



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERS  
INDUSTRIALS VALÈNCIA

Curs Acadèmic:

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

## Documents continguts al TFG

Document núm. 1: Resum.....	7
Document núm. 2: Memòria.....	11
Document núm. 3: Pressupost.....	35
Document núm. 4: Manual del programador .....	45
Document núm. 5: Annex (Variables del programa) .....	81
Document núm. 6: Manual de l'usuari .....	89

## Índex de la memòria

1 OBJECTE DEL PROJECTE.....	13
2 MOTIVACIÓ.....	14
3 JUSTIFICACIÓ .....	14
4 EQUIP EMPRAT AL PROJECTE .....	15
4.1 CINTES .....	15
4.2 BRAÇ VENTOSA.....	16
4.3 MAGATZEM .....	16
4.4 ELECCIÓ DELS ELEMENTS PROGRAMABLES A UTILITZAR .....	17
4.5 TSX PREMIUM.....	18
4.6 Modicon M241 .....	19
4.7 UNITY PRO .....	20
4.8 SOMACHINE.....	21
4.9 SISTEMA HMI.....	22
4.10 NB-DESIGNER .....	22
5 DESENVOLUPAMENT DE LA SOLUCIÓ .....	23
5.1 DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS.....	23
5.2 DIAGRAMA DEL PROCÉS.....	24
5.3 ESQUEMA DE COMUNICACIONS .....	25
5.4 GRAFCETS DEL PROJECTE .....	25
5.5 COMUNICACIÓ AUTÒMATS .....	27
5.6 DISSENY PANTALLA TÀCTIL.....	28
6. CONCLUSIONS .....	32
7 BIBLIOGRAFIA .....	33

## Índex del pressupost

1 INTRODUCCIÓ.....	37
2 QUADRES DE PREU .....	37
2.1 Quadre de preus 1: Preus de la mà d'obra .....	37
2.2 Quadre de preus 2: Preus del material .....	38
2.3 Quadre de preus 3: Preus unitaris .....	39
2.4 Quadre de preus 4: Preus descomposts .....	40
3 PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL, PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTA I PRESSUPOST BASE LICITACIÓ .....	43

## Índex del manual del programador

1 INTRODUCCIÓ.....	47
2 UNITY PRO .....	47
2.1 Cintes.....	47
2.1.1 Grafcet Primera Cinta.....	47
2.1.2 Grafcet Segona Cinta.....	48
2.1.3 Grafcet Tercera Cinta .....	49
2.1.4 Grafcet Quarta Cinta .....	50
2.2 Grafcet Fabricació .....	50
2.3 Grafcet Tipus de Peça.....	51
2.4 FIFO.....	52
2.5 Braç.....	54
2.5.1 Comptadors horitzontal, gir i vertical .....	54
2.5.2 Grafcet Cinta-Magatzem .....	55
2.5.3 Grafcet Magatzem-Fora .....	56
2.5.4 Grafcet Estat Braç.....	57
3 SOMACHINE.....	58
3.1 Magatzem.....	58
3.1.1 Comptadors horitzontal i vertical .....	58
3.1.2 Grafcet Traure caixa .....	60
3.1.3 Grafcet Cinta cap a fora.....	61
3.1.4 Grafcet Guardar caixa .....	62
3.1.5 Grafcet Cinta cap a dins .....	63
3.1.6 Grafcet Estat Cel·les .....	64

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

3.1.7 Grafcet Estat Magatzem.....	64
3.1.8 Grafcet Funció Magatzem .....	65
3.1.9 Grafcet Mode Automàtic-Manual .....	65
3.2 Grafcet Comptador i Comptadors.....	66
3.3 Variable essencials per al funcionament del gracet.....	67
3.4 FIFO peces entrants.....	69
3.5 FIFO peces eixints.....	70
3.6 FIFO demanda .....	71
4 COMUNICACIÓ .....	72
5 NB-DESIGNER .....	73
5.1 Pantalla principal.....	74
5.2 Pantalla Estat Cinta .....	76
5.3 Pantalla Estat Magatzem.....	77
5.4 Pantalla configuració cel·les.....	78
5.5 Pantalla demanda de peces .....	78
5.6 Pantalla mode manual magatzem.....	80

### Índex annex (variables del programa)

1 TSX PREMIUM.....	83
1.1 Cintes .....	83
1.2 Braç.....	84
2 MODICON M241.....	86
2.1 Magatzem.....	86

### Índex del manual de l'usuari

1 MUNTATGE DELS SISTEMES .....	91
2 TRANSFERÈNCIA DEL PROGRAMA ALS PLC .....	91
2.1 Unity Pro.....	91
2.2 SoMachine.....	92
2.3 TRANSFERÈNCIA DEL PROGRAMA A LA PANTALLA TÀCTIL.....	93
3 ÚS DE LA PANTALLA TÀCTIL.....	94
3.1 Pantalla Principal .....	94

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

3.2 Estat de les cintes .....	95
3.3 Estat magatzem .....	96
3.4 Configuració de les cel·les .....	97
3.5 Demanda de peces .....	98
3.6 Mode manual .....	99

DESENVOLUPAMENT DE  
L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE  
MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE  
MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC  
HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA  
MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI  
OMRON

[Document núm. 1: Resum](#)

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---



# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## RESUM

En aquest projecte es procedirà a l'automatització d'un sistema de mecanitzat i emmagatzematge de material. Per a realitzar aquesta tasca s'empraran tres maquetes de Fischer Technik entre les que s'inclou un sistema de cintes amb dues estacions de mecanitzat (fresat i trepanat), un braç mecànic amb ventosa i un magatzem vertical equipat amb una plataforma mòbil per a distribuir les peces en les seues cel·les i una cinta per a l'entrada i eixida d'aquest. Les dues primeres maquetes seran automatitzades amb un TSX Premium i programades amb Unity Pro i el magatzem serà automatitzat amb un Modicon M241 i programat amb SoMachine. Els autòmats es comunicaran mitjançant exploració Entrades/Eixides. Finalment, tot aquest sistema serà monitoritzat i controlat mitjançant una pantalla tàctil HMI Omron programada amb el software NB-Designer. Des d'aquesta pantalla tàctil es podrà configurar el tipus de peça a cada cel·la del magatzem, tindre una visualització de l'estat del sistema de mecanitzat i del magatzem i accedir a la demanda d'extracció de peces d'aquest últim, on s'elegirà el tipus i la quantitat a extraure.

**Paraules clau:** Automatització, SCADA, monitorització, PLC

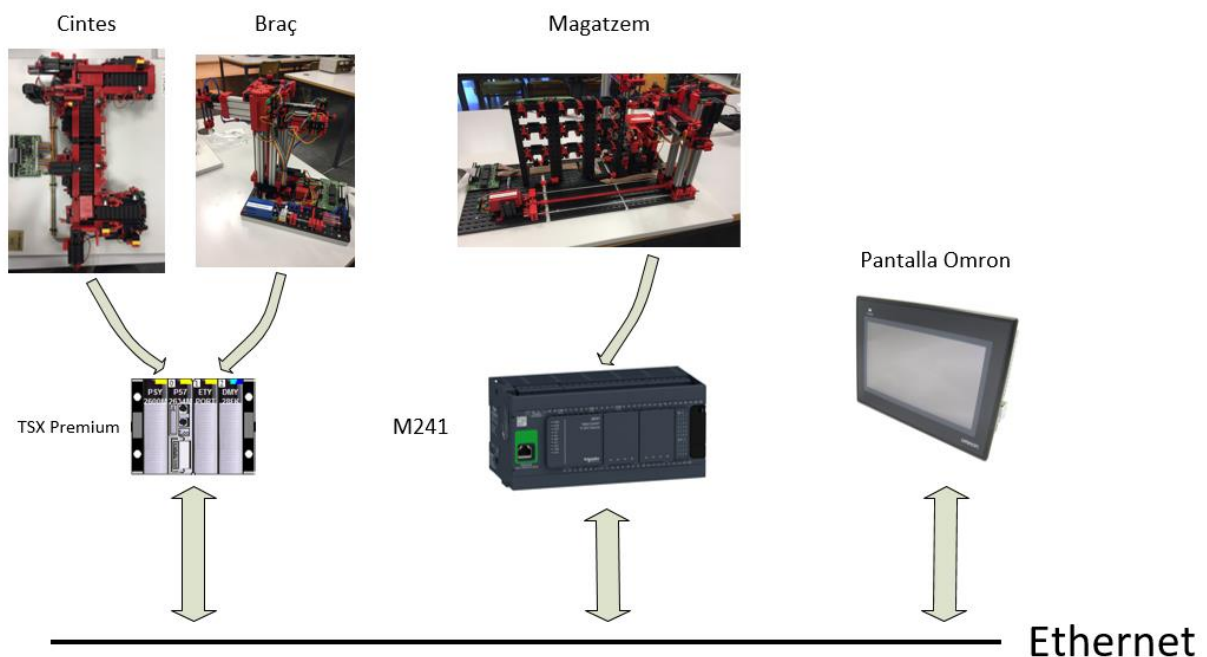


Figura 1: Esquema de comunicacions del sistema

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## RESUMEN

En este proyecto se procederá a la automatización de un sistema de mecanizado y almacenamiento de material. Para realizar dicha tarea se emplearán tres maquetas de Fischer Technik entre las que se incluye un sistema de cintas con dos estaciones de mecanizado (fresado y taladrado), un brazo mecánico con ventosa y un almacén vertical equipado con una plataforma móvil para distribuir las piezas en sus celdas y una cinta para la entrada y salida de este. Las dos primeras maquetas serán automatizadas con un TSX Premium y programadas con Unity Pro y el almacén será automatizado con un Modicon M241 y programado con SoMachine. Los autómatas se comunicarán mediante exploración Entradas/Salidas. Finalmente, todo este sistema será monitorizado y controlado mediante una pantalla táctil HMI Omron programada con el software NB-Designer. Desde esta pantalla táctil se podrá configurar el tipo de pieza a cada celda del almacén, tener una visualización del estado del sistema de mecanizado y del almacén y acceder a la demanda de extracción de piezas de este último, donde se elegirá el tipo y la cantidad a extraer.

**Palabras clave:** Automatización, SCADA, monitorización, PLC

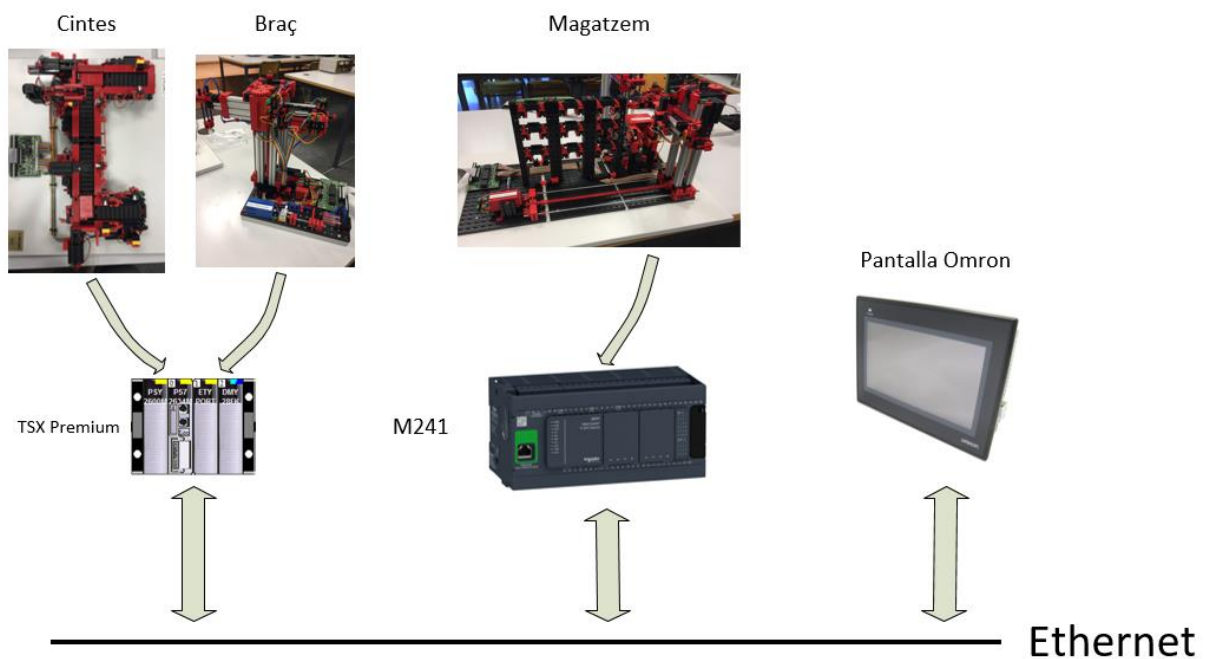


Figura 2: Esquema de comunicaciones del sistema

DESENVOLUPAMENT DE  
L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE  
MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE  
MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC  
HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA  
MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI  
OMRON

[Document núm. 2: Memòria](#)

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 1 OBJECTE DEL PROJECTE

L'objecte és l'automatització d'un sistema de mecanitzat i emmagatzematge de material per al que s'utilitzaran tres sistemes (mecanitzat, braç i magatzem) del departament de sistemes automàtics. Per a aquest fi, s'utilitzaran dos PLC diferents amb diferents programes. A més, s'implementarà un sistema SCADA per a monitoritzar i configurar el sistema programant una pantalla tàctil. Entra també dins de l'objectiu del present projecte la implementació de les comunicacions dels distints dispositius que es faran servir.

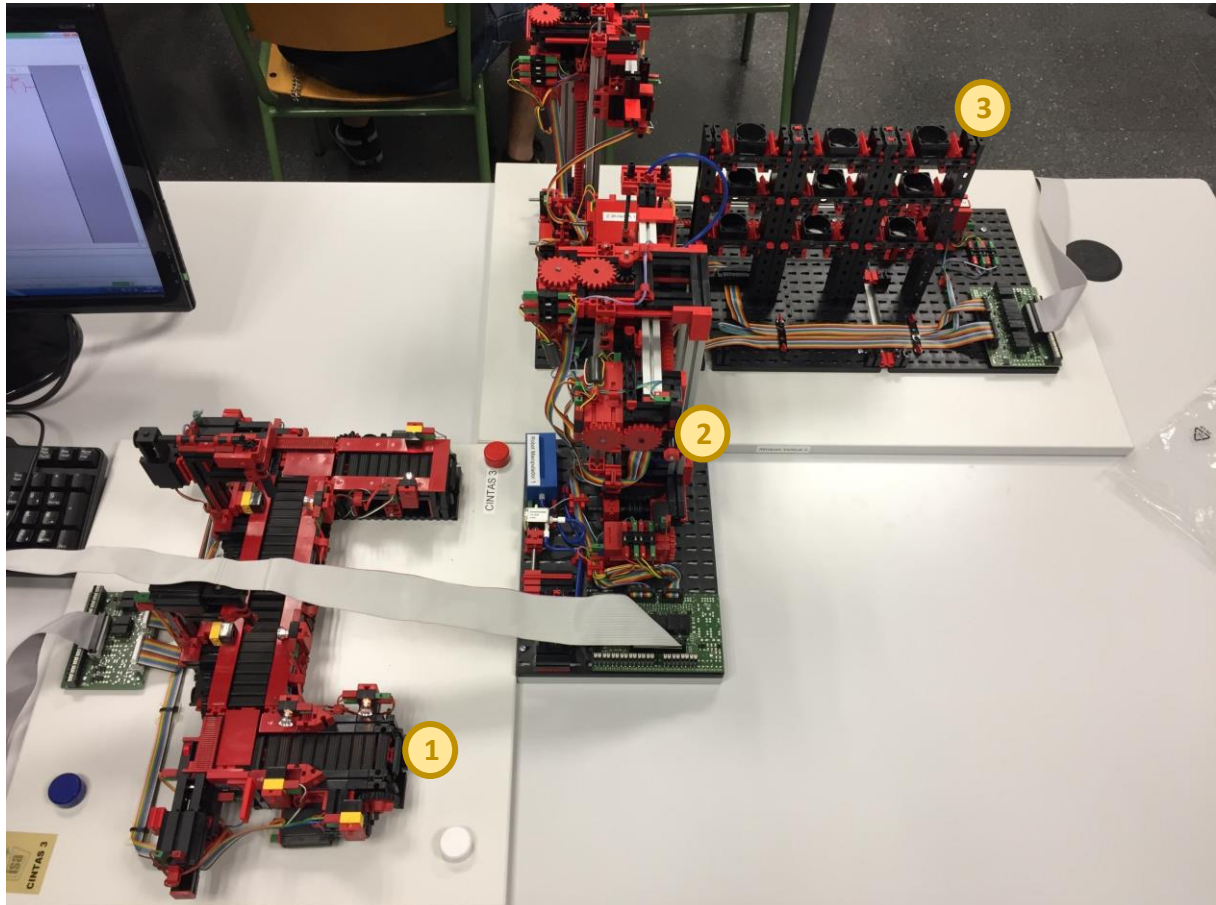


Figura 1: Sistema de maquetes connectat

1	Sistema de mecanitzat
2	Braç robòtic amb ventosa
3	Magatzem vertical

Figura 2: Parts del procés

## 2 MOTIVACIÓ

És important destacar que actualment, quasi qualsevol empresa compta amb algun sistema automatitzat. Ja des de la primera revolució industrial es tenen indicis de l'existència d'automatisme. A més, per l'aparició de la fabricació en cadena més endavant, la majoria d'empreses basen el seu sistema de fabricació en tasques repetitives que, per a un sistema automatitzat, resulten molt senzilles i eficients de dur a terme. A més, la naturalesa d'aquestes tasques fa que per a una persona puguin resultar molt dures i tedioses i acabar afectant la seua salut. L'automatització millora també la productivitat, la qualitat del producte i minimitza els temps de producció.<sup>1</sup>

A l'actualitat estem vivint un revolució tecnològica que acabarà convertint les instal·lacions actuals en altres més modulars amb més elements electrònics i major importància dels processos automatitzats<sup>2</sup>. Açò fa que aquest projecte servisca de molta utilitat a l'hora d'entrar al món de l'automatització industrial, sobretot pel fet d'haver emprat diversos sistemes d'automatització així com una pantalla tàctil que pot estar present en qualsevol indústria i que resulta de molta utilitat saber dissenyar i programar.

És per aquest motiu que sorgeix la motivació d'ampliar els coneixements en aquesta branca i consolidar els ja obtinguts durant el Grau en Enginyeria Industrial.

## 3 JUSTIFICACIÓ

Aquest projecte, a part d'ajudar a adquirir coneixements d'automatització, també serveix per consolidar coneixements sobre projectes, economia, informàtica, etc. I resulta també molt útil per ser com una primera aproximació al que seria un projecte real d'enginyeria, i més sent-ho d'automatització, ja que la creixent revolució tecnològica que estem vivint, obliga les empreses capdavanteres a sumar-se a aquestes tecnologies.

---

<sup>1</sup> [14]Antonio García Alanís. *Sistemes d'automatització, comandament i control*. Huelva: UHU.

<sup>2</sup> [15]<http://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/134751-El-futuro-de-la-produccion.html>

## 4 EQUIP EMPRAT AL PROJECTE

Per a aquest projecte s'han emprat tres maquetes Fischer-Technik per a reproduir el que seria un sistema real de mecanitzat i emmagatzematge de peces processades. Aquest equip està compost per un sistema de cintes amb dues estacions de mecanitzat (fresat i trepanat), un braç robòtic amb ventosa per canviar la peça de sistema i un magatzem amb nou cel·les de posició diferents i una plataforma extensible per a accedir a elles.

Per a l'automatització s'han utilitzat dos PLC diferents (TSX-P572634 i Modicon M241) programats amb el Unity Pro i el SoMachine. La monitorització per la seua part, serà amb una pantalla tàctil OMRON programada amb NB-Designer.

### 4.1 CINTES

Aquesta maqueta que simularà el procés de mecanitzat consta de quatre cintes transportadores, cinc sensors fotoelèctrics (inici i final de la primera cinta, a la segona i tercera cinta dos per a les estacions de mecanitzat i l'últim al final de la quarta cinta), dos empenyedors per a canviar la direcció de la peça de la primera a la segona cinta, així com de la tercera a la quarta amb els seus corresponents finals de carrera davant i darrere d'aquests i les dues estacions de mecanitzat (fresat i trepanat). Tots els moviments que tenim en aquesta maqueta es fan gràcies a l'acció de motors elèctrics de corrent continu (8 en total).<sup>3</sup>

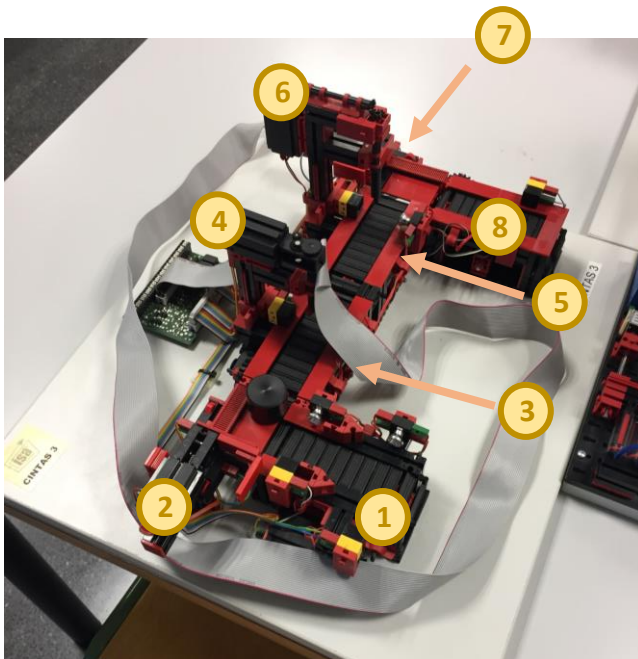


Figura 4: Maqueta del sistema de mecanitzat

1	Cinta inicial amb dos sensors
2	Empenyedor 1
3	Cinta 2 amb un sensor
4	Fresa
5	Cinta 3 amb un sensor
6	Trepanat
7	Empenyedor 2
8	Cinta final amb un sensor

Figura 3: Parts de la cinta

<sup>3</sup> [3] Simarro Fernández, Raúl . Processos FischerTechnik (Entrades-Eixides). València: UPV

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 4.2 BRAÇ VENTOSA

Aquest braç disposa de tres motors, un per al moviment vertical, un altre per a moure la ventosa cap avant o cap arrere i un últim que li permet girar sobre el seu eix. Tots aquests moviments es produeixen gràcies als encoders que porta acoblats i que van emeten polsos a cada volta de cada motor. D'aquesta manera, gràcies a unes línies de codi que seran detallades al [Manual del programador](#) permeten, depenent del moviment que porta el braç, incrementar o decrementar una variable a mesura que es van emetent les pulsacions. Així, és possible enviar el braç a les coordenades desitjades. L'acció de la ventosa ve donada per un compressor d'aire que porta el braç acoblat permetent-la succionar la peça.

