades pel disseny del programa, està clar que la lògica alhora de estructura i dur a terme la construcció d'un procés automatitzat es guia sempre pel mateix procediment, de manera que disposant dels GRAFCET del programa, es pot traduir en qualsevol lògica programable.

Tot i així, alhora d'organitzar i estructura el programa és molt més assequible i simple la disposició que ofereix el software TIA Portal, donat que permet estalviar part de la memòria si s'utilitzen els blocs adients per cada funció a realitzar.

Pel que fa a la comunicació, l'S7-1200 ofereix una forma més simple que l'S7-200 per transmetre dades entre CPU's, donat que amb la configuració de dos simples blocs es poden realitzar les operacions necessàries per tal fet.

Cal mencionar però que, com en tot nou software, cal estudiar les funcions i els possibles canvis que s'hagin pogut produir entre l'actual software i l'anterior, ja que es tarda un temps a conèixer les especificacions de la nova interfície i tenir fluïdesa alhora de treballar-hi.

Finalment cal esmentar que, per a futurs projectes, es pot proveir al procés d'una aplicació d'interfície d'usuari que permeti controlar les automatitzacions des d'un PC, sense necessitat d'estar present al laboratori. Disposant sempre d'alarmes i avisos que permetin tenir coneixement de qualsevol problema produït a les maquetes.

Minerva Montenegro Gallardo  
Graduada en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Girona, 11 de juny de 2015

### **13. RELACIÓ DE DOCUMENTS**

El present projecte consta dels següents documents; memòria, plànols, plec de condicions, estat d'amidaments i pressupost.

## 14. BIBLIOGRAFIA

Farnell, <http://uk.farnell.com/te-connectivity-schrack/rp420024/relay-dpdt-24vdc-8a-tht/dp/1703720>, 18 d'octubre de 2015.

Festo, [https://www.festo.com/net/es\\_es/SupportPortal/default.aspx?cat=2](https://www.festo.com/net/es_es/SupportPortal/default.aspx?cat=2), 15 d'octubre de 2015.

Moeller, <http://www.moeller.es/>, 18 d'octubre de 2015.

REEA, <http://reea-blog.blogspot.com.es/2013/05/temporizadores-del-s7-1200.html>, 27 de novembre de 2015.

Siemens, <https://support.industry.siemens.com/cs/document/17811407?dti=0&lc=es-WW>, 27 de febrer de 2015.

Siemens, <http://programacionsiemens.com/desplazamiento-y-giro-de-bits-en-step7/>, 14 de març de 2015.

Siemens, <https://support.industry.siemens.com/cs/document/40651586?lc=en-WW>, 14 de març de 2015.

Siemens, [https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/Documents/S7-1200\\_COM\\_CPU\\_CPU.pdf](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/Documents/S7-1200_COM_CPU_CPU.pdf), 28 d'abril de 2015.

## 15. GLOSSARI

CM: Communication Module.

CPU: Central Processing Unit.

DB: Data Block.

FB: Function Blocks.

FC: Function.

GEMMA: Guide d'Etude des Modes de Marches et d'Arrêts.

GRAFCET: GRAphe Fonctionnel de Commande, Étapes Transitions.

HMI: Human Machine Interface.

HSC: High-Speed-Counter.

LED: Light-Emitting Diode.

OB: Organization Blocks.

PID: Proportional-Integral-Derivative.

PLC: Programmable Logic Controller.

SB: Signal Board.

SM: Signal Module.

## **A. PROGRAMES**

En el CD que s'adjunta a continuació hi ha dos carpetes; en la carpeta PROGRAMA 1 hi ha el programa de comunicació entre la maqueta de foradament i la maqueta de control de qualitat i en la carpeta PROGRAMA 2 hi ha el programa de comunicació entre la maqueta de paletització i la maqueta de classificació. A més, s'adjunten els pdf dels corresponents programes impresos.