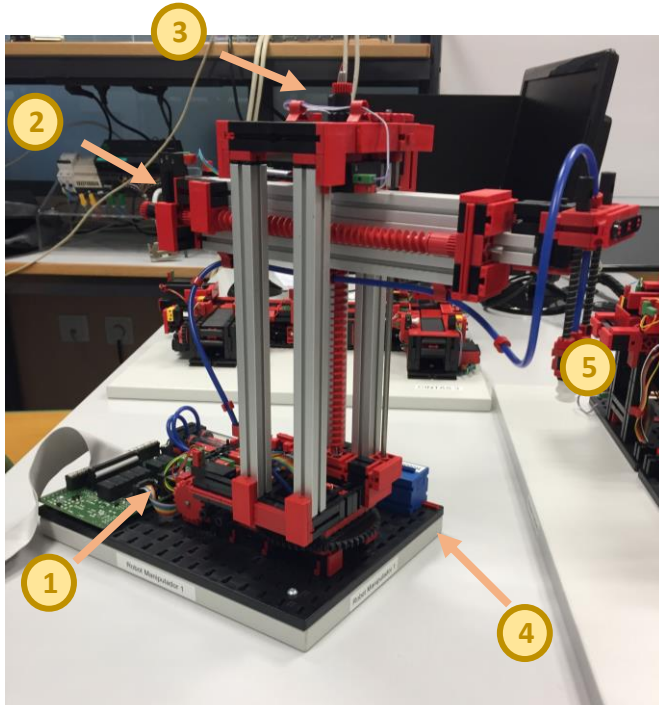


Figura 6: Maqueta del braç amb ventosa

1	Motor moviment giratori
2	Motor mov. horitzontal
3	Motor mov. vertical
4	Compressor
5	Ventosa

Figura 5: Parts del braç

## 4.3 MAGATZEM

Conté nou posicions diferents on emmagatzemar, les quals són accessibles mitjançant una plataforma mòbil extensible equipada amb tres motors elèctrics de corrent continu. Dos d'aquests permeten que la plataforma del magatzem es pugui moure en les coordenades X i Y d'aquest, és a dir, seguint un moviment horitzontal per a desplaçar-se des de la cinta fins a les cel·les i a l'inrevés i un de vertical. Els motors que permeten els moviments horitzontal i vertical tenen acoblats uns encoders que emeten pulsacions a cada volta que fa el motor. D'aquesta manera es modifica el valor d'unes variables de compte (una per a cadascun dels dos moviments) segons el sentit que porte la plataforma del magatzem podent dur-la així a una posició determinada. El tercer motor és l'encarregat de moure la



# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

plataforma cap avant o cap arrere. Aquesta maqueta també disposa de una cinta equipada amb dos sensors fotoelèctrics (un a l'entrada i l'altre a l'eixida) i un motor que li permet tant entrar peces com extraure-les.

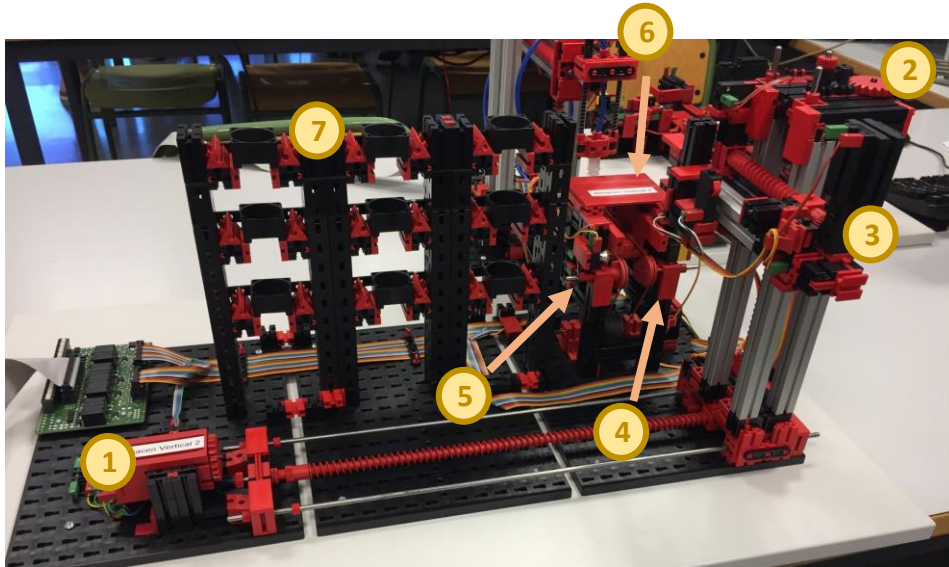


Figura 7: Maqueta del magatzem vertical

1	Motor moviment horitzontal
2	Motor moviment vertical
3	Motor extensió plataforma
4	Motor de la cinta
5	Sensor peça dins
6	Sensor peça fora
7	Cel·les

Figura 8: Parts del magatzem

## 4.4 ELECCIÓ DELS ELEMENTS PROGRAMABLES A UTILITZAR

Per a la implementació de l'automatisme poden ser emprats diferents PLC tals com el de Siemens, el d'Omron, els de Schneider, etc. En aquest cas, s'ha utilitzat per una banda el TSX Premium per ser el seu ús bàsic de coneixement de l'autor, i per altra el Modicon M241, ja que és un PLC d'una grandària còmoda per ser transportat i amb una programació (SoMachine) molt intuïtiva i fàcil d'aprendre a utilitzar amb els coneixements adequats.

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

Per al sistema SCADA es pot emprar el LabView, ferramenta ben coneguda per utilitzar-se en programes de control<sup>4</sup>, Vijeo de Schneider que permet manipular gravacions<sup>5</sup>, iFIX<sup>6</sup> o una pantalla tàctil HMI.

## 4.5 TSX PREMIUM

Autòmat de la marca Schneider que en aquest cas és el model TSX-P572634. Aquest consta d'un mòdul de 16 entrades i 12 eixides digitals DMY28FK i una ampliació mitjançant un BUS CAN de dos nodes. El primer d'aquest amb entrades i eixides digitals i analògiques i el segon sols amb entrades i eixides digitals. Per a aquest projecte s'empraran els nodes CAN per a connectar el sistema de mecanitzat a l'autòmat i el mòdul principal del PLC al braç amb ventosa, ja que és l'únic que compta amb un sistema d'entrades ràpides que resulten molt necessàries per a recollir la informació dels encoders dels motors d'aquest braç. Aquests nodes CAN compten els dos amb 12 entrades i 8 eixides digitals. El node CAN1 que tenia també les analògiques, té 2 entrades d'aquestes i 1 eixida.<sup>7</sup>



Figura 9: Autòmat TSX Premium

---

<sup>4</sup> [11] <https://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>

<sup>5</sup> [12] <https://www.schneider-electric.es/es/product-range/1054-vijeo-designer/>

<sup>6</sup> [13] <https://www.ge.com/digital/products/ifix>

<sup>7</sup> [2] Simarro Fernández, Raúl (2016-2017). Apunts de Laboratori d'Automatització i Control. *Seminari d'Automatització*. València: UPV

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

8

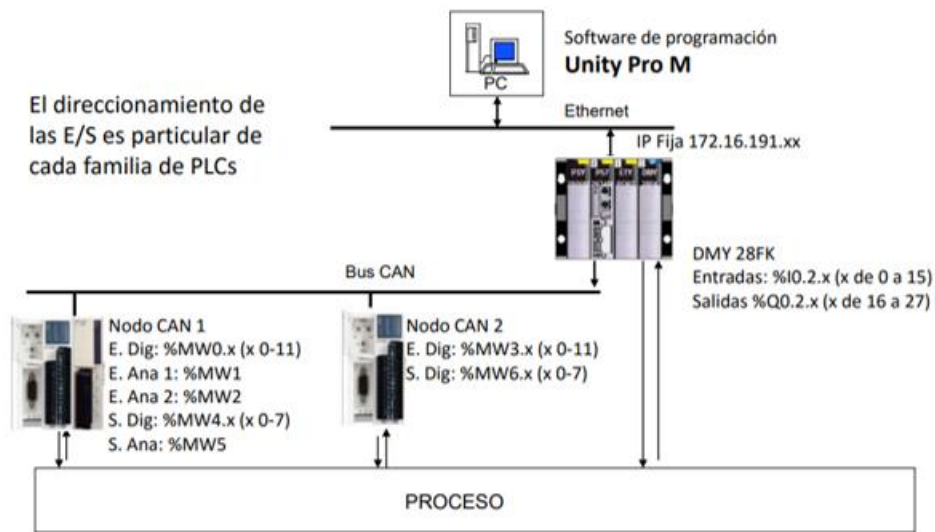


Figura 10: Esquema de connexió dels nodes del TSX Premium

## 4.6 Modicon M241

Autòmat també de la marca Schneider que compta amb cinc ports integrats de comunicació (Ethernet, CANopen, dos ports sèrie i un port USB). Les entrades i eixides que porta incorporades són les següents, entrades normals i ràpides associades amb comptadors, eixides transistoritzades normals i ràpides i eixides de relé. A més, admet una targeta SD des d'on es pot inicialitzar aplicacions noves, actualitzar el firmware, rebre registres de dades, etc. Les entrades ràpides resultaran útils ja que la plataforma mòbil del magatzem, que és la maqueta que estarà connectada a aquest autòmat, fa ús d'encoders.<sup>9</sup>



Figura 11: Autòmat Modicon M241

<sup>8</sup> Extreta de: [3] Simarro Fernández, Raúl (2016-2017). Apunts de Laboratori d'Automatització i Control. *Seminari d'Automatització*. València: UPV

<sup>9</sup> [8] <https://www.schneider-electric.es/es/product-range/62129-controlador-logico-modicon-m241/>



# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 4.8 SOMACHINE

Software de programació avançat que en aquest projecte serà emprat al Modicon M421. A l'igual que el Unity Pro, suporta els llenguatges SFC, LD i ST, però, a més, incorpora CFC (diagrama de funcions contínues) que no serà utilitzat en aquest projecte. És un sistema molt intuïtiu ja que el seu disseny recorda més al graficet, malgrat que no permet implementar accions condicionades directament al graficet ni col·locar condicions de pols a una etapa en una transició. Aquest software permet també simular el programa i elegir quines parts del programa es volen executar incorporant-les a la tasca MAST. A més, l'entorn de programació del diagrama de contactes mitjançant una xarxa per cada bobina, fa d'aquest programa, en opinió de l'autor, ser molt més ordenat i fàcil de llegir que el Unity.<sup>11</sup>

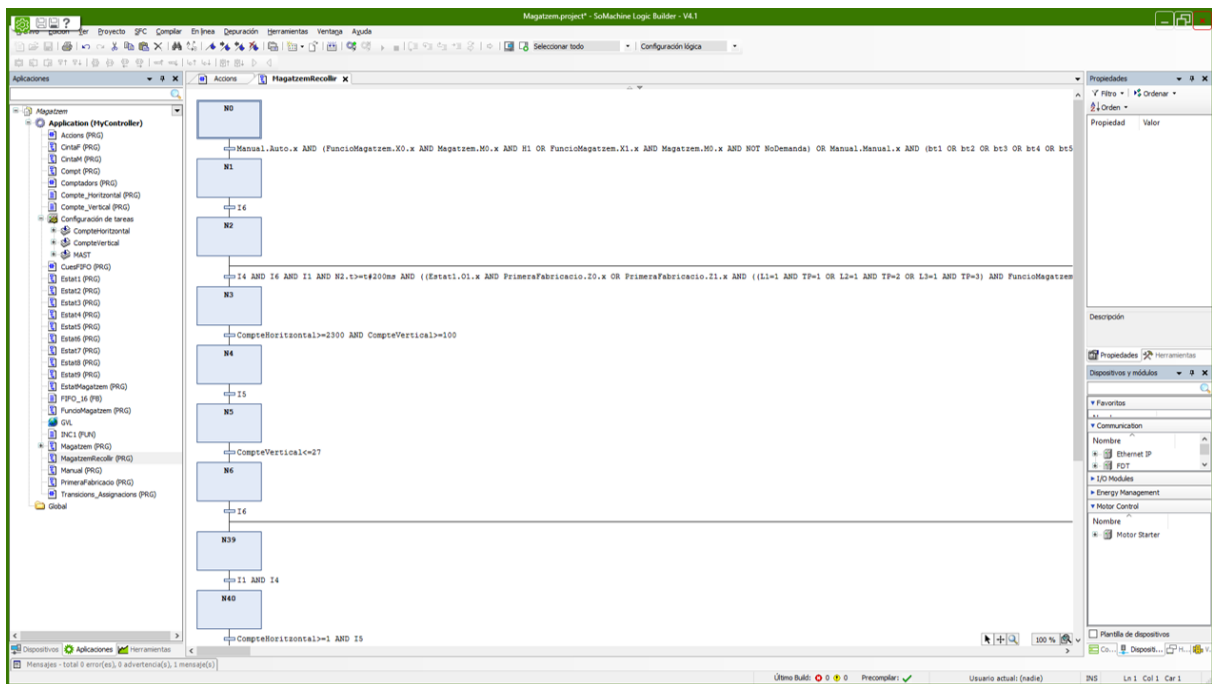


Figura 13: Interfícies del SoMachine

<sup>11</sup> [5] Schneider Electric (2014). *SoMachine – Guia de Programació*.

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 4.9 SISTEMA HMI

S'utilitzarà una pantalla tàctil HMI Omron NB7W-TW01B. És un pantalla amb 7 polzades, TFT LCD, 800x480 píxels i gràfics vectorials i de mapes de bits. Té tres ports de comunicació (Ethernet, Host USB, RS-232C) i una memòria integrada de 128 MB<sup>12</sup>. Té l'avantatge que el software per a programar-la és gratuït. Des d'aquest sistema es monitoritzarà i controlarà tot el procés. A diferència que un disseny SCADA en un PC, aquesta pantalla tàctil no necessita un servidor per a subministrar-se la informació de les variables, ja que accedeix directament a les posicions de memòria dels automàts que han sigut configurats.



Figura 14: Pantalla tàctil HMI Omron

## 4.10 NB-DESIGNER

Programa gratuït d'Omron per a dissenyar i programar les seues pantalles tàctils. Aquest permet, entre altres coses, crear pantalles d'alarmes i esdeveniments, interruptors i indicadors de bit o de diferents estats, animacions i components mòbils, gràfics de barres i diagrames, tecles de funció, temporitzadors, opcions de seguretat com la creació d'usuaris amb contrasenya, etc.<sup>13</sup>

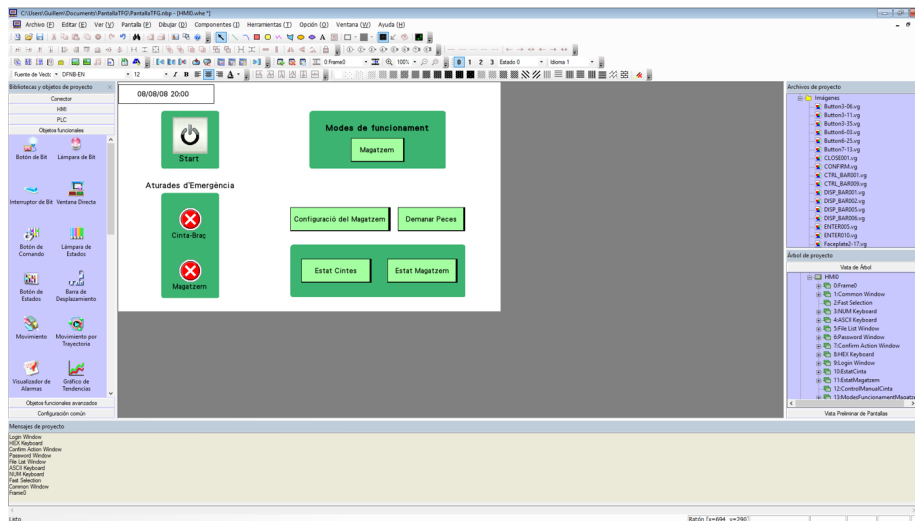


Figura 15: Interfícies del NB-Designer

<sup>12</sup> [9] <https://industrial.omron.es/es/products/nb>

<sup>13</sup> [7] Omron (2012). *NB-Designer Manual d'Operacions*.

## 5 DESENVOLUPAMENT DE LA SOLUCIÓ

### 5.1 DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS

Per a dur a terme aquest sistema de mecanitzat i emmagatzematge es recorrerà a l'ús d'un sistema simulat per tres maquetes. Un sistema de mecanitzat amb quatre cintes transportadores, dos empenyedors per a canviar la direcció, una estació de fresat i una altra de trepanat, un braç mecànic amb una ventosa per a agafar la peça de material ja fabricada i un magatzem amb una plataforma extensible per a emmagatzemar el material en les diferents cel·les que el componen. El control i la monitorització de tot aquest sistema es farà amb un pantalla tàctil HMI.

En primer lloc, l'usuari selecciona el tipus de peça que vol a cada cel·la del magatzem (Tipus 1: fresat i trepanat, Tipus 2: fresat i Tipus 3: trepanat) o deixa el que ja hi ha per defecte. Una volta iniciat el sistema a la pantalla tàctil i havent-se col·locat una peça de material a l'inici de la cinta, s'iniciarà el procés. El material serà transportat mitjançant una primera cinta fins a una zona de canvi de direcció on un empenyedor, després d'haver detectat que venia una peça, l'empenyerà fins a la següent cinta. Aquesta cinta transportarà el material fins al primer lloc de mecanitzat (la fresadora) sempre i quan la peça que s'estiga fabricant siga de tipus 1 o 2; en cas contrari, la cinta transportarà la peça fins a la tercera cinta. Ara, tenim un procés paregut a l'anterior, a la tercera cinta trobem el segon lloc de mecanitzat (el trepant) que processarà el material si aquest deu ser de tipus 1 o 3. Quan el trepant acaba o en cas que no fóra necessària la seua intervenció, la tercera cinta envia la peça a una altra zona de canvi de direcció. Ací ja, per finalitzar, un empenyedor porta la peça fins a l'última cinta i aquesta fins al sensor del final. Aquest sistema fabricarà el material sempre i quan es quede una de les cel·les del magatzem buides.

Al final del sistema de les cintes, un braç amb ventosa recull la peça de material i la transporta a l'entrada del magatzem. Com s'ha esmentat anteriorment, el braç emprat fa ús d'una ventosa per a agafar les peces. Aquest funció de ventosa la fa gràcies a un compressor d'aire que s'habilita cada volta que es necessita la ventosa.

Al mateix temps que la cinta està fabricant la peça, la plataforma extensible del magatzem es dirigeix a agafar la caixa on es depositarà la peça processada. Aquesta plataforma extensible, està composta, d'igual manera que el braç amb ventosa utilitzat per transportar les peces, de tres motors. Una volta arriba la plataforma a la cel·la on serà emmagatzemada la peça, la plataforma s'estén, agafa la caixa i la duu a la cinta d'entrada al magatzem; una volta allí, la cinta transporta la caixa fora on esperarà que el braç amb ventosa li introduísca la peça processada. Després, la cinta tornarà a entrar la caixa al magatzem i la plataforma extensible d'aquest s'encarregarà de dur-la al lloc d'on l'havia tret.

Quan es procedisca a l'extracció de les peces, des de la pantalla tàctil s'introduirà el tipus de peça i la quantitat que es vol extraure. El procediment és igual que en l'emmagatzematge, la plataforma extensible es dirigirà a la cel·la que pertoque i extraurà la caixa d'ella; després la durà a la cinta on ja serà transportada a l'exterior del magatzem. Quan siga fora, el braç amb ventosa agafarà la peça de l'interior de la caixa i la durà al punt de recollida. Tot aquest procés està representat a la *Figura 17*.

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

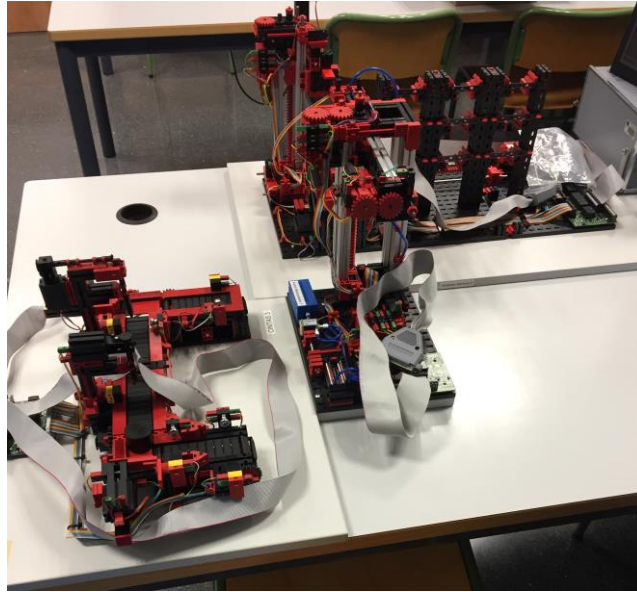


Figura 16: Sistema de maquetes

## 5.2 DIAGRAMA DEL PROCÉS

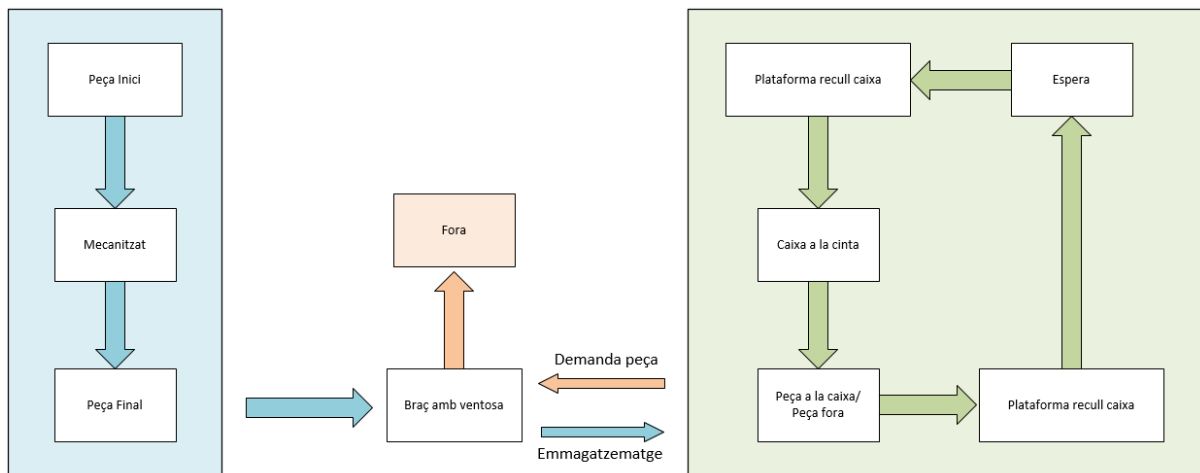


Figura 17: Diagrama del procés del projecte

A la *Figura 17* s'observa el procés des del punt de vista del producte. Alhora que la peça de material recorre el sistema de mecanitzat fins al final, el magatzem va recollint la caixa on serà depositada pel braç. En el cas que hi haguera una demanda de material, el magatzem recolliria la caixa i el braç extrauria la peça d'aquest.



# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 5.3 ESQUEMA DE COMUNICACIONS

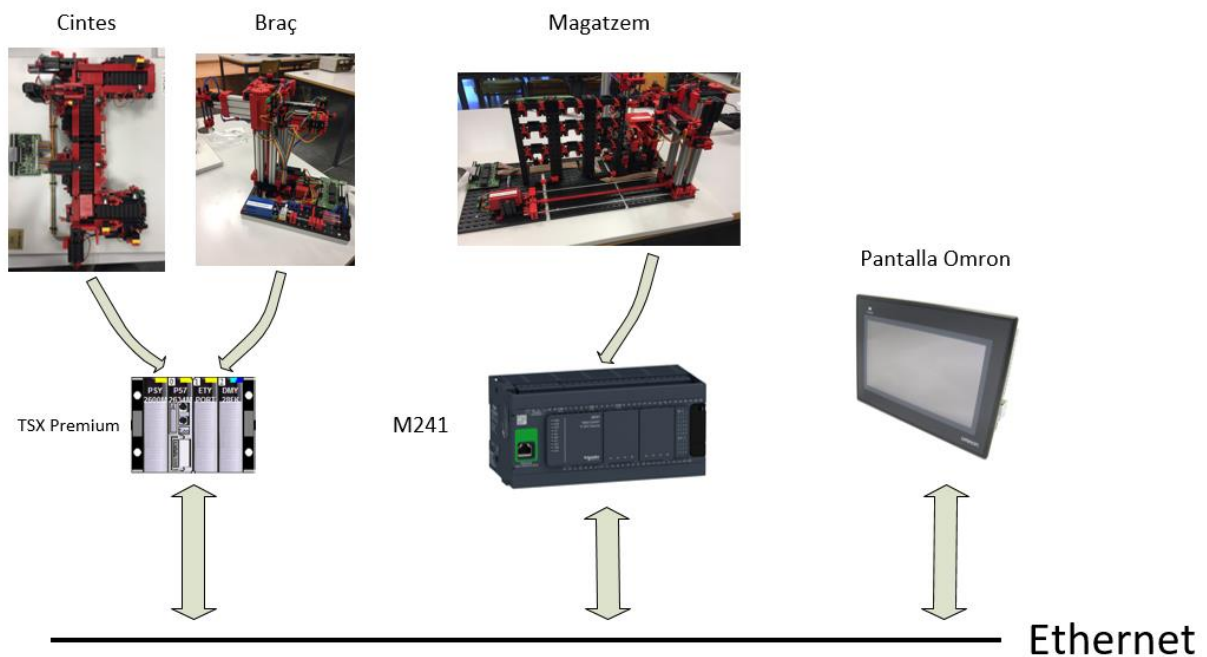


Figura 18: Esquema de comunicacions del sistema

La Figura 18 representa l'esquema de comunicacions dels diversos útils que componen el sistema total. La cinta i el braç van connectats al TSX i el magatzem al M241. Aquests dos PLC i la pantalla tàctil es comuniquen entre ells mitjançant una instal·lació Ethernet.

## 5.4 GRAFCETS DEL PROJECTE<sup>14</sup>

Com bé s'ha esmentat amb anterioritat, per a dur a terme aquest projecte s'han utilitzat programes que permeten el llenguatge de programació amb grafcet i diagrames de contacte. En aquest cas, cadascun dels autòmats té la seua programació independent.

Per al cas del sistema de mecanitzat, hi ha un grafcet per a cada cinta perquè, d'aquesta manera, podrien haver-hi dues peces al mateix temps al sistema en diferents cintes. Malgrat que la velocitat del procés la determina la plataforma del magatzem i no la mecanització del material. També hi ha un grafcet que és l'encarregat de que hi haja procés de mecanitzat o les cintes es queden parades.

El braç amb ventosa compta amb un grafcet per a cadascun dels seus modes. En té un per a quan la seua tasca és dur la peça mecanitzada del final de les cintes fins a l'entrada del magatzem i un altre per a dur-la de l'entrada (o en aquest cas eixida) del magatzem fins a la zona de recollida. La utilització

<sup>14</sup> Informació sobre la correcta escriptura dels grafcet: [1] Vallés Donat, Marina (2015-2016). Apunts de Tecnologia Automàtica. Tema 8: Disseny d'Automatismes amb Grafcet. València: UPV.

## DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

d'un grafcet o altre ve donada per un tercer grafcet d'estats que distingeix entre els dos modes que el braç té.

Al magatzem es poden trobar dos grafquets, un per a quan la plataforma extensible trau la caixa d'aquest i un altre per a quan la torna al lloc. A més, hi ha un grafcet d'estat per a cada cel·la i diversos grafquets d'estat que ens indiquen com es troba el magatzem (ple, buit o a mitges) i l'acció que està fent en aqueix moment, és a dir, si està emmagatzemant una peça processada o està complint una demanda de l'usuari i n'està extraient una. Aquest sistema també disposa d'un mode manual per si hi haguera qualsevol problema al magatzem que permet buidar el magatzem amb un ordre arbitrari. Cal mencionar que el mode manual del magatzem inutilitza l'engegada de la fabricació de les cintes per evitar que si és un problema, continue produint peces conforme va buidant-se el magatzem.

El sistema compta també amb unes cues FIFO que permeten portar un control de l'ordre en què les peces fabricades van entrant i eixint del magatzem i l'ordre en què les peces han d'anar sent fabricades pel sistema de mecanitzat. Aquest tipus de llista escriu al final d'aquesta i a l'hora de llegir, llegeix l'última que ficà.

Una anàlisi més exhaustiva d'aquesta estructura de grafquets, així com la comunicació i coordinació entre aquests i una explicació més detallada del funcionament de les cues FIFO<sup>15</sup> que s'empren als dos PLC serà mostrada al [Manual del programador](#), on a més s'explicaran també alguns grafquets més presents al programa que serveixen de recolzament al procés principal.

---

<sup>15</sup> Al no trobar-se implementat al SoMachine, s'ha extret de: [10]<http://www.oscat.de/>

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 5.5 COMUNICACIÓ AUTÒMATS

Els dos autòrats dels que es fa ús en aquest projecte es comuniquen mitjançant l'exploració d'entrades i eixides. Aquest sistema permet llegir entrades i eixides d'un PLC així com escriure-les en un altre mitjançant una [comunicació](#) per Ethernet. Es forma, per tant, una jerarquització on un PLC passa a ser el que és anomenat com a Mestre i que serà el que puga llegir les posicions de memòria de l'altre PLC i escriure en altres posicions també, i l'altre PLC, que realment es podria dir que no fa feina a l'hora de la comunicació, és el que és conegut com a Esclau.

En aquest cas, l'autòmat Mestre serà el TSX Premium. Al [Manual del programador](#) es troben les variables que s'han compartit.



Figura 19: Pantalla de configuració de les comunicacions

A l'hora de efectuar la comunicació entre els autòrats s'ha de tindre en compte les equivalències en memòria d'aquests dos ja que el TSX Premium treballa amb %MW que són posicions de memòria de 16 bits, però el M241 treballa amb 32 bit. Al cap i a la fi cada %MW d'un correspon a un %MW de l'altre però el M241 fa distinció quan la variable és digital i quan és analògica, passant a ser %MX en el primer cas.

DWords / Words (palabras)				Bytes	X (Bits)					
direccionamiento de byte		direccionamiento IEC orientado a la palabra			direccionamiento de byte			direccionamiento IEC orientado a la palabra		
D0	W0	D0	W0	B0	X0.7	...	X0.0	X0.7	...	X0.0
D1	W1	-	-	B1	X1.7	...	X1.0	X0.15	...	X0.8
...	W2	-	W1	B2	...	-	-	X1.7	...	X1.0
-	W3	-	-	B3	-	-	-	X1.15	...	X1.8
-	W4	D1	W2	B4	-	-	-	-	-	-

Figura 20: Equivalència de les posicions de memòria

## 5.6 DISSENY PANTALLA TÀCTIL

En ISO 9241-110, el terme interfície d'usuari es defineix com "totes les parts d'un sistema interactiu (software o hardware) que proporcionen la informació i el control necessaris perquè l'usuari duga a terme una tasca amb el sistema interactiu"<sup>16</sup>. En resum, en qualsevol procés és important tindre un control del que s'està fent en tot moment, així com intervindre en aquest si fóra necessari. Es per això que sorgeix la necessitat d'un aparell que ho permeta fer. En aquest projecte com ja s'ha esmentat abans, s'ha optat per la utilització d'una HMI (Human-Machine Interface) en forma de pantalla tàctil industrial. És un sistema molt còmode i fàcil d'utilitzar ja que està pot ser instal·lat en qualsevol lloc on hi haja una font d'alimentació i una connexió a Internet. Açò permet que l'operari o el tècnic des del seu lloc de treball pugui controlar el procés, ja que aquest tracta d'una extracció, que podria ser quasi constant, de peces i la modificació prèvia de les cel·les del magatzem si fóra necessària, i ha d'haver algú que quan extraga les fabricades col·loque a l'inici del sistema el nou material a mecanitzar. Una tasca que seria molt incòmoda si l'operari haguera d'anar cada volta a l'oficina per a utilitzar un ordinador.

El disseny d'aquesta pantalla tàctil està basat en sis pantalles diferents. Començant per la primera de totes que apareix només s'engega la pantalla, es troba el menú principal. En aquesta es pot observar que hi ha el botó per a que el sistema de mecanitzat comence a fabricar, davall d'aquest són les aturades d'emergència on el primer botó desplega les aturades de les cintes i del braç, dos botons per a accedir a les pantalles corresponents als estats del sistema de mecanitzat i emmagatzematge, un botó per a configurar la disposició dels tipus de peça a les cel·les i un altre per a extraure'n i, per últim, un accés a una pantalla de mode manual per al magatzem. Al [Manual de l'usuari](#) es troba una explicació més enfocada a l'ús d'aquesta i al del [programador](#), una amb més detall sobre la programació.

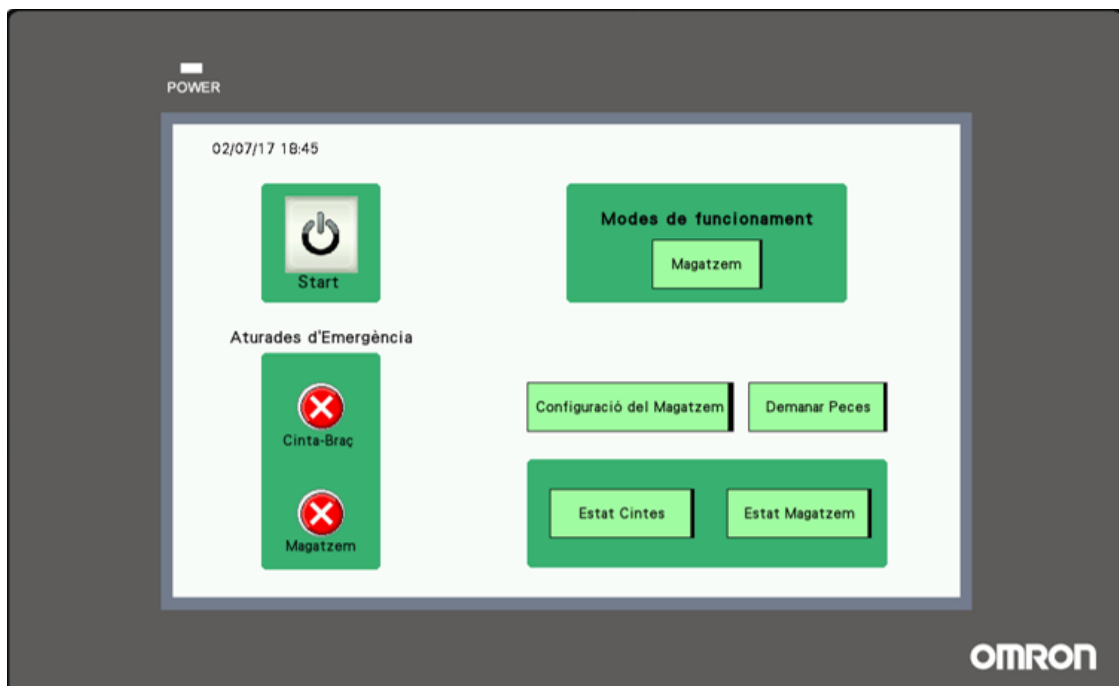


Figura 21: Pantalla Principal

<sup>16</sup>Cita extreta de: <https://www.copadata.com/es/soluciones-hmi-scada/interfaz-hombre-maquina-hmi/>

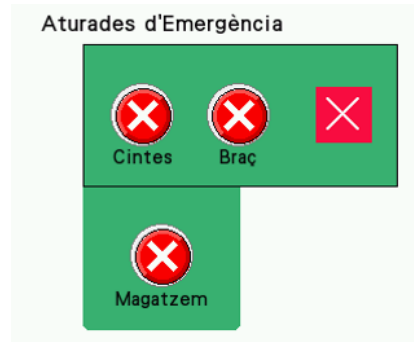


Figura 22: Desplegament del botó d'aturada del sistema cintes-braç



Figura 23: Pantalla d'estat de les cintes

La pantalla d'estats de les cintes mostra un dibuix de la maqueta de mecanitzat amb la posició més o menys d'on són els sensors fotoelèctrics per saber on és la peça en qualsevol moment del procés. Ací també hi ha un botó d'aturada d'aquest sistema.

A la pantalla d'estats del magatzem hi ha un dibuix representant les nou posicions d'aquest que indiquen quan una cel·la és plena. A més, també hi ha dos indicadors de les posicions horitzontal i vertical de la plataforma i de si hi ha caixa a l'inici o al final de la cinta d'entrada/eixida. Les dues barres que trobem a prop de les cel·les, representen el moviment de la plataforma manipuladora. Com a la pantalla d'estats de les cintes, en aquesta també es pot trobar el botó d'aturada del sistema al que pertany l'estat.

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

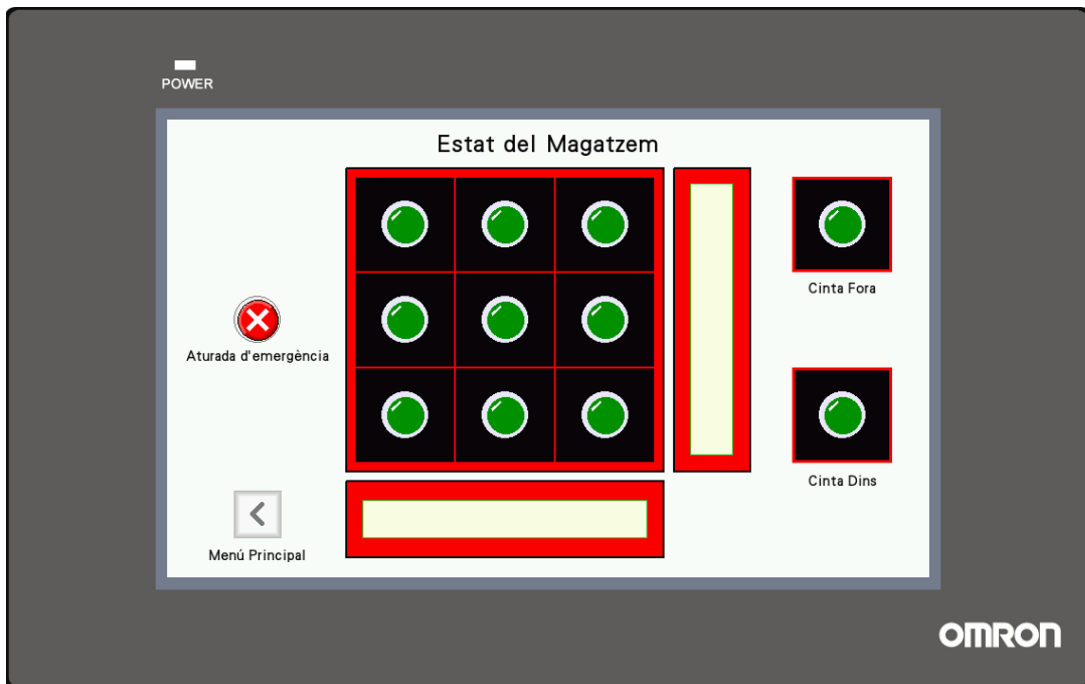


Figura 24: Pantalla d'estat del magatzem

Per a la configuració de les cel·les del magatzem s'obri una pantalla on es pot veure i modificar el tipus de peça que es vol a cada lloc.

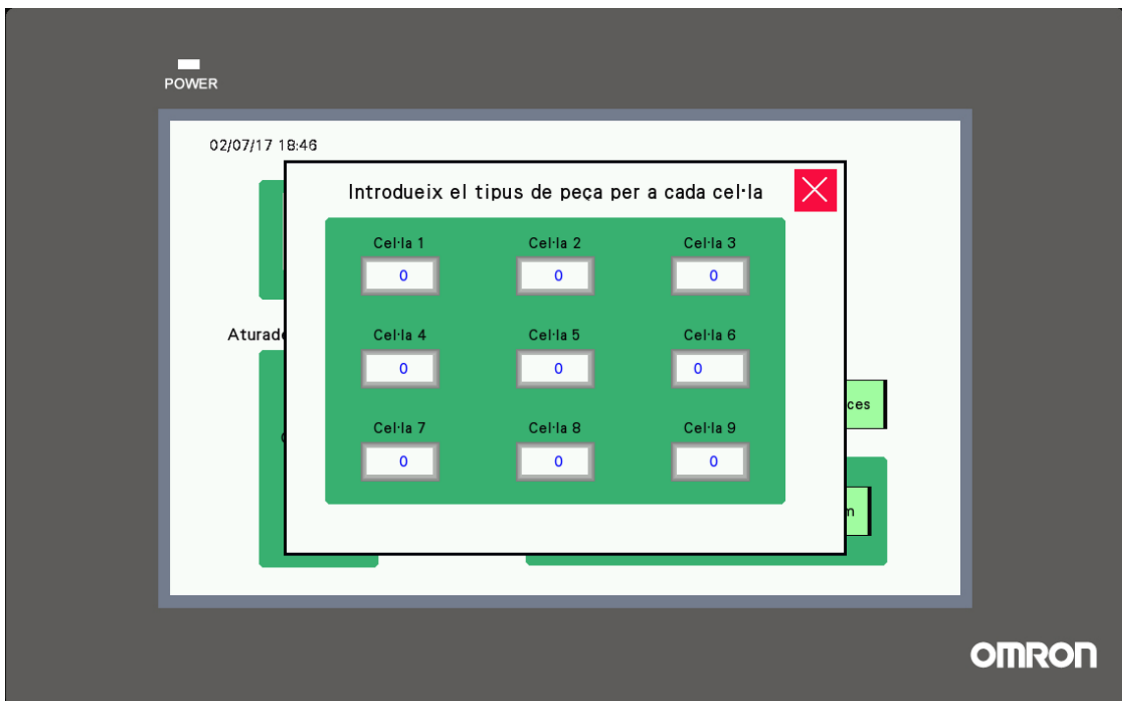
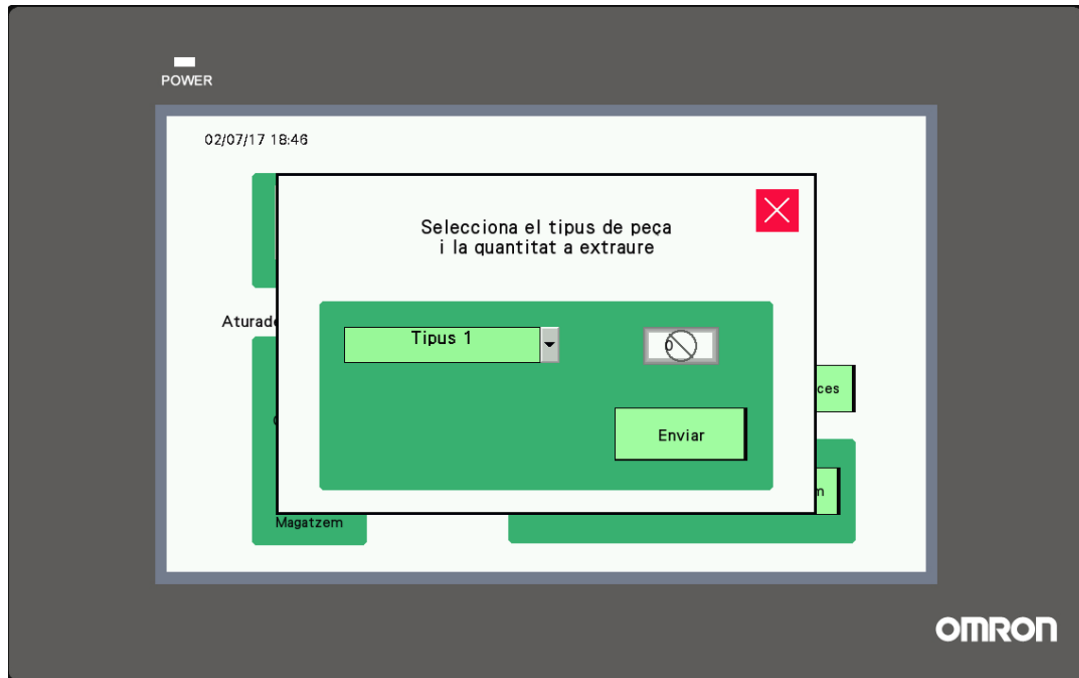


Figura 25: Pantalla de configuració de les cel·les del magatzem

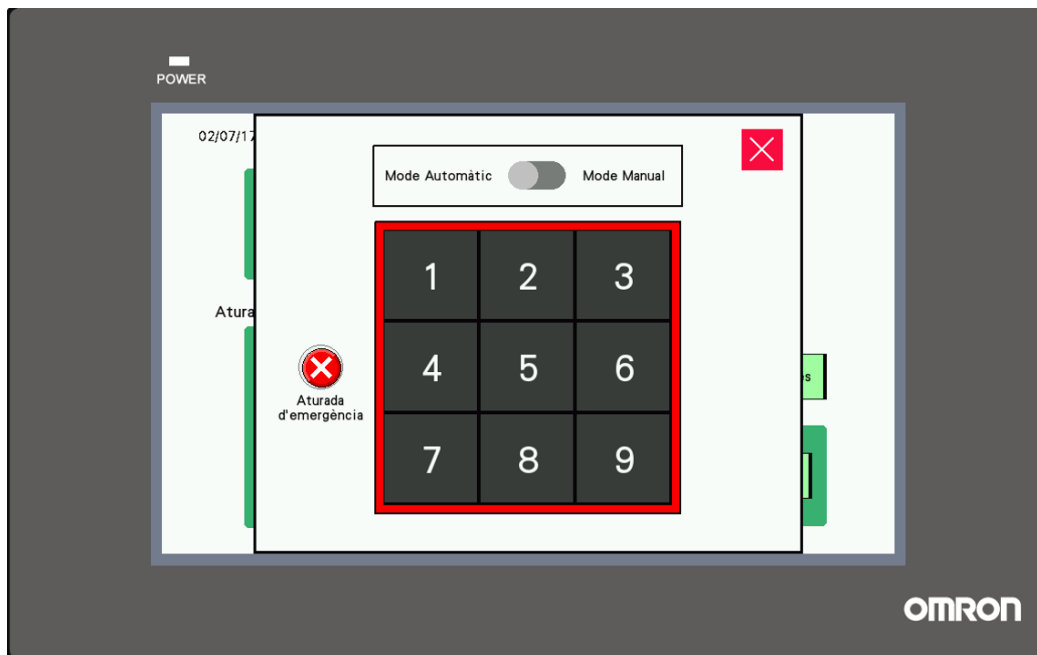
# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

A la *Figura 26* es pot veure la pantalla des d'on se selecciona el tipus de peça que es vol extraure i la quantitat.



*Figura 26: Pantalla per a la demanda d'extracció de peces*

Per últim, a la pantalla de mode manual tenim l'opció de canviar entre els dos modes així com un accés directe a cada cel·la del magatzem.



*Figura 27: Pantalla de Mode Manual del magatzem*

## 6. CONCLUSIONS

Aquest projecte compleix amb els objectius proposats a l'inici, és a dir, l'automatització del sistema de mecanitzat i emmagatzematge i el disseny de l' SCADA amb pantalla tàctil. Es pot comprovar que el projecte és plenament funcional i que tot allò que s'ha implementat al sistema dona resultats favorables.

És per això que podem extraure una sèrie de conclusions. Resulta molt útil haver treballat amb sistemes d'automatismes com el TSX Premium i el Modicon M241 que s'utilitzen de forma habitual a la indústria per ser sistemes molt robusts amb gran capacitat per als processos de fabricació. A més, per a la utilització d'aquests s'han emprat dos programes d'automatització diferents; ampliant d'aquesta manera el coneixement sobre aquesta àrea d'una manera considerable. Cal destacar el fet que per al programa SoMachine es començava des de zero pel que fa a la utilització, ja que en poques coses era semblant a l'altre.

S'ha pogut emprar també una pantalla tàctil Omron que és usada a la indústria i que ve a ser una tecnologia molt útil pel que fa a la seua facilitat d'ús i a la seua comoditat. S'ha intentat que el disseny d'aquesta fóra net i agradable a la vista alhora que funcional amb pantalles ben diferenciades i un disseny en colors i distribució que no resulten molestos a la vista.

És interessant destacar que s'ha pogut aprofundir en la comunicació entre autòmats, ja que en el món industrial és molt estrany que hi haja a una fàbrica un automatsisme sol sense estar connectat a cap altre.

En resum, ha resultat ser un projecte molt útil per a endinsar-se més al món de l'automàtica, consolidant tots els coneixements ja adquirits durant el grau i podent ampliar-los d'una manera important. I no sols això, sinó que, a més, aquests coneixements han estat molt units al que vindria a ser el món industrial real i ha resultat ser una molt bona oportunitat per a apropar-se al que seria un vertader projecte d'enginyeria.



## 7 BIBLIOGRAFIA

- [1]Vallés Donat, Marina (2015-2016). Apunts de Tecnologia Automàtica. *Tema 8: Disseny d'Automatismes amb Grafcet*. València: UPV.
- [2]Simarro Fernández, Raúl (2016-2017). Apunts de Laboratori d'Automatització i Control. *Seminari d'Automatització*. València: UPV.
- [3]Simarro Fernández, Raúl . *Processos FischerTechnik (Entrades-Eixides)*. València: UPV.
- [4]Schneider Electric (2009). *UNITY PRO: Llenguatge i estructura del programa. Manual de referència*.
- [5]Schneider Electric (2014). *SoMachine – Guia de Programació*.
- [6]Schneider Electric (2014). *Modicon M241 Logic Controller. Guia de programació*.
- [7]Omron (2012). *NB-Designer Manual d'Operacions*.
- [8]Shcneider Electric. *Informació sobre les especificacions del Modicon M241*. Disponible en: <https://www.schneider-electric.es/es/product-range/62129-controlador-logico-modicon-m241/>
- [9]Omron. *Informació sobre les especificacions de la pantalla tàctil HMI Omron*. Disponible en: <https://industrial.omron.es/es/products/nb>
- [10]OSCAT. *Programació de les llistes FIFO al SoMachinne*. Disponible a: <http://www.oscat.de/>
- [11]Wikipedia. *Informació sobre LabVIEW*. Disponible a: <https://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>
- [12] Schneider Electric. *Informació sobre Vijeo Designer*. Disponible a: <https://www.schneider-electric.es/es/product-range/1054-vijeo-designer/>
- [13]General Electric. *Informació sobre iFIX*. Disponible a: <https://www.ge.com/digital/products/ifix>
- [14]Antonio García Alanís. *Sistemas d'automatització, comandament i control*. Huelva: UHU.
- [15]Mirko Baecker (2015). *El futur de la producció*. Article disponible a: <http://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/134751-El-futuro-de-la-produccion.html>

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

DESENVOLUPAMENT DE  
L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE  
MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE  
MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC  
HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA  
MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI  
OMRON

[Document núm. 3: Pressupost](#)

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

## 1 INTRODUCCIÓ

Per a la formulació d'aquest pressupost, s'ha suposat que el client ja té el material pel que fa a sistemes i autòmats necessari. Així, es pressupostarà la mà d'obra implicada i el material utilitzat per l'equip de treball.

## 2 QUADRES DE PREU

### 2.1 Quadre de preus 1: Preus de la mà d'obra

Els recursos humans emprats en aquest treball són dos Enginyers Industrials especialitzats en Automatització que s'encarregaran cadascun del disseny del programa d'un autòmat i un d'ells farà també el disseny de la pantalla tàctil, i un Director del Projecte.

Enginyer industrial:

Concepte	Total (€)
Salari Base (a l'any)	23.618,28
Cotització a la Seguretat Social	8.561,63
Dietes	700
Hores extra (8 h/mes)	2519,28
Plus del conveni	2.109,69
Total Anual	37.508,88
Total Mensual	3.125,74
Total per Jornada (8h/dia)	170,49
Total per Hora de treball	21,31

*Taula 1: Preu de la mà d'obra d'un Enginyer Industrial*

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

Director del Projecte:

Concepte	Total (€)
Salari Base (a l'any)	31.703,64
Cotització a la Seguretat Social	9.744,57
Dietes	900
Hores extra (8 h/mes)	3.236,87
Plus del conveni	2.109,69
Total Anual	47.694,77
Total Mensual	3.974,56
Total per Jornada (8h/dia)	216,79
Total per Hora de treball	27,10

*Taula 2: Preu de la mà d'obra del Director del Projecte*

## 2.2 Quadre de preus 2: Preus del material

Hardware:

Concepte	Total (€)	Preu a amortitzar (€/h)
Portàtil Apple MacBook Pro	1749,00	0,24

*Taula 3: Preu del Hardware emprat*

El període d'amortització s'ha estimat en quatre anys. Considerant que es podrien fer aproximadament sis projectes d'una duració de 300 hores com aquest, les hores amortitzar seran unes 1800 a l'any. Portàtils hi hauran dos però es comptaran per separat.

**DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON**

Software:

Concepte	Total (€)	Preu a amortitzar (€/h)
Unity Pro	3.000	0,56
SoMachine	0	0
NB-Designer	0	0
Office Professional	1.078 (539x2)	0,60

*Taula 4: Preu del software emprat*

Per a l'amortització, s'han estimat una duració de tres anys, exceptuant la llicència del Office que és d'un any. S'ha tingut en compte que el preu de l'Office sols inclou un ordinador i seran dues persones redactant.

### 2.3 Quadre de preus 3: Preus unitaris

Núm.	Descripció	Mesura (h)	Preu (€/h)	Import(€)
1	Anàlisi d'alternatives i estudi previ	35	11,132	389,620
2	Automatització del sistema de mecanitzat	65	13,383	869,895
3	Automatització del braç amb ventosa	45	12,216	549,720
4	Automatització del magatzem vertical	80	17,505	1.400,388
5	Disseny de l'aplicació per a la pantalla tàctil	55	5,023	276,265
6	Redacció dels documents del projecte	20	18,174	363,480

*Taula 5: Preus unitaris de les Unitats d'Obra*

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

2.4 Quadre de preus 4: Preus descomposts

UO1		Anàlisi d'alternatives i estudi previ	
Costs directes			
Rendiment	Descripció	Preu	Import
0,15	(h)Enginyer Industrial 1	21,31	3,1965
0,10	(h)Enginyer Industrial 2	21,31	2,131
0,20	(h)Director del projecte	27,10	5,420
0,15	(h)Portàtil Apple MacBook Pro 1	0,24	0,036
0,10	(h)Portàtil Apple MacBook Pro 2	0,24	0,024
Costs indirectes			
3% Costs indirectes		10,808	0,324
<b>TOTAL UNITAT D'OBRA</b>			<b>11,132</b>

Taula 6: Preus descomposts de la Unitat d'Obra 1

UO2		Automatització del sistema de mecanitzat	
Costs directes			
Rendiment	Descripció	Preu	Import
0,40	(h)Enginyer Industrial 1	21,31	8,524
0,15	(h)Director del projecte	27,10	4,065
0,40	(h)Portàtil Apple MacBook Pro 1	0,24	0,096
0,55	(h)Unity Pro	0,56	0,308
Costs indirectes			
3% Costs indirectes		12,993	0,390
<b>TOTAL UNITAT D'OBRA</b>			<b>13,383</b>

Taula 7: Preus descomposts de la Unitat d'Obra 2



DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

UO3		Automatització del braç amb ventosa	
Costs directes			
Rendiment	Descripció	Preu	Import
0,35	(h)Enginyer Industrial 1	21,31	7,459
0,15	(h)Director del projecte	27,10	4,065
0,35	(h)Portàtil Apple MacBook Pro 1	0,24	0,084
0,45	(h)Unity Pro	0,56	0,252
Costs indirectes			
3% Costs indirectes		11,860	0,356
<b>TOTAL UNITAT D'OBRA</b>			<b>12,216</b>

*Taula 8: Preus descomposats de la Unitat d'Obra 3*

UO4		Automatització del magatzem vertical	
Costs directes			
Rendiment	Descripció	Preu	Import
0,6	(h)Enginyer Industrial 2	21,31	12,786
0,15	(h)Director del projecte	27,10	4,065
0,6	(h)Portàtil Apple MacBook Pro 2	0,24	0,144
1	(h)SoMachine	0	0
Costs indirectes			
3% Costs indirectes		16,995	0,510
<b>TOTAL UNITAT D'OBRA</b>			<b>17,505</b>

*Taula 9: Preus descomposats de la Unitat d'Obra 4*

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

UO5		Disseny de l'aplicació per a la pantalla tàctil	
Costs directes			
Rendiment	Descripció	Preu	Import
0,20	(h)Enginyer Industrial 2	21,31	2,131
0,10	(h)Director del projecte	27,10	2,710
0,20	(h)Portàtil Apple MacBook Pro 2	0,24	0,036
1	(h)NB-Designer	0	0
Costs indirectes			
3% Costs indirectes		4,877	0,146
<b>TOTAL UNITAT D'OBRA</b>			<b>5,023</b>

*Taula 10: Preus descomposts de la Unitat d'Obra 5*

UO6		Redacció dels documents del projecte	
Costs directes			
Rendiment	Descripció	Preu	Import
0,10	(h)Enginyer Industrial 1	21,31	2,131
0,10	(h)Enginyer Industrial 2	21,31	2,131
0,20	(h)Director del projecte	27,10	5,420
0,10	(h)Portàtil Apple MacBook Pro 1	0,24	0,024
0,10	(h)Portàtil Apple MacBook Pro 2	0,24	0,024
1	(h)Office Professional	0,60	0,600
Costs indirectes			
3% Costs indirectes		10,330	0,310
<b>TOTAL UNITAT D'OBRA</b>			<b>10,640</b>

*Taula 11: Preus descomposts de la Unitat d'Obra 6*

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

3 PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL, PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER  
CONTRACTA I PRESSUPOST BASE LICITACIÓ

Pressupost	Import (€)
P.E.M.	3.849,37
13% Despeses Generals	500,42
6% Benefici Industrial	230,96
P.E.C.	4.580,75
21% IVA	961,96
<b>P.B.L.</b>	<b>5.542,71</b>

Taula 12: Pressupost final

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

DESENVOLUPAMENT DE  
L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE  
MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE  
MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC  
HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA  
MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI  
OMRON

[Document núm. 4: Manual del  
programador](#)

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

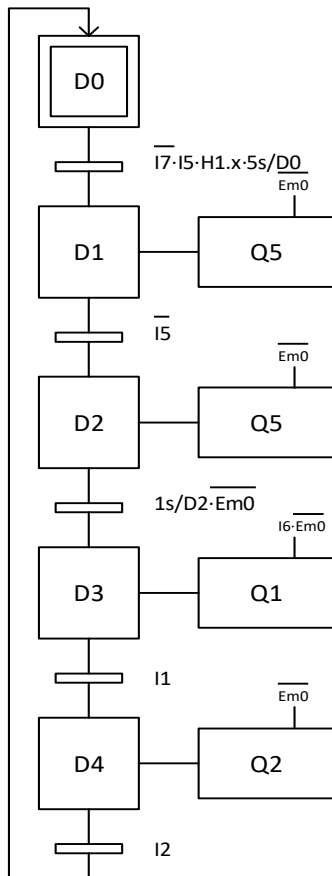
## 1 INTRODUCCIÓ

A continuació es detallarà la programació implementada als dos PLC i a la pantalla tàctil. Inclouent una explicació detallada del funcionament dels grafquets i de les transicions més importants, així com la comunicació entre tots aquests. Totes les variables i les accions pertanyents a cada programa es poden trobar a [l'annex](#).

## 2 UNITY PRO

### 2.1 Cintes

#### 2.1.1 Grafcet Primera Cinta



Il·lustració 1: Grafcet Primera Cinta

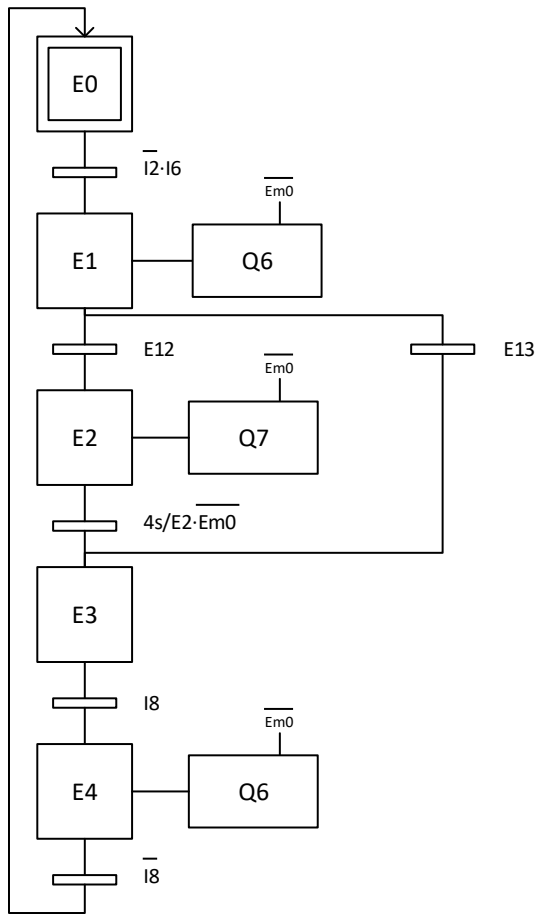


Il·lustració 2: Cinta 1

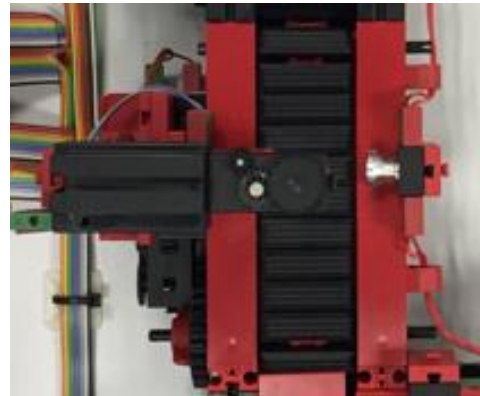
Controla l'avanç de la primera cinta transportadora i el moviment del primer empinyador. Primer desplaça la peça fins que arriba al sensor del final on el programa s'espera un segon fins que arriba al canvi de direcció. En aquest punt és quan l'empinyador es mou avant fins al final de carrera per a tornar després al lloc. Aquest grafcet no comença a funcionar fins que el sistema no es trobe en fabricació, hi haja peça a l'inici i no hi haja cap parada al sensor d'abans de l'empinyador.

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

2.1.2 Grafcet Segona Cinta



Il·lustració 3: Grafcet Segona Cinta



Il·lustració 4: Cinta 2 (estació de fresat)

Comença a funcionar abans que acabe el grafcet de la primera cinta, així quan l'empenyedor duu la peça a la cinta, aquesta ja està movent-se. No obstant això, aquest grafcet no començarà a moure la cinta si hi ha una peça al sensor fotoelèctric de la fresadora. Aquesta actua durant 4 segons per a simular el fresat.

La bifurcació que comprèn el fresat trobem les transicions etiquetades com a E12 i E13. On E12 és:

$$\bar{I6} \cdot (\overline{PE3 \cdot x} \cdot PrimeraFabricacio + ([TP0 = 1] + [TP0 = 2]) \cdot \overline{PrimeraFabricacio})$$

Per al cas de E13, que no passa pel fresat, seria la transició semblat però no sent negada la PE3.x primera i solament apareixent [TP0=3] a l'altra part d'aquesta.

$$\bar{I6} \cdot (PE3 \cdot x \cdot PrimeraFabricacio + ([TP0 = 3]) \cdot \overline{PrimeraFabricacio})$$

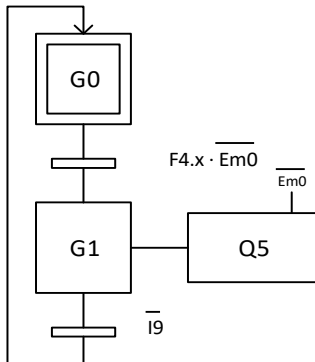




**DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON**

---

2.1.4 Grafcet Quarta Cinta



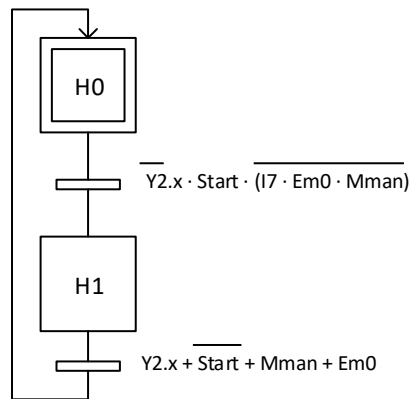
*Il·lustració 7: Grafcet Quarta Cinta*



*Il·lustració 8: Cinta 4*

L'única acció d'aquest grafcet és la de moure l'última cinta fins que el sensor fotoelèctric del final detecte alguna peça. S'activa abans que finalitzi el de la tercera cinta perquè la peça quan estiga sent arrastrada per l'empenyedor ja trobe la cinta engegada.

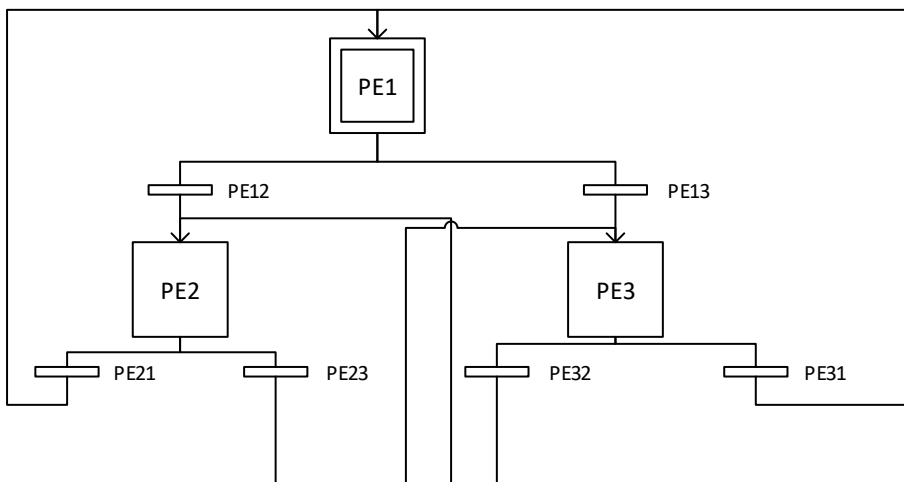
2.2 Grafcet Fabricació



*Il·lustració 9: Grafcet Fabricació*

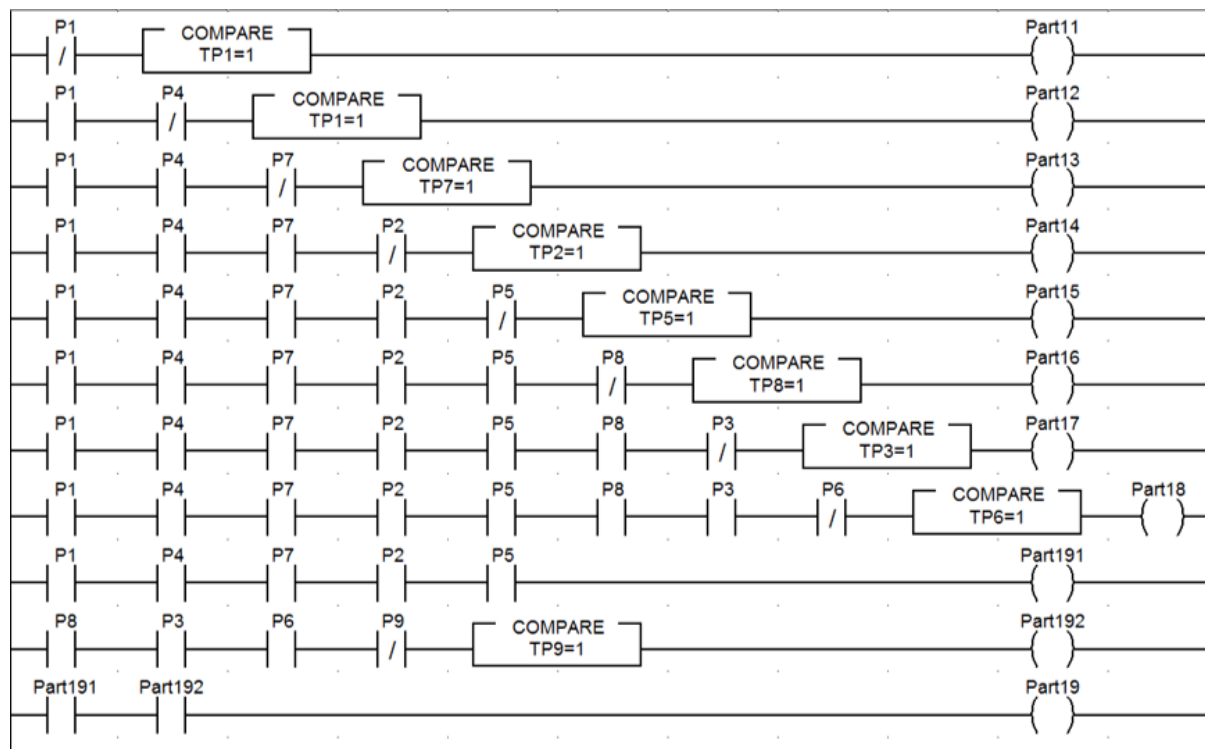
Indica al sistema de mecanitzat quan pot començar a fabricar. L'etapa H1 és la que representa que les cintes estan en fabricació. Activant el mode manual del magatzem el sistema romandrà sense fabricar.

### 2.3 Grafcet Tipus de Peça



*Il·lustració 10: Grafcet Tipus de Peça*

Per a la primera fabricació, quan el magatzem encara és buit i no hi ha informació sobre l'ordre en què les peces s'han de fabricar, aquest grafcet determina segons un ordre arbitrari decidit pel programador (en aquest cas per columnes començant per la de l'esquerra respecte la plataforma) el tipus de peça que es fabricarà a la cinta.

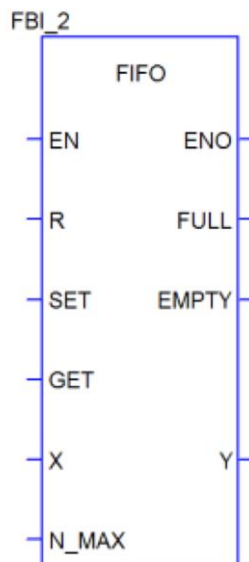


*Il·lustració 11: Diagrama de Contactes de la transició PE12*

**DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON**

Per poder fer les transicions d'aquest grafcet, s'ha recorregut a una construcció per parts en un apartat a part del programa per a després ajuntar-les a la transició. Així, la transició PE12 correspondria a un AND de totes aquestes parts que es mostren a la *Il·lustració 11*. El que fa és comprovar si les cel·les estan plenes segons una prioritat i el tipus que s'ha configurat. L'única cosa que canvia entre les transicions a altres tipus és el nombre que hi ha dins del comparador.

## 2.4 FIFO



*Il·lustració 12: Exemple bloc  
FIFO*

Aquest bloc consta de diverses entrades i eixides. Començant per les entrades està EN que és la que habilita l'ús del bloc. R, SET i GET són el reset, l'acció d'escriptura i lectura de la llista respectivament. X és el valor que s'escriurà a la llista i l'eixida Y, el valor que s'extrau. L'última entrada, N\_MAX, indica el nombre màxim d'elements de la llista. Passant a les eixides està ENO, que és per a connectar al bloc a qualsevol altra cosa, i FULL i EMPTY que indiquen quan és plena i buida respectivament la llista.

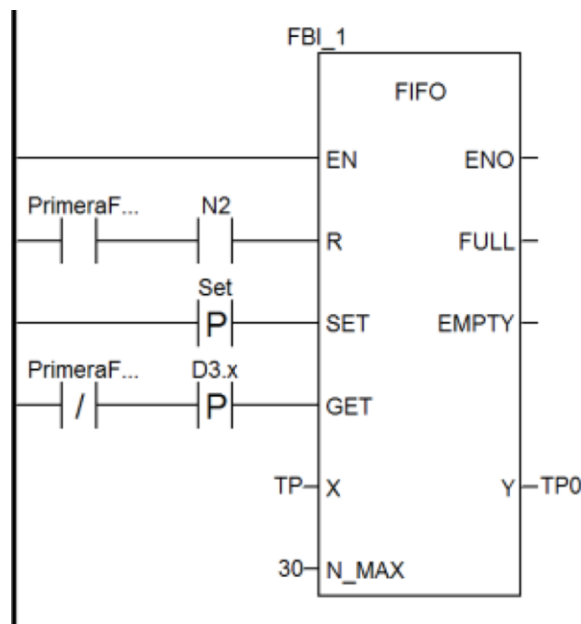
Ciclo	Parámetro	Resultado
Ciclo n	R=0, SET=0, GET=0	Registro de stack no iniciado
Ciclo n+1	R=1, SET=0, GET=0	Registro de stack iniciado
Ciclo n+2	R=0, SET=0, GET=0	Finalizar la inicialización
Ciclo n+3	R=0, SET=1, GET=0	Cargar registro de stack con valores x
Ciclo n+x+1	R=0, SET=0, GET=0	Finalizar carga
Ciclo n+x+2	R=0, SET=0, GET=1	Procurar valores x
Ciclo n+x+2+x	R=0, SET=0, GET=1	Registro de stack no vacío

*Il·lustració 13: Inicialització FIFO al Unity Pro*

Cal destacar que la cua FIFO del Unity Pro té un procediment d'inicialització concret. En el qual, abans d'utilitzar-lo, se li ha d'aplicar un Reset a la pila perquè s'inicialitzi.

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

Aquesta ferramenta és en la que està basada gran part del programa i és per això que s'explicarà un poc més detalladament la seua funcionalitat. Bàsicament el que fa és incorporar a la llista dades conservant l'ordre en el que han sigut escrites i després les llegeix en el mateix ordre. Açò el que permet és controlar que la primera dada d'informació que entra és també la primera que ix. Resulta molt útil en aquest projecte ja que el que es tracta amb açò es que, per una banda no es quede la mateixa caixa plena d'una cel·la determinada durant molt de temps i que altres que han sigut acabades de fabricar isquen abans, i per altra banda, i és el cas de la cua FIFO que s'ha fet al Unity Pro, portar un recompte de les peces que s'han extret (el tipus) i fabricar-les en el mateix ordre en el que ho han sigut.



*Il·lustració 14: Cua FIFO del Unity Pro*

En aquest projecte, la llista FIFO llegirà quan, sense ser la primera fabricació, el graficet de la primera cinta estiga movent l'empenyedor. Escriurà segons el diagrama de contactes de la *Il·lustració 15*, on tots els contactes són variables de l'altre autòmat. El valor d'eixida s'empra per a la transició a la part de fresat. Més avant, s'assigna el mateix valor a la variable TP00 perquè es puga fer el trepanat i hi haguera una altra peça en la fresadora.

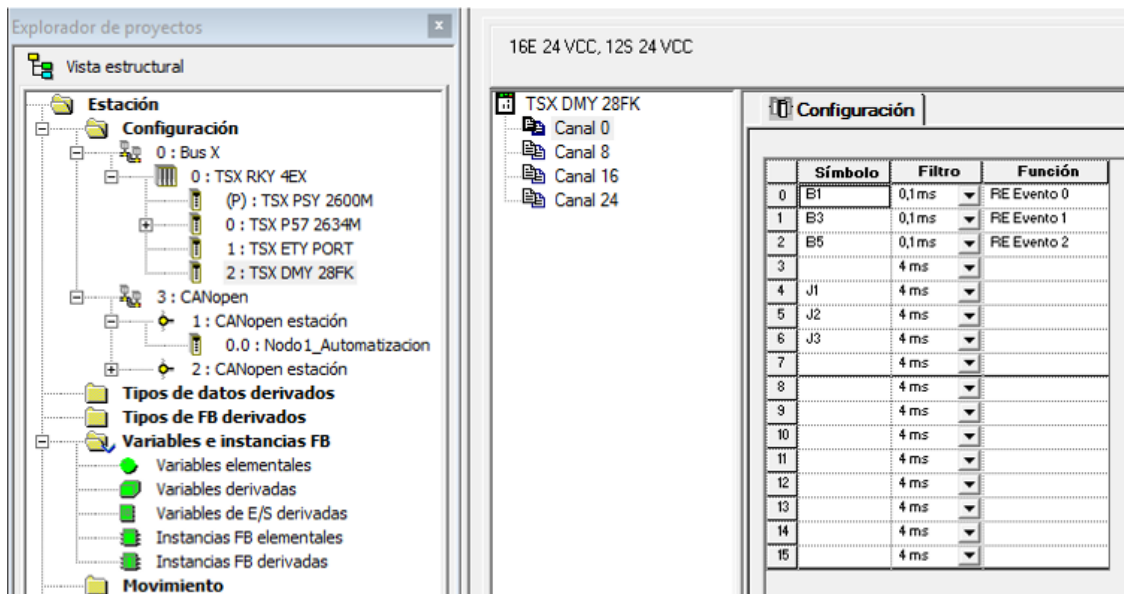


*Il·lustració 15: Assignació per a l'escriptura a la cua FIFO*

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 2.5 Braç

### 2.5.1 Comptadors horitzontal, gir i vertical



Il·lustració 16: Configuració dels esdeveniments en Unity Pro



Il·lustració 17: Creació dels esdeveniments en Unity Pro

Per poder utilitzar les entrades ràpides com és degut, s'han de crear els esdeveniments per a les variables que recolliran les pulsacions dels encoders i vincular-los a les variables de compte per poder localitzar les coordenades d'on ha d'anar el braç.

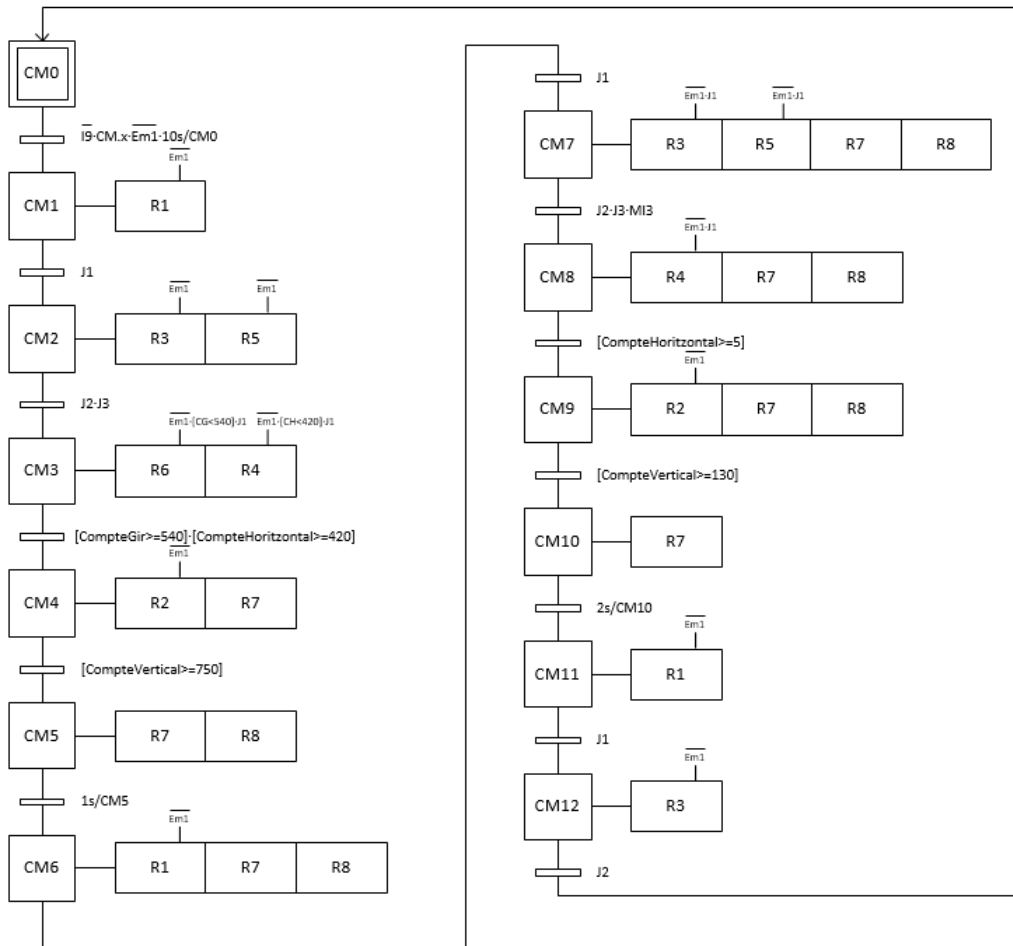
```
IF J1=TRUE THEN
    CompteVertical:=0;
ELSE
    IF R2=TRUE THEN
        CompteVertical:=CompteVertical+1;
    END_IF;
    IF R1=TRUE THEN
        CompteVertical:=CompteVertical-1;
    END_IF;
END_IF;
```

Il·lustració 18: Codi del Compte Vertical de pulsacions

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

Com bé s'ha comentat a la memòria, les variables de compte el que fan és augmentar o disminuir el seu valor depenent del sentit que porte el moviment inicialitzant-se a zero quan es toca el final de carrera corresponent. Aquesta part del programa està escrita en ST (text estructurat).

## 2.5.2 Grafcet Cinta-Magatzem



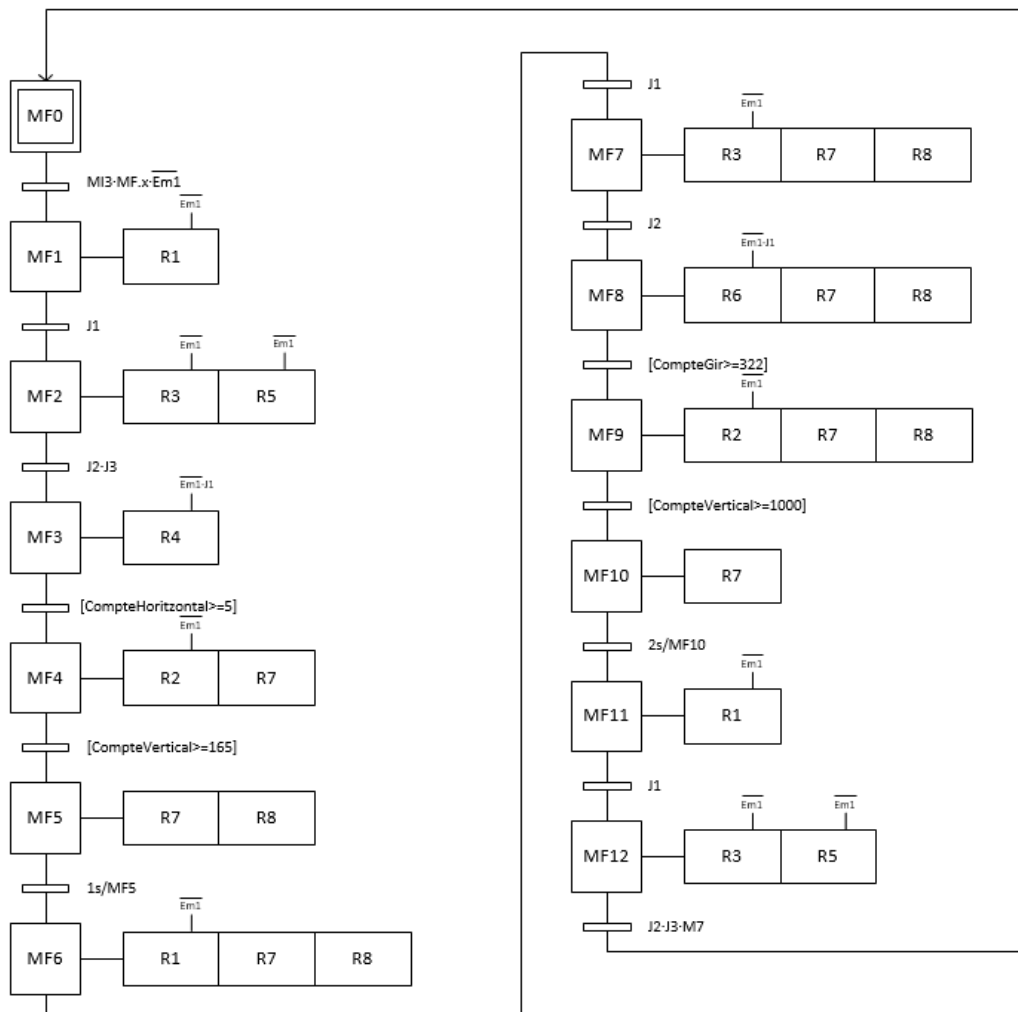
Il·lustració 19: Grafcet Cinta-Magatzem

Aquest grafcet és l'encarregat de fer que el braç amb ventosa vaja de la posició final de les cintes fins a la cinta del magatzem. Comença amb una inicialització del braç on el que fa és dur-lo a l'inici (finals de carrera vertical, de gir i de braç sense estar estès polsats) per si es donara el cas que el braç estiguera en una posició estranya al començar el seu procés. D'aquesta manera, com s'ha pogut veure a l'apartat anterior, els comptes del braç queden a zero i les comparacions per a les pulsacions que se li posen serien correctes. Les accions en aquest grafcet vénen totes condicionades a un comparador que el que fa és que es produïska una acció concreta mentre el nombre de pulsacions que toque siga menor o major estricte al nombre de pulsacions finals que corresponen a les anomenades abans com a coordenades. Així, les transicions que impliquen moviment es produeixen quan les pulsacions són

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

majors (o menors) o iguals a les que vénen donades com a coordenades finals. Els moviments d'extensió de la plataforma i de gir estan restringits a que el braç estiga en la seua posició més elevada per a evitar qualsevol tipus d'accident. Pel mateix motiu, cal destacar que l'acció de la ventosa i del compressor no estan lligats a l'aturada d'emergència del braç perquè no es caiga la peça quan aquesta es poduísca. L'acció de la ventosa actua durant un segon en el cas de la succió i dos segons en el cas de llevar-la per a assegurar-se que la peça ha quedat agafada al braç i que s'ha quedat correctament soltada. Cal destacar la transició on apareix la variable MI3 pertanyent al sensor de caixa fora del magatzem que s'explicarà a [l'apartat de comunicació](#).

## 2.5.3 Grafcet Magatzem-Fora



Il·lustració 20: Grafcet Magatzem-Fora

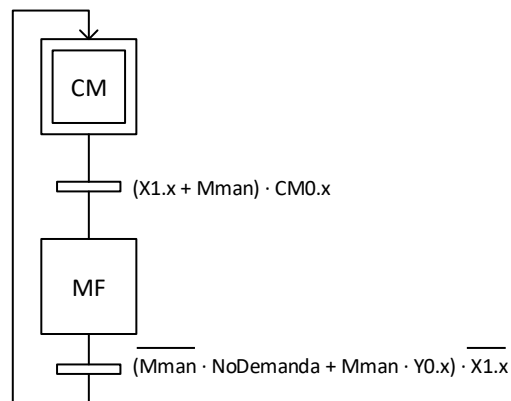
Es posa en funcionament quan el sistema està en extracció i s'encarrega de dur la peça des de la part d'entrada/eixida del magatzem fins a la zona de recollida. El funcionament és el mateix que el grafcet anterior pel que fa a les accions que utilitzen els comptes de pulsacions i als temporitzadors associats a l'acció de la ventosa. En els dos grafquets s'observa que el compressor s'activa en una etapa anterior



DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

i es desactiva en una etapa posterior a que la ventosa faça l'acció corresponent i així evitar algun error per no haver estat preparada la ventosa. En aquest cas també apareix la variable de l'altre autòmat que indica si hi ha caixa fora del magatzem. L'última transició té també una etapa de l'altre programa per la qual, aquest grafcet s'espera a que la plataforma s'haja endut la caixa.

#### 2.5.4 Grafcet Estat Braç



Il·lustració 21: Grafcet Estat braç

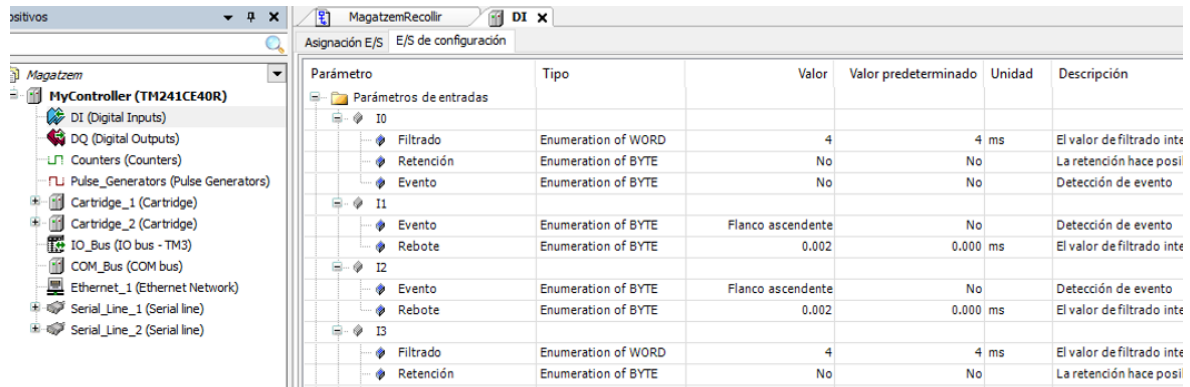
Indica al braç quin tipus d'acció ha de dur a terme, és a dir, d'on a on ha de dur la peça. El braç es prepararà per a extraure sempre que el magatzem també es fiqui en aquest estat, incloent el mode manual.

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 3 SOMACHINE

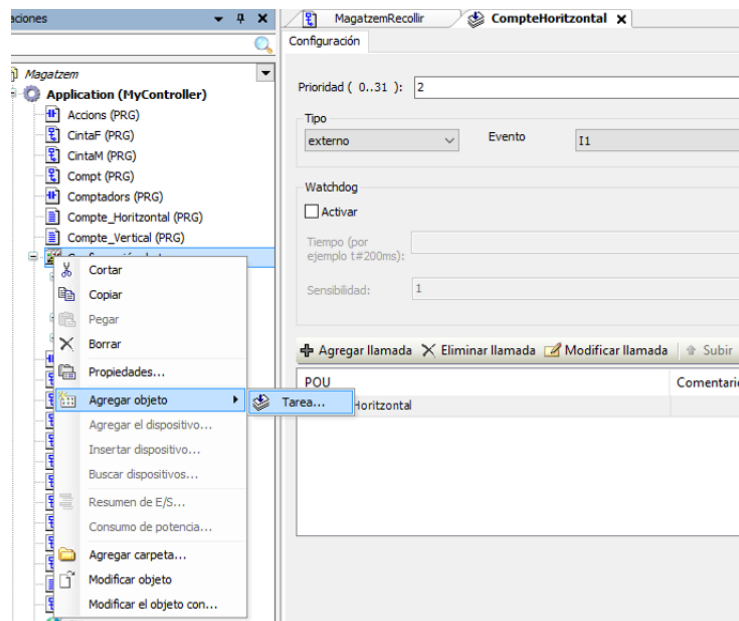
### 3.1 Magatzem

#### 3.1.1 Comptadors horitzontal i vertical



Il·lustració 22: Configuració dels esdeveniments en SoMachine

En la pestanya que es mostra a la Il·lustració 22, és on es fa la configuració de les eixides ràpides, que han de ser lligades a un esdeveniment de flanco ascendente perquè reben bé les pulsacions dels encoders.

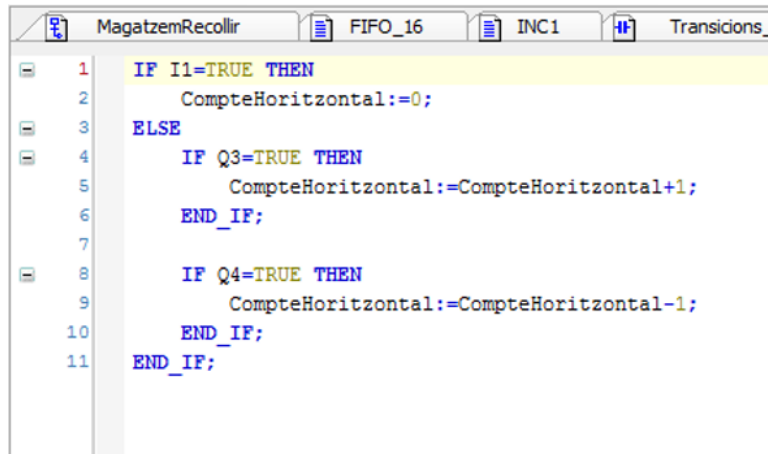


Il·lustració 23: Assignació d'un esdeveniment a una variable

Com es veu a la Il·lustració 23, s'ha de crear una tasca per a associar el codi que permetrà fer el compte de les pulsacions a l'esdeveniment pel qual es reben aquestes.

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---



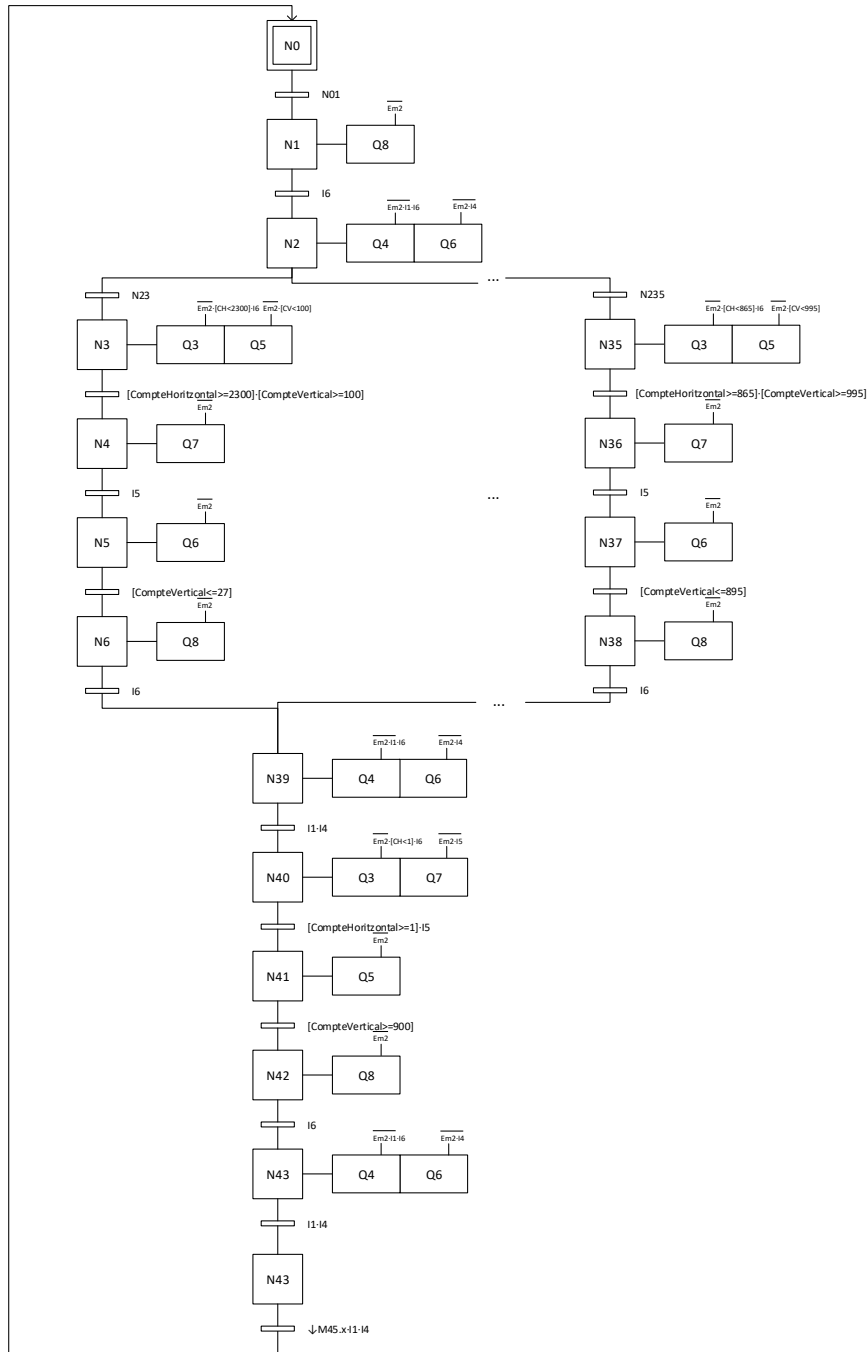
```
MagatzemRecollir  FIFO_16  INC1  Transicions_
1  IF I1=TRUE THEN
2      CompteHoritzontal:=0;
3  ELSE
4      IF Q3=TRUE THEN
5          CompteHoritzontal:=CompteHoritzontal+1;
6      END_IF;
7
8      IF Q4=TRUE THEN
9          CompteHoritzontal:=CompteHoritzontal-1;
10     END_IF;
11 END_IF;
```

*Il·lustració 24: Codi del Compte Horitzontal al SoMachine*

Igual que al Unity Pro, per a accedir a les coordenades de les cel·les s'han de configurar unes variables de compte per a interpretar les pulsacions i augmentar o disminuir el seu valor depenent del sentit que porta. D'igual manera, està escrit en text estructurat.

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 3.1.2 Grafset Traure caixa



*Il·lustració 25: Grafset Traure caixa*

Comença, igual que el braç, amb la inicialització de la plataforma. La seua tasca és anar a la posició indicada, agafar la caixa que hi siga allí i dur-la a la cinta. Les accions que impliquen moviment són com totes les anteriorment mencionades, condicionades pel compte de pulsacions corresponent al

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

moviment que porta. Cal destacar que el moviment horitzontal queda restringit a que la plataforma es trobe en posició inicial pel que fa a l'extensibilitat d'aquesta, és a dir, amb el polsador final de carrera darrer premut. El grafcet que es veu a la *Il·lustració 25* és una simplificació del real, ja que hi ha en total nou ramificacions diferents, una per cada posició del magatzem. Malgrat això, l'estructura d'etapes i transicions és més o menys la mateixa, canviant sols la transició d'entrada a la branca i els comptes per a assolir cadascuna de les cel·les. N01:

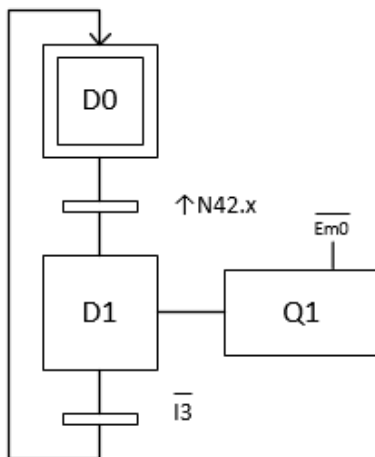
$$Auto.x \cdot (X0.x \cdot M0.x \cdot H1 + X1.x \cdot M0.x \cdot \overline{NoDemanda}) + Manual.x \cdot (bt1 \cdot P1.x + bt2 \cdot P2.x + bt3 \cdot P3.x + \dots + bt9 \cdot P9.x)$$

$$N23: \quad I4 \cdot I6 \cdot I1 \cdot 200ms / N2 \cdot ((O1.x \cdot Z0.x + Z1.x \cdot ([L1 = 1] \cdot [TP = 1] + [L2 = 1] \cdot [TP = 2] + [L3 = 1] \cdot [TP = 3]) \cdot X1.x + [L4 = 1] \cdot X0.x)) \cdot Auto.x + Manual.x \cdot [L0 = 1])$$

Posant com a exemple l'última transició (la de la cel·la nou) es pot veure l'ordre que s'ha establert per a omplir el magatzem a la primera fabricació, així com la relació que hi ha entre les transicions d'aquestes ramificacions.

$$N235: \quad I4 \cdot I6 \cdot I1 \cdot 200ms / N2 \cdot ((P1.x \cdot P4.x \cdot P7.x \cdot P2.x \cdot P5.x \cdot P8.x \cdot P3.x \cdot P6.x \cdot O9.x \cdot Z0.x + Z1.x \cdot ([L1 = 9] \cdot [TP = 1] + [L2 = 9] \cdot [TP = 2] + [L3 = 9] \cdot [TP = 3]) \cdot X1.x + [L4 = 9] \cdot X0.x)) \cdot Auto.x + Manual.x \cdot [L0 = 9])$$

### 3.1.3 Grafcet Cinta cap a fora



*Il·lustració 26: Grafcet Cinta cap a fora*

S'activarà quan el grafcet Traure Caixa acabe de deixar la caixa a la cinta i estiga la plataforma retrocedint i continuarà fins que la caixa arribi a l'exterior del magatzem.



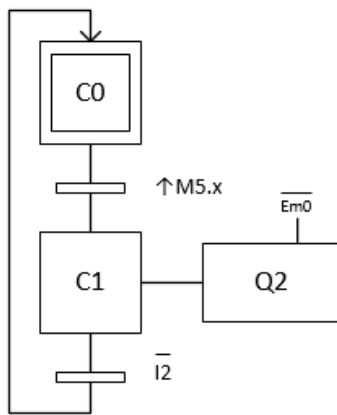
## DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

Fa el procés contrari al grafcet Traure Caixa, agafa la peça de la cinta i la duu a lloc d'on s'havia extret. Per tant, el grafcet és molt semblant a aquest. Les accions són bàsicament les mateixes, tinguent en compte que en aquest cas ha de deixar la caixa al lloc, el que vol dir que la plataforma anirà per sobre la cel·la per a després baixar i deixar la caixa. També fa una inicialització de la plataforma només començar el grafcet. Com aquest grafcet sempre va precedit del que trau la caixa, durant aquest se li assigna un valor a una variable anomenada L0 segons la cel·la a la que ha anat a agafar la caixa; així, les transicions a les ramificacions simplement estan lligades a aquesta variable.

M01:  $X0.x \cdot \bar{I}3 \cdot CM12 \cdot Auto.x + X1.x \cdot \bar{I}3 \cdot MF7$

El començament d'aquest grafcet està lligat a les etapes del braç amb ventosa quan aquest ja, o bé ha deixat la peça a la caixa, o bé ja l'ha agafada.

### 3.1.5 Grafcet Cinta cap a dins

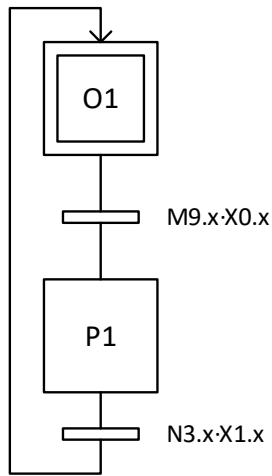


Il·lustració 28: Grafcet Cinta cap a dins

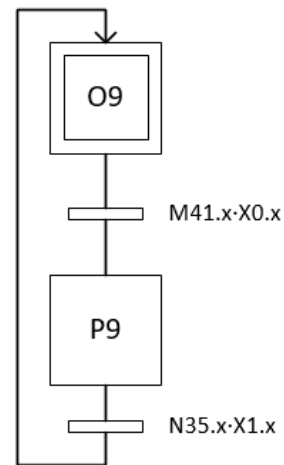
Quan la plataforma arriba a la posició correcta per a agafar la peça i ja té la plataforma estesa, la cinta comença a moure's fins que la peça arriba al sensor fotoelèctric i la deposita sobre la plataforma.

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

3.1.6 Grafcet Estat Cel·les



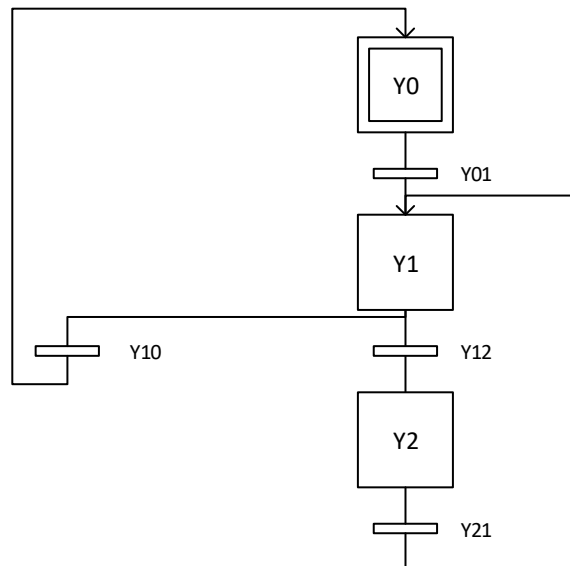
*Il·lustració 30: Grafcet Estat cel·la 1*



*Il·lustració 29: Grafcet Estat cel·la 9*

Indica si la caixa que hi ha a una cel·la determinada està ocupada o no. Aquests són alguns exemples. En total hi ha un grafcet per a cada cel·la, cadascun dels quals passa a estar en estat ocupat quan la plataforma del magatzem estant en funcionament d'emmagatzemar arriba a una etapa concreta per a cada cel·la, i de la mateixa manera per al pas a l'estat de cel·la buida.

3.1.7 Grafcet Estat Magatzem



*Il·lustració 31: Grafcet Estat Magatzem*

El magatzem consta de tres estats diferenciats, magatzem buit (Y0), magatzem ple (Y2) i magatzem amb algunes cel·les buides i altres plenes (Y1).



DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

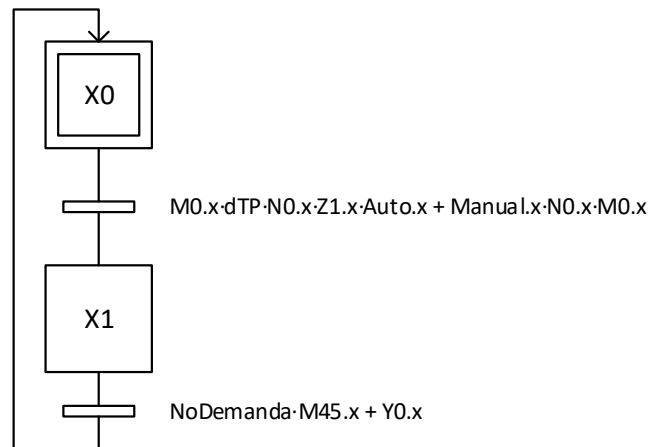
Y01:  $P1.x + P2.x + P3.x + \dots + P9.x$

Y10:  $O1.x \cdot O2.x \cdot O3.x \cdot \dots \cdot O9.x$

Y12:  $P1.x \cdot P2.x \cdot P3.x \cdot \dots \cdot P9.x$

Y21:  $O1.x + O2.x + O3.x + \dots + O9.x$

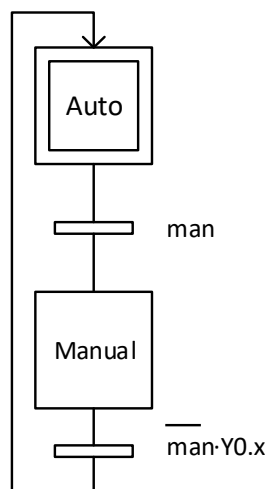
### 3.1.8 Grafet Funció Magatzem



*Il·lustració 32: Grafet Funció Magatzem*

Estat de funcionament del magatzem, és a dir, si està fent la funció d'emmagatzemar o està extraient alguna peça. El grafet es troba en emmagatzemar sempre i quan no hi haja demanda de peces o es quede buit.

### 3.1.9 Grafet Mode Automàtic-Manual

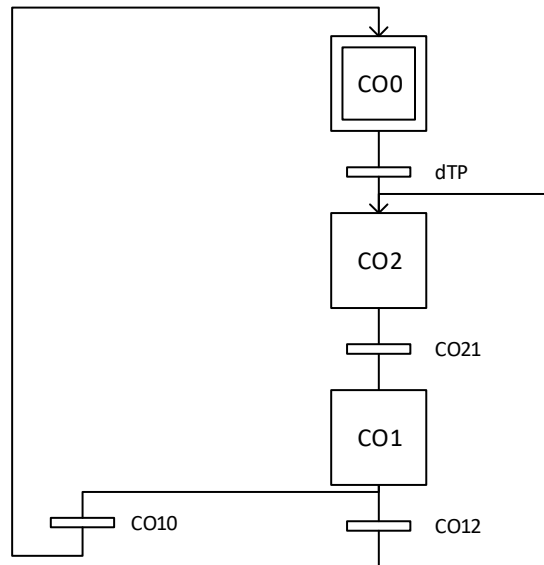


*Il·lustració 33: Grafet Mode Automàtic-Manual*

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

Com bé indiquen les pròpies etapes, aquest grafcet col·loca el sistema en mode manual quan la variable man passa a 1. El sistema no torna al mode automàtic fins que no es buida completament tot el magatzem, ja que a l'extraure les peces d'una manera diferent a com havien entrat sense tindre en compte les llistes FIFO, aquestes s'han de reiniciar i el seu sistema completament, inclòs el sistema de mecanitzat, deu tornar a l'estat inicial.

## 3.2 Grafcet Comptador i Comptadors



Il·lustració 34: Grafcet Comptador

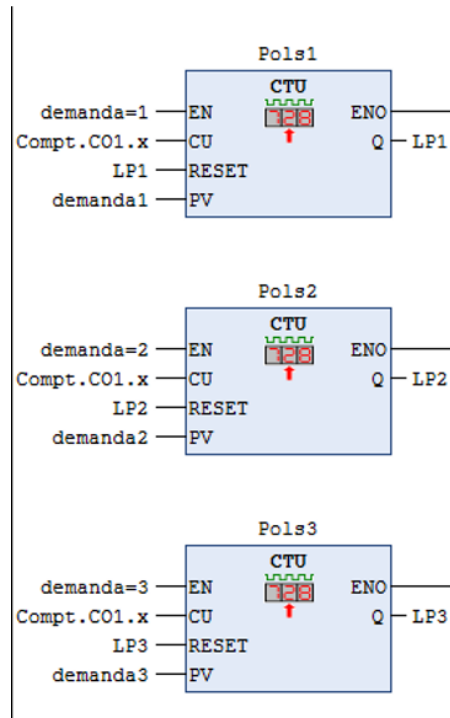
Serveix per a escriure les peces a la cua FIFO de demanda, quan es polsa el botó d'enviar la informació de la demanda (veure [pantalla tàctil](#)), s'escriu a la llista FIFO el tipus de peça demandat tantes voltes com s'ha seleccionat la quantitat de peces que es desitja extraure.

CO21 i CO12, on l'única cosa que canvia és la variable sobre la que compta el temporitzador:

$$(\overline{LP1} \cdot [demanda = 1] + \overline{LP2} \cdot [demanda = 2] + \overline{LP3} \cdot [demanda = 3]) \cdot 100ms/CO2$$

Les variables LPX són les quantitats demandades, és a dir, el grafcet fa tants polsos com peces a extraure. El temporitzador hi és perquè, sent la mateixa transició, faria les etapes en tan poc de temps que no donaria temps a que s'escriguera a la llista. Una volta ja s'han complit les pulsacions, el sistema torna a l'inici fins que hi haja una nova demanda. CO21:

$$(LP1 \cdot [demanda = 1] + LP2 \cdot [demanda = 2] + LP3 \cdot [demanda = 3])$$



Il·lustració 35: Comptadors

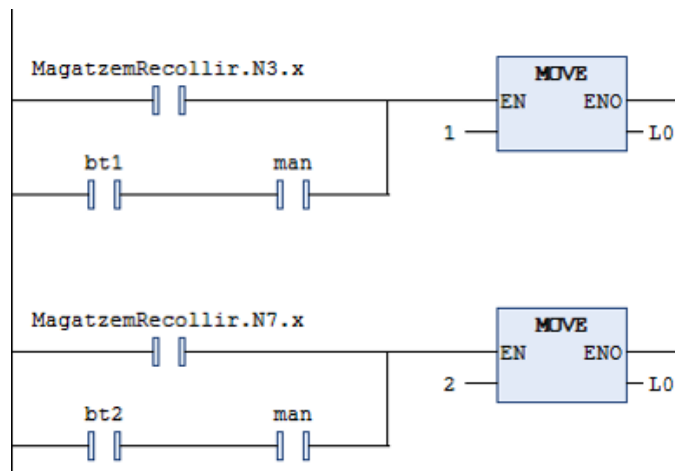
Perquè el grafcet de pulsacions funcione, s'han implementat tres comptadors diferents, un per a cada tipus de peça, on s'incrementa el valor dels LP1, LP2 i LP3 fins arribar a la quantitat que s'ha demandat. Per evitar errors, cada comptadors sols s'activa quan s'està demanant en aqueix moment, el tipus de peça al que pertany.

### 3.3 Variable essencials per al funcionament del grafcet

Aquest programa requereix de diverses variable molt importants que, per aquest simple motiu, seran explicades en aquest apartat. Una d'aquestes és L0, que és l'encarregada de que la plataforma, una volta haja recollit la caixa, torne al lloc d'on l'havia treta. Açò s'aconsegueix gràcies a l'escriptura d'un valor únic per a cada cel·la a aquesta variable quan passa per una de les ramificacions del grafcet Traure Caixa. Aquesta escriptura es fa mitjançant un bloc MOVE.

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---



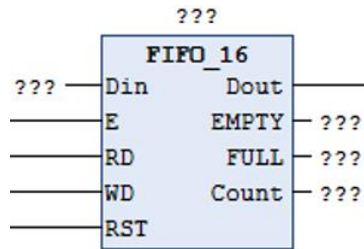
Il·lustració 36: Bloc MOVE

El bloc MOVE funciona assignant el valor de l'esquerra a la variable de la dreta quan es compleixen les condicions que té a la seua entrada EN. En aquest cas, es pot veure que tant quan passa per la primera de les etapes de les ramificacions (com es pot deduir, hi ha en total nou blocs) com quan s'activa el mode manual i la variable bt1 (pertany al mode manual i serà explicada en aqueix apartat), la variable L0 pren el valor. Cal esmentar que aquesta és inicialitzada a zero quan el graficet de guardar la caixa ja està deixant-la.

Després tenim les variables L1, L2 i L3, que són les eixides de les cues FIFO i indiquen a quina cel·la ha d'anar la plataforma per a extraure la peça. I L4, que s'utilitza per al mateix funcionament però, en aquest cas, és l'eixida de la cua FIFO on s'emmagatzemen les peces que es van extraient i, per tant, porta l'ordre de com han d'emmagatzemar-se quan siguen mecanitzades.

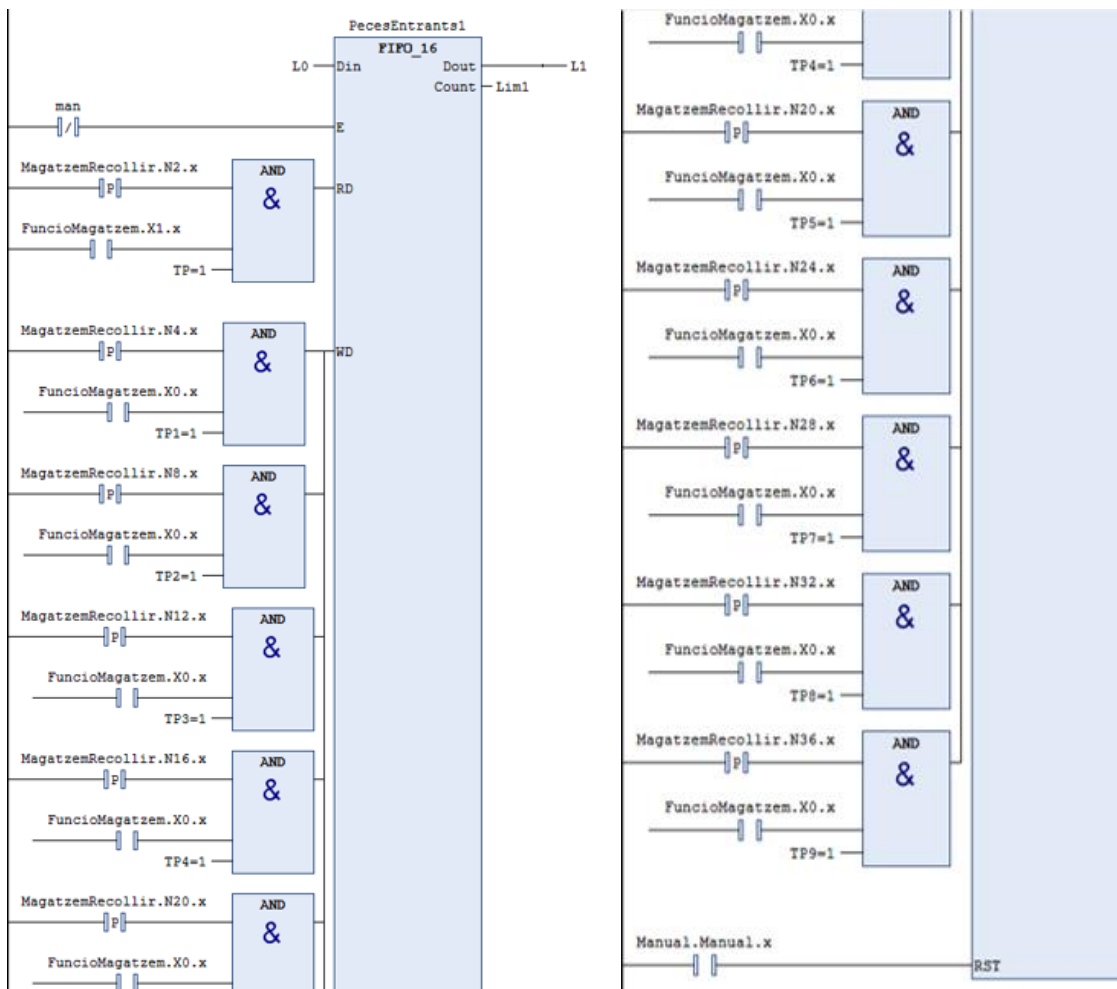
DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

3.4 FIFO peces entrants



Il·lustració 37: Bloc FIFO al  
SoMachine

El funcionament és el mateix que al Unity Pro, la llista incorpora a la cua l'última dada que escriu i llegeix sempre la més antiga. En aquest cas, o siga, al SoMachine, aquesta funció no està implementada. La implementació que es troba a aquest programa és gràcies a la llibreria [OSCAT](http://www.oscat.de)<sup>17</sup>.



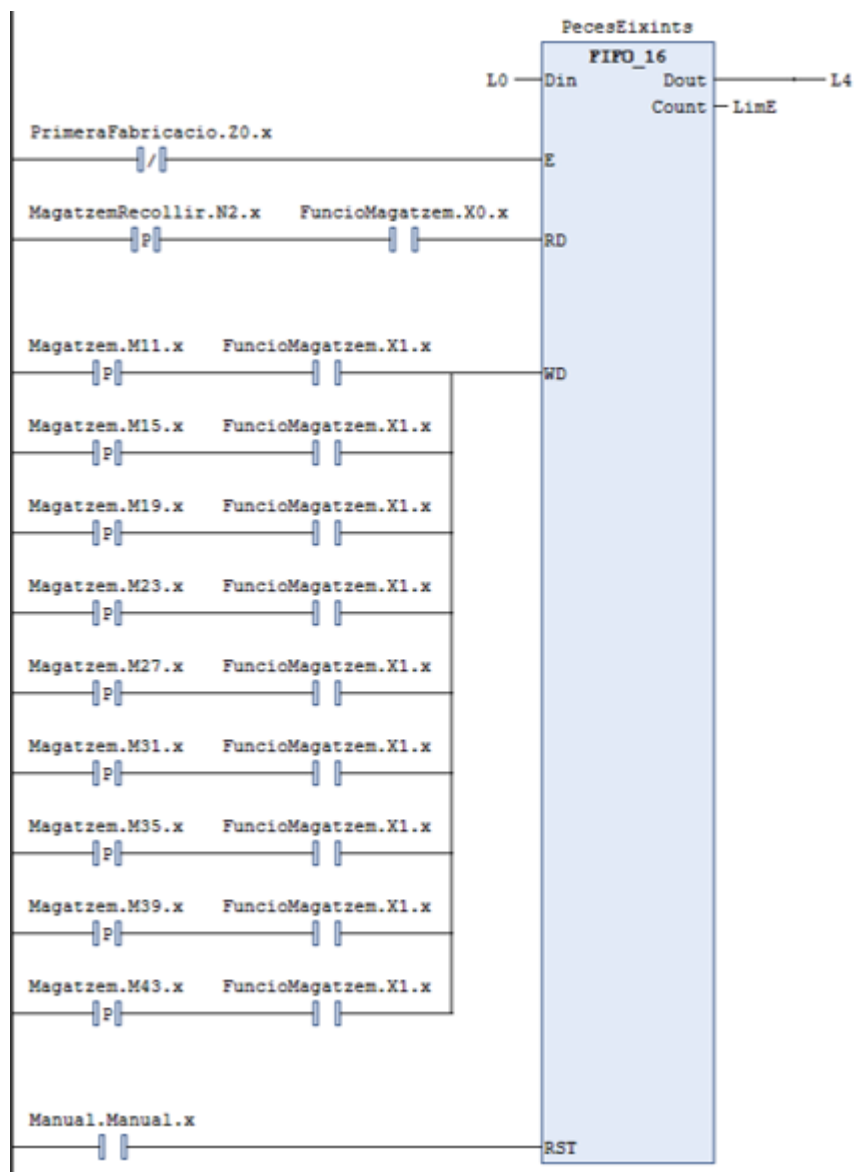
Il·lustració 38: Cua FIFO per a les peces de Tipus 1

<sup>17</sup> Llibreria extreta de la pàgina <http://www.oscat.de>

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

Aquesta és una de les tres llistes que hi ha, una per a cada tipus de peça, on s'emmagatzemen per ordre les peces conforme van entrant. Com s'ha comentat amb anterioritat, la variable d'eixida d'aquest bloc és on es dirigirà la plataforma en l'etapa corresponent. És per això que la lectura de la llista s'ha de fer abans de les ramificacions. En aquest projecte s'ha elegit l'etapa N2 on, com ja s'ha nomenat, se li ha col·locat a la transició un temporitzador perquè li done temps a la lectura. Aquest bloc indicarà per tant l'ordre d'extracció de peces, així que l'escriptura es fa mentre emmagatzema a les etapes segones de cada ramificació. Les variables associades a Count<sup>18</sup> indiquen els elements de la llista i serveixen per a definir el màxim de peces que es poden demanar per a extraure.

## 3.5 FIFO peces eixints



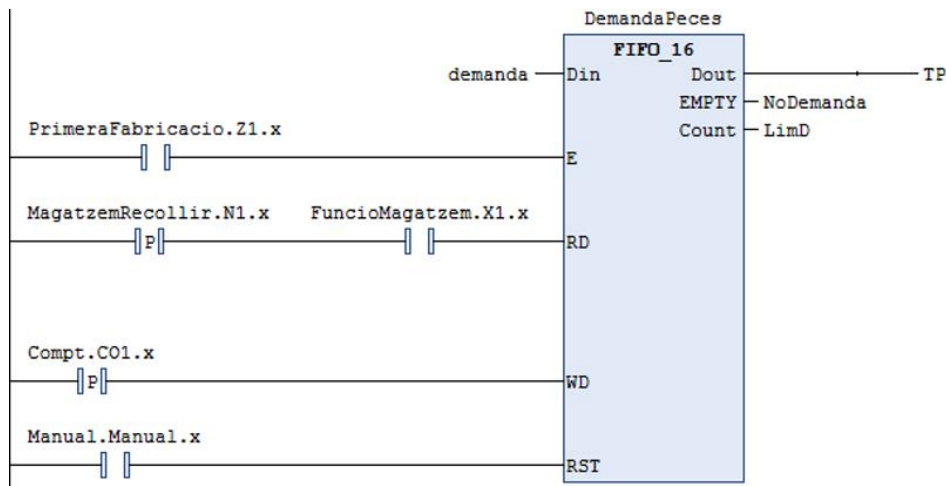
Il·lustració 39: Cua FIFO peces eixints

<sup>18</sup> Variable afegida pel professor Raúl Simarro Fernández del Departament de Sistemes Automàtics.

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

El funcionament és molt semblant als FIFO de peces entrants, amb la diferència que en aquest la lectura es fa quan s'emmagatzema i l'escriptura es fa en les ramificacions del grafcet de tornar la caixa al lloc quan s'està extraient la peça fabricada. L'eixida L4 és la que durà la peça acabada de fabricar a la seua cel·la corresponent.

## 3.6 FIFO demanda



Il·lustració 40: Cua FIFO de la demanda de peces

Emmagatzema totes les peces que s'han d'extraure ordenant el tipus com s'ha demanat. L'escriptura es fa gràcies al grafcet que compta pulsacions i escriu tantes voltes el tipus de peça depenent del valor de la quantitat demandada. L'eixida s'utilitza per a entrar en una de les tres llistes (les de entrada de peces) per a extraure la més antiga primer; a més, també s'empra per a enviar la informació del següent tipus de peça que el sistema de mecanització ha de fabricar. L'entrada al bloc la proporciona la pantalla tàctil.

**DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON**

## 4 COMUNICACIÓ

La comunicació es farà mitjançant exploració d'entrades i eixides per Ethernet. La *Il·lustració 41* mostra la pantalla on està configurada la lectura i escriptura per part del autòmat TSX Premium actuant com a Mestre a les posicions de memòria del M241. Per poder utilitzar aquest mètode, s'ha d'activar primer a la configuració Ethernet de l'autòmat.

	Dirección IP	ID de unidad	Timeout de perturbación (ms)	Velocidad de repetición (ms)	LEER Objeto maestro	LEER índice de esclavo	LEER longitud	Último valor (entrada)	ESCRIBIR Objeto maestro	ESCRIBIR índice de esclavo	ESCRIBIR longitud	Descripción
1	172.16.191.103	0	0	0	%MW20	0	1	Mantener último	%Mv40	0	0	Tipus de peça de cada cel·la i
2	172.16.191.103	255	1500	60	%MW21	20	10	Mantener último	%Mv40	0	0	Tipus de peça
3	172.16.191.103	255	1500	60	%MW31	1	1	Mantener último	%Mv40	2	1	Sensor peça fora Magatzem / esc
4	172.16.191.103	255	1500	60	%MW32	3	1	Mantener último	%Mv41	0	0	
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												

*Il·lustració 41: Configuració de la comunicació per E/S*

Les següents variables i etapes són les que han sigut compartides entre els autòmats:

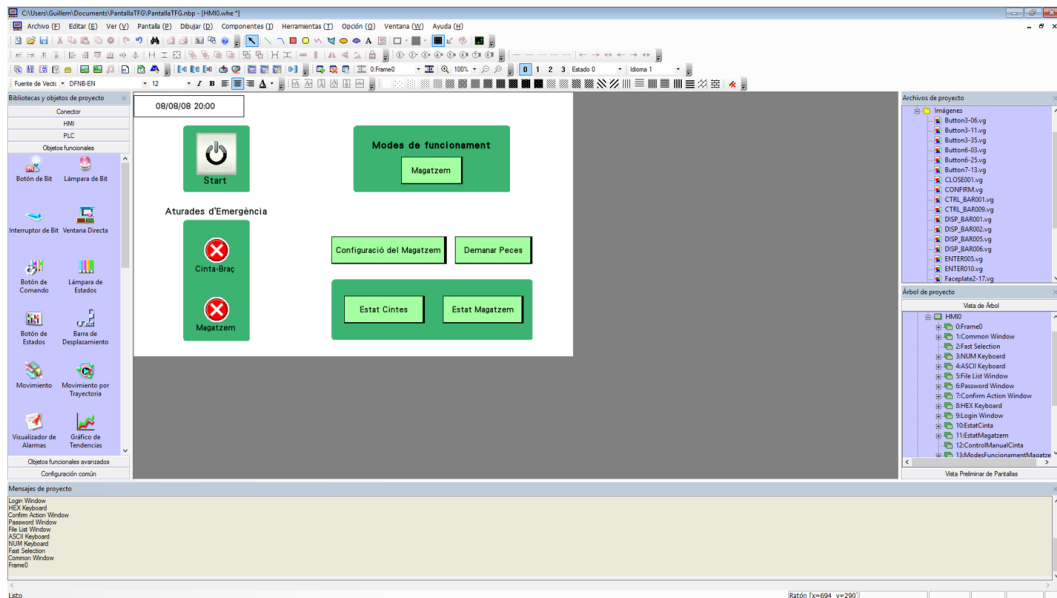
- Lectura:
  - o Totes les variables guardades a %MW20 són estats del magatzem (cel·les, ocupació del magatzem i estat de primera fabricació) i la variable que indica que ja s'han extret totes les peces demandades.
  - o La següent línia comprèn el tipus de peça de cada cel·la. Aquestes variables sols s'utilitzen a la primera fabricació quan encara no hi ha informació a la llista de quantes peces i de quin tipus fan falta.
  - o A la % MW31 es passen el sensor de fora del magatzem, l'etapa N42 , l'etapa on el magatzem està fent la funció de extraure (M7), el botó que activa el mode manual.
- Escripura:
  - o Des del Unity Pro escrivim al SoMachine les etapes de cintes en fabricació, l'etapa on el braç, estant en funció d'emmagatzemar, torna a l'inici i, estant en la funció de recollir peces, també està tornant a la posició inicial i l'estat del sensor de peça a l'inici de cinta recordant que aquest funciona amb lògica inversa i s'ha d'assignar a una posició de memòria negat perquè funcione correctament a l'altre PLC.



# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

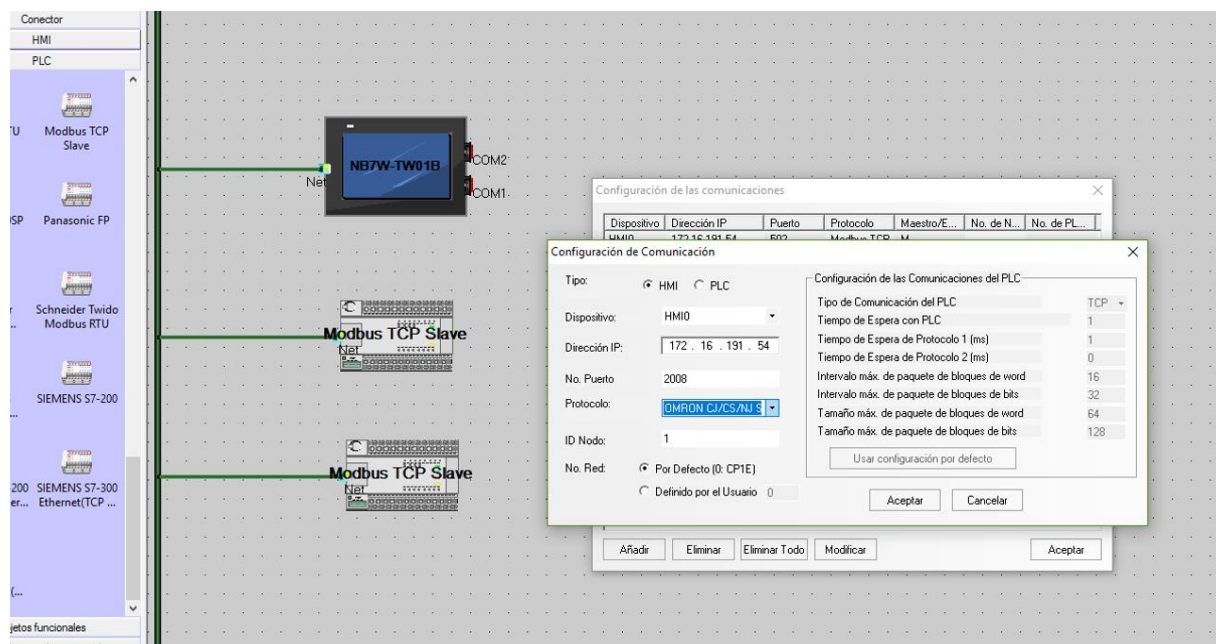
## 5 NB-DESIGNER

El programa, al contrari que utilitzant una monitorització SCADA amb LabView, no necessita d'un servidor. En aquest cas, la pantalla tàctil accedirà directament a les posicions de memòria dels PLC. És per aquest motiu que es necessita configurar-se des del programa els PLC als que la pantalla accedirà.



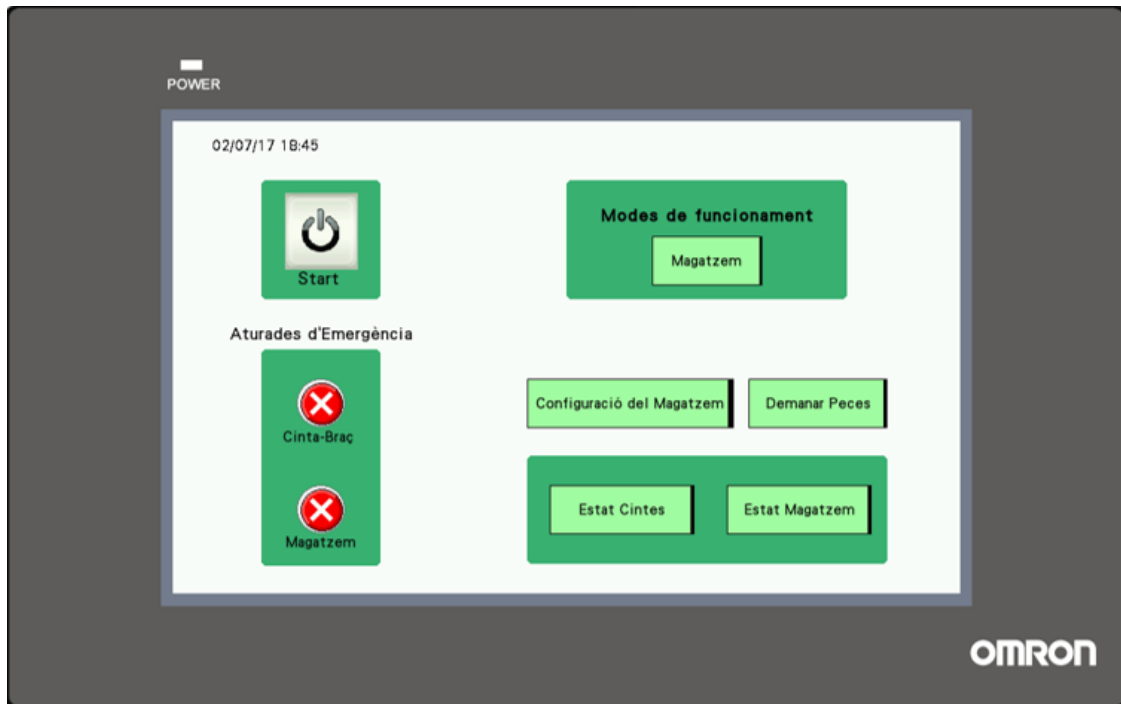
Il·lustració 42: Interfícies del NB-Designer

Primerament, se selecciona la pantalla tàctil i els autòmats de què es disposa i la connexió mitjançant Ethernet també. Després ja en la pantalla que es veu a la Il·lustració 43 es configuren les IP de tots els dispositius.



Il·lustració 43: Configuració dels PLC a connectar

## 5.1 Pantalla principal



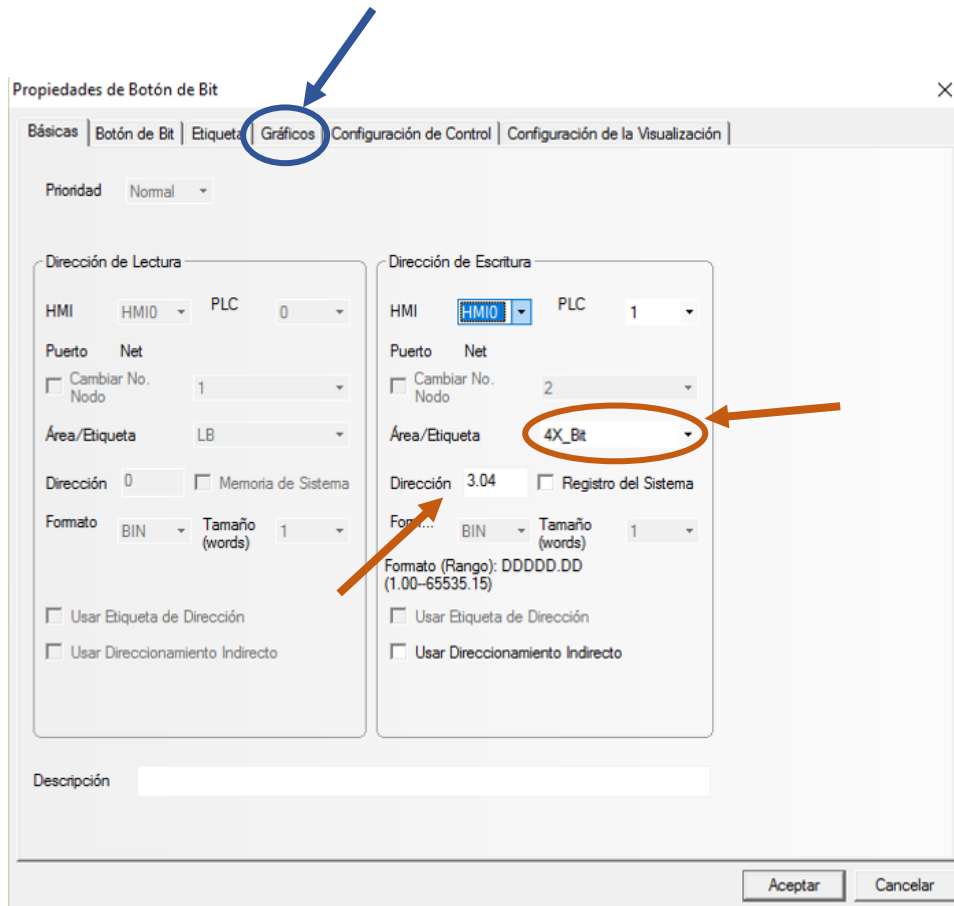
Il·lustració 44: Pantalla principal

Per a la primera pantalla s'han passat les següents variables:

- TSX Premium: botó Start, aturades d'emergència de les cintes i del braç.
- M241: aturada d'emergència del magatzem.

Pel tipus de comunicació que s'utilitza, les direccions de memòria per a accedir a les variables no són la mateixa, sinó que corresponen a la posició original +1, és a dir, si volem accedir a una variable a la posició %MW1, a les opcions de la pantalla escriurem 2. A més, per a les variables d'escriptura s'ha de posar l'àrea 4X i per a lectura 3X, encara que per a aquesta última també val la 4X. (Il·lustració 45).

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

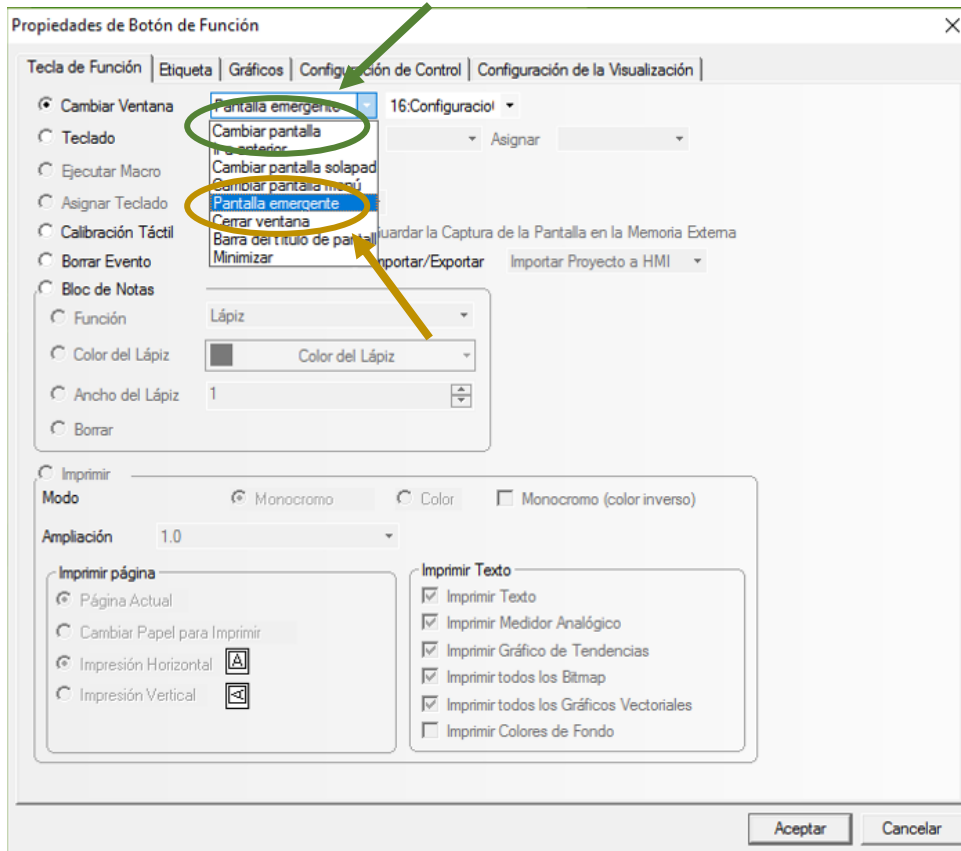


Il·lustració 45: Configuració del direccionament de memòria

Es pot canviar l'opció de gràfics que vénen per defecte amb l'opció d'importar imatges des de la biblioteca del programa dins la pestanya gràfics de l'opció dels botons.

La resta de botons d'aquesta pantalla són, en el cas dels accessos als estats, canvis de pantalla i , en els altres, pantalles emergents. Per a construir açò, es necessita un tipus de botó anomenat de funció on es poden seleccionar les opcions esmentades. (Il·lustració 46).

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON



Il·lustració 46: Configuració botó de funció

## 5.2 Pantalla Estat Cinta

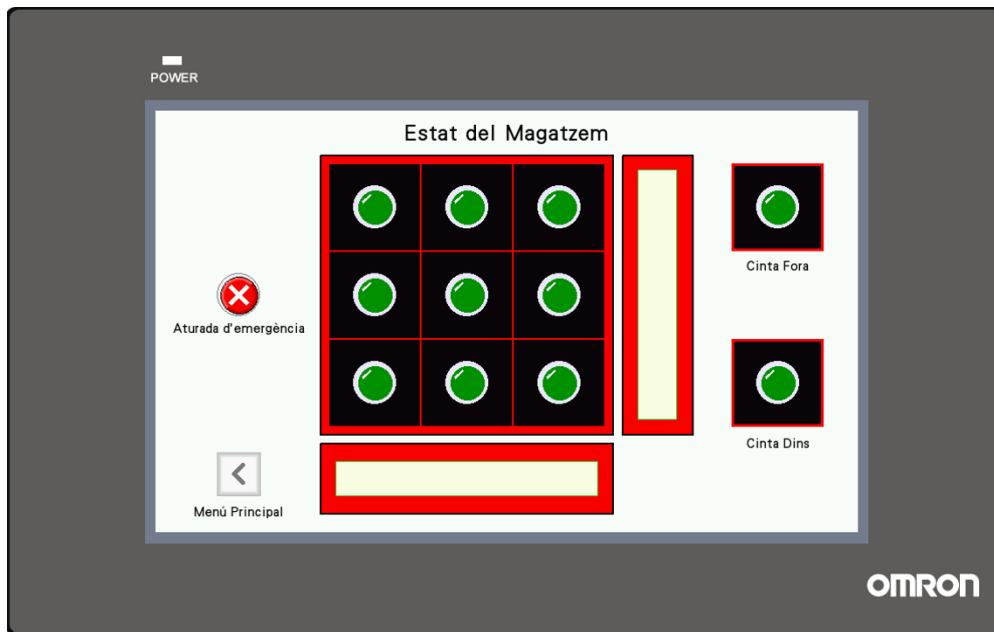


Il·lustració 47: Pantalla d'estat de les cintes

## DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

Per a aquesta pantalla s'ha enviat l'aturada d'emergència de les cintes i els sensors fotoelèctrics d'aquest sistema. Com aquests funcionen amb lògica inversa, s'han hagut d'assignar a posicions de memòria diferents de manera negada perquè la pantalla els indicara com pertoca. El botó de tornada al menú principal és un botó de funció amb l'opció de tornar a la pantalla anterior.

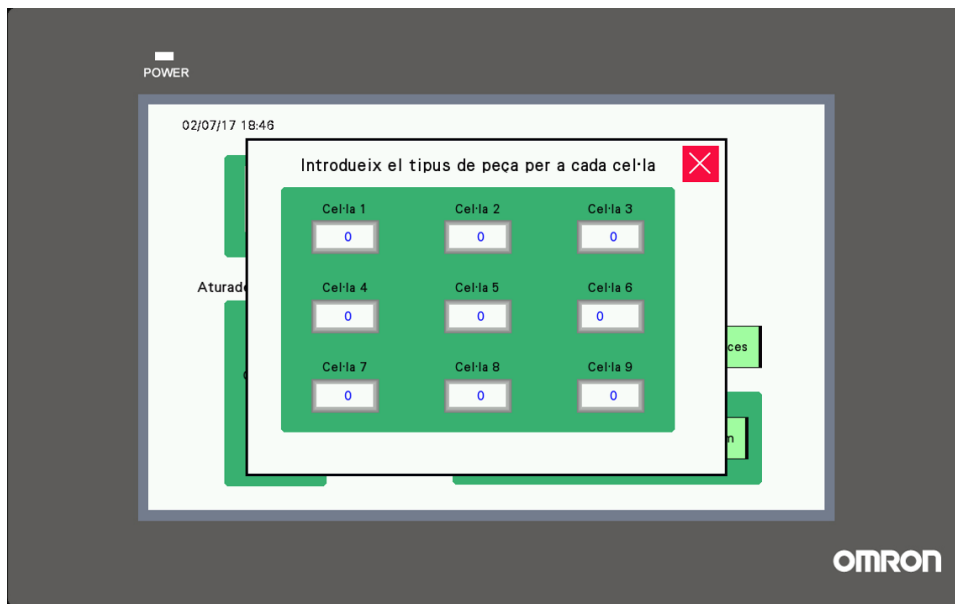
### 5.3 Pantalla Estat Magatzem



Il·lustració 48: Pantalla d'estat del magatzem

D'igual manera que la pantalla d'estats de la cinta, s'ha passat l'aturada d'emergència del sistema corresponent i els sensors (part dreta de la pantalla) negats. Per a l'ocupació de cada cel·la, s'ha assignat l'etapa de cadascuna d'aquestes quan estan plenes a una posició de memòria. Per últim, cal destacar les barres de nivell, les quals representen el moviment de la plataforma, i que accedeixen a la posició de memòria on són les variables de compte. Perquè la barra quadrara amb les cel·les, aquestes han sigut escalades entre valor mínim de 0 i un valor màxim de 2700 per a l'horitzontal i de 1000 per a la vertical.

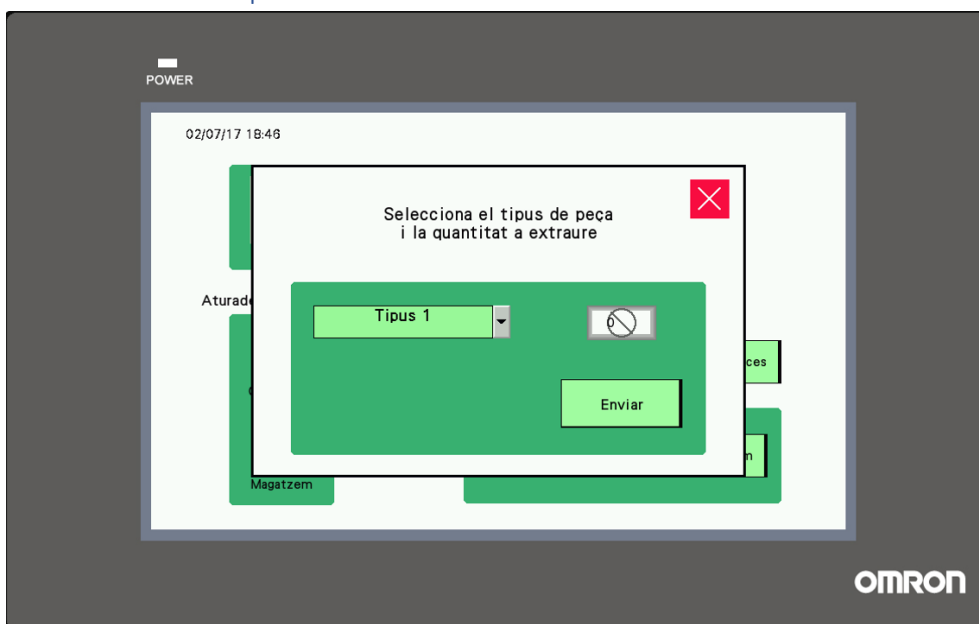
#### 5.4 Pantalla configuració cel·les



Il·lustració 49: Pantalla de configuració de les cel·les

Aquesta és una pantalla emergent, és a dir, apareix sobre l'anterior i, a més, aquesta de baix continua sent completament operativa exceptuant les zones on l'emergent la tapa. Sols s'han passat a les entrades numèriques les variables corresponents al tipus de peça de cada cel·la. Aquests valors estan restringits a un nombre entre 1 i 3, ja que les peces sols poden ser de tres tipus. El botó roig que hi ha és un botó de funció que tanca la pantalla emergent.

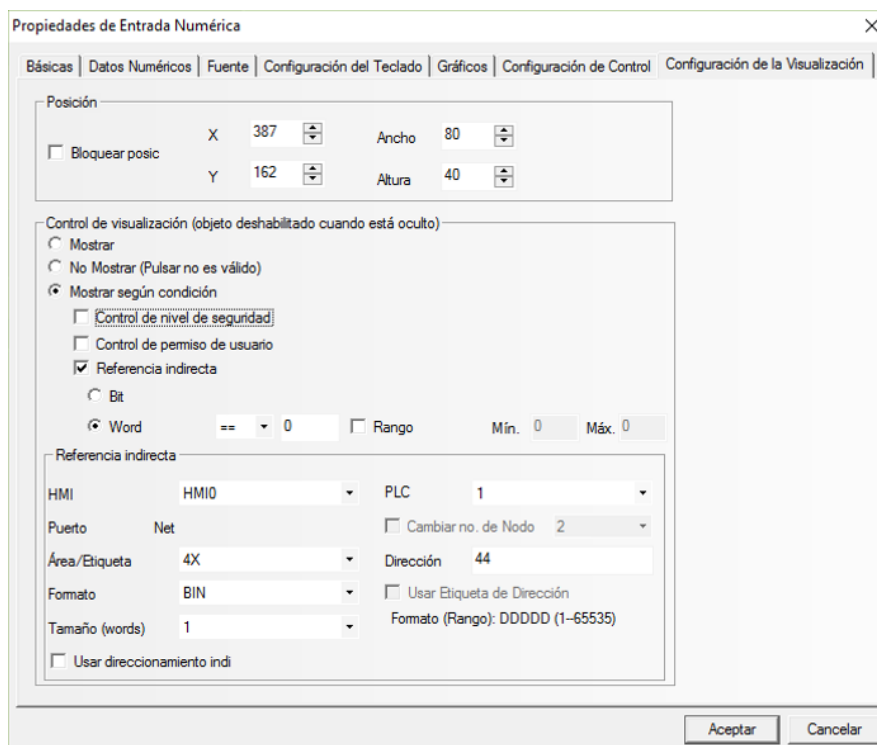
#### 5.5 Pantalla demanda de peces



Il·lustració 50: Pantalla de demanda de peces a extraure

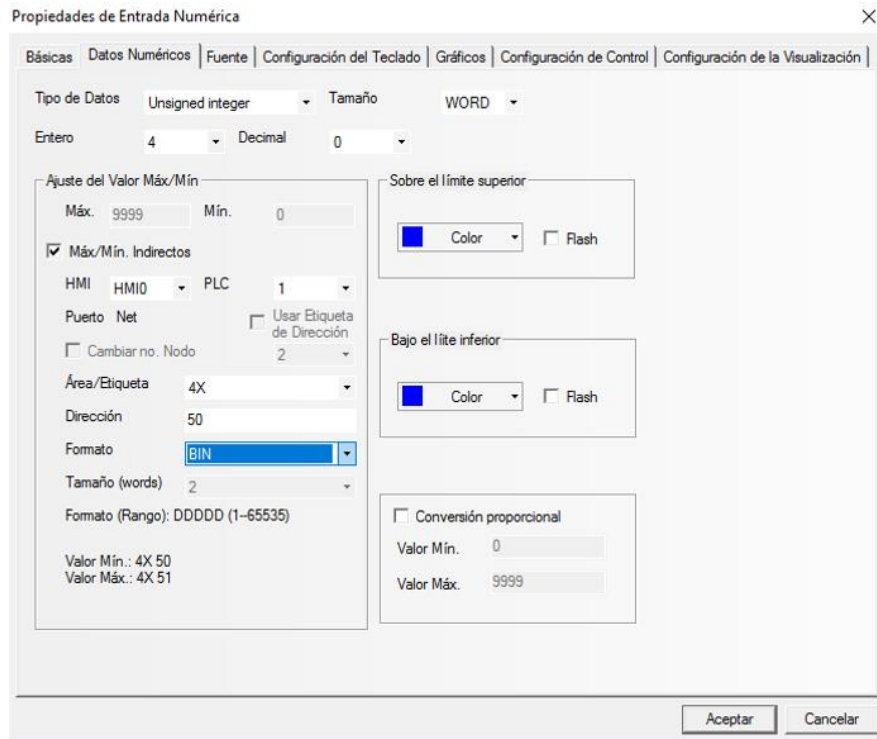
# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

Té la particularitat de tindre una llista desplegable on, quan se selecciona una opció, es modifica una variable del M241 segons aqueixa opció. Aquesta variable és la que determina el tipus de peça que s'està demandant per part de l'usuari (demanda). L'entrada numèrica que es veu no és única. Hi ha quatre solapades al mateix lloc ja que cadascuna d'aquestes sols pot accedir a una posició de memòria i interessa tindre diferenciades les quantitats de cada tipus de peça perquè no hi hagen errors. Aquestes apareixen i desapareixen depenent del valor de la variable que modifica la llista. Açò s'aconsegueix condicionant la visibilitat de les entrades numèriques (*Il·lustració 51*). La quarta entrada numèrica apareix quan la variable té el valor zero, o siga que no hi ha selecció. Aquesta entrada està restringida i no es pot escriure. Els límits de les entrades varien entre 0 i un màxim que dependrà de quantes peces de cada tipus hi hagen, és a dir, de quants objectes hi hagen escrits a cada llista FIFO (*Il·lustració 52*).



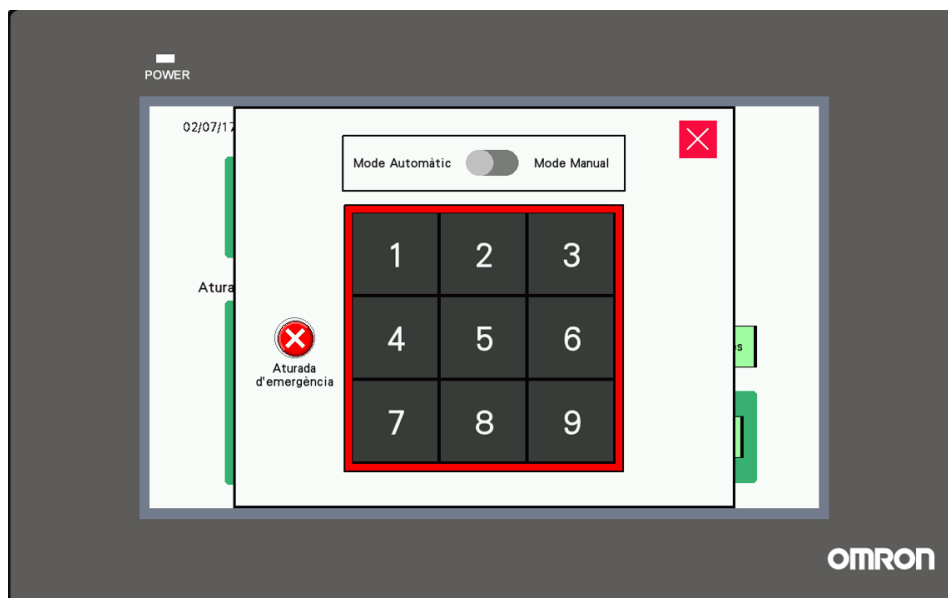
*Il·lustració 51: Configuració de la visualització de les entrades numèriques*

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON



Il·lustració 52: Configuració dels màxims i mínims de les entrades numèriques

## 5.6 Pantalla mode manual magatzem



Il·lustració 53: Pantalla del Mode Manual del magatzem

Els nombres que representen les cel·les són els botons bt1, bt2, etc. Aquests són per a accedir directament a les cel·les. Per últim, el botó de dalt intercanvia entre mode automàtic i manual.



DESENVOLUPAMENT DE  
L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE  
MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE  
MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC  
HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA  
MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI  
OMRON

[Document núm. 5: Annex \(Variables del programa\)](#)

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 1 TSX PREMIUM

### 1.1 Cintes

Entrada	Descripció	Direcció
I1	Final carrera frontal empenyedor1	%MW0.0
I2	Final carrera posterior empenyedor1	%MW0.1
I3	Final carrera frontal empenyedor2	%MW0.2
I4	Final carrera posterior empenyedor2	%MW0.3
I5	Fototransistor empenyedor1	%MW0.4
I6	Fototransistor fresadora	%MW0.5
I7	Fototransistor estació de càrrega	%MW0.6
I8	Fototransistor trepant	%MW0.7
I9	Fototransistor cinta transportadora eixida	%MW3.0

Table 1: Entrades de les cintes

Eixida	Descripció	Direcció
Q1	Empenyedor1 avant	%MW4.2
Q2	Empenyedor1 arrere	%MW4.3
Q3	Empenyedor2 avant	%MW4.4
Q14	Empenyedor2 arrere	%MW4.5
Q5	Cinta transportadora alimentació	%MW4.6
Q6	Cinta transportadora fresadora	%MW4.7
Q7	Fresadora	%MW6.2
Q8	Cinta transportadora trepant	%MW6.3
Q9	Trepant	%MW6.4
Q10	Cinta transportadora eixida	%MW6.5
Q11	Habilitar sensors i empenyedors	%MW6.6

Table 2: Eixides de les cintes

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

1.2 Braç

Entrada	Descripció	Direcció
J1	Final carrera referència vertical	%I0.2.4
J2	Final carrera referència horitzontal	%I0.2.5
J3	Final carrera referència gir	%I0.2.6
B1	Polsos moviment vertical	%I0.2.0
B2	Polsos moviment horitzontal	%I0.2.1
B3	Polsos moviment giratori	%I0.2.2

*Table 3: Entrades del braç*

Eixida	Descripció	Direcció
R1	Vertical amunt	%Q0.2.16
R2	Vertical avall	%Q0.2.17
R3	Retrocés horitzontal	%Q0.2.18
R4	Avanç horitzontal	%Q0.2.19
R5	Gir horari	%Q0.2.20
R6	Gir antihorari	%Q0.2.21
R7	Habilitar compressor	%Q0.2.22
R8	Succió ventosa	%Q0.2.23
R9	Habilitar senyals d'entrada del procés	%Q0.2.24

*Table 4: Eixides del braç*

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

Variables	Descripció	Direcció
Em0	Aturada d'emergència de les cintes	%MW100.0
Em1	Aturada d'emergència del braç	%MW101.0
CompteGir	Compte de les pulsacions de gir	
CompteHoritzontal	Compte de les pulsacions horitzontals	
CompteVertical	Compte de les pulsacions verticals	
Start	Inici fabricació	%MW10.0
Set	Esriptura a la llista de fabricació	
dTP	Demanda de peces	%MW31.3
Mman	Magatzem en mode manual	%MW32.1
NoDemanda	No hi ha demanda de peces	%MW20.15
TP	Tipus de peça per a la llista de fabricació de les Cintes	%MW30
TP0	Tipus de peça que es fabricarà a la fresadora	
TP00	Tipus de peça que es fabricarà al trepant	
TP1-TP9	Tipus de peces de la cel·la 1 a la 9	%MW21-29
P1-P9	Cel·la 1 a 9 plena	%MW20.0-.8
MI3	Sensor peça fora Magatzem	%MW31.0
PrimeraFabricacio	Primera Volta que s'ompli el Magatzem	%MW20.13
X1	Magatzem extraient peces	%MW31.2
Y0	Magatzem Buit	%MW20.11
Y2	Magatzem Ple	%MW20.12

*Table 5: Variables del sistema cintes-braç*

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 2 MODICON M241

### 2.1 Magatzem

Entrada	Descripció	Direcció
A1	Polsos peça recorregut entrada (baix)	%IX0.0
A2	Polsos peça recorregut entrada (dalt)	%IX1.2
B1	Polsos moviment horitzontal	%IX0.1
B3	Polsos moviment vertical	%IX0.2
I1	Final carrera horitzontal	%IX0.4
I2	Sensor peça cinta peça dins	%IX0.5
I3	Sensor peça cinta peça fora	%IX0.6
I4	Final carrera vertical	%IX0.7
I5	Final carrera plataforma davant	%IX1.0
I6	Final carrera plataforma darrere	%IX1.1

*Table 6: Entrades magatzem*

Eixida	Descripció	Direcció
Q1	Cinta arrere	%QX0.4
Q2	Cinta avant	%QX0.5
Q3	Avanç horitzontal	%QX0.6
Q4	Retrocés horitzontal	%QX0.7
Q5	Vertical avall	%QX1.0
Q6	Vertical amunt	%QX1.1
Q7	Plataforma avant	%QX1.2
Q8	Plataforma arrere	%QX1.3
Q9	Habilitar senyals d'entrada del procés	%QX1.4

*Table 7: Eixides magatzem*

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

Variables	Descripció	Direcció
Em2	Aturada d'emergència	%MX2.4
CompteHorizontal	Compte de les pulsacions horitzontals	%MW151
CompteVertical	Compte de les pulsacions verticals	%MW150
demanda1	Quantitat demandada per la pantalla Tipus1	%MW40
demanda2	Quantitat demandada per la pantalla Tipus2	%MW41
demanda3	Quantitat demandada per la pantalla Tipus3	%MW42
demanda	Tipus demandat per la pantalla	%MW43
dTP	Demanda de peces	%MX2.3
man	Magatzem en mode manual	%MX6.1
NoDemanda	No hi ha demanda de peces	%MX1.7
TP	Tipus de peça per a la llista de fabricació de les Cintes	%MW29
TP1-TP9	Tipus de peces de la cel·la 1 a la 9	%MW20-28
bt1-bt9	Botons per al mode manual	%MX2.5-3.5
L0-L4	Variables de posicionament	
Min1	Mínim entrada numèrica demanda peces tipus 1	%MW45
Lim1	Nombre de dades a la llista FIFO per al tipus 1	%MW46
Min2	Mínim entrada numèrica demanda peces tipus 2	%MW47
Lim2	Nombre de dades a la llista FIFO per al tipus 2	%MW48
Min3	Mínim entrada numèrica demanda peces tipus 3	%MW49
Lim3	Nombre de dades a la llista FIFO per al tipus 3	%MW50

*Table 8: Variables al magatzem*

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

---



DESENVOLUPAMENT DE  
L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE  
MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE  
MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC  
HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA  
MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI  
OMRON

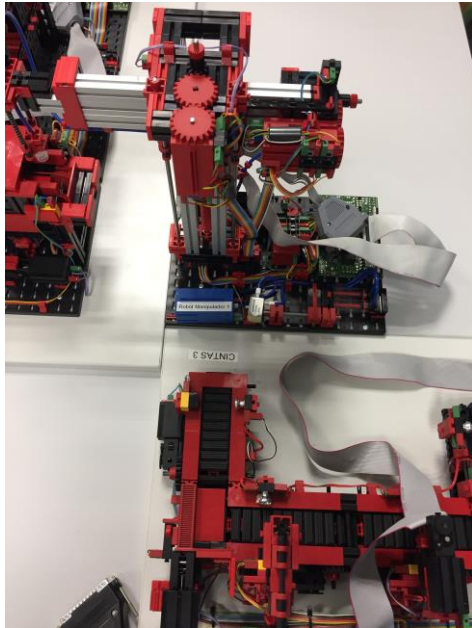
[Document núm. 6: Manual de l'usuari](#)

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

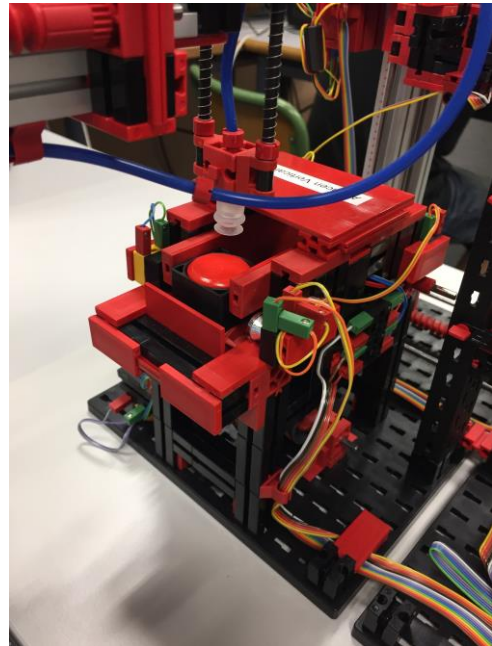
---

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

## 1 MUNTATGE DELS SISTEMES



Imatge 2: Muntatge del sistema



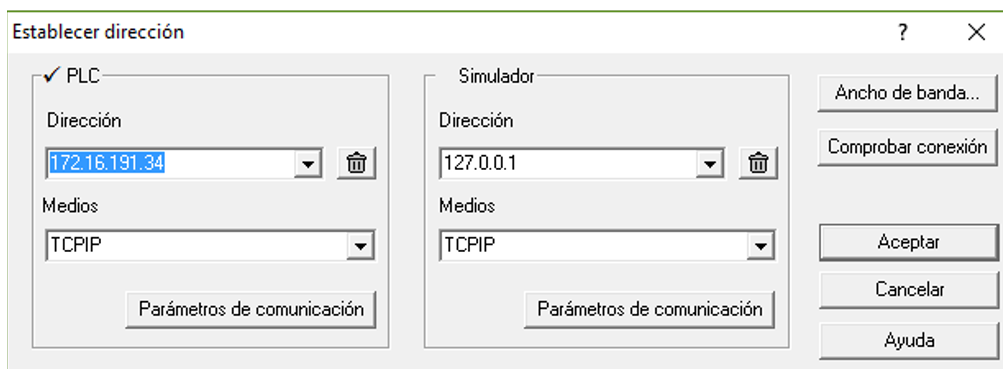
Imatge 1: Braç deixant peça

El muntatge s'ha de fer tal i com es procedeix a la *Imatge 2*, sense deixar espais entre les maquetes i intentant que la ventosa del braç estiga centrada a la cinta del magatzem.

## 2 TRANSFERÈNCIA DEL PROGRAMA ALS PLC

### 2.1 Unity Pro

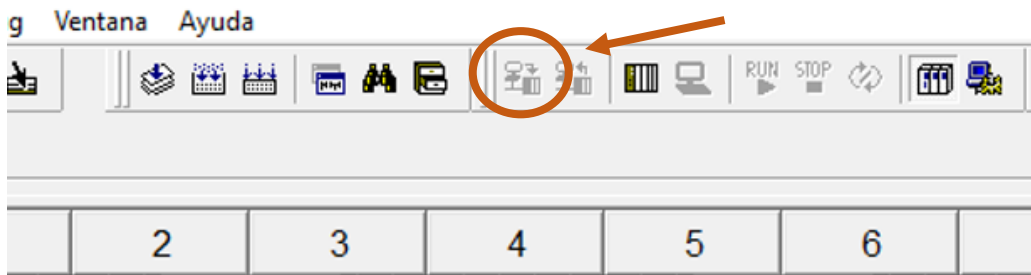
Una volta oberta l'aplicació al programa, es procedeix a connectar-lo al PLC mitjançant l'escriptura de la seua direcció IP. Cal comprovar abans que l'autòmat està engegat i disponible



Imatge 3: Configuració IP de l'autòmat a comunicar-se

# DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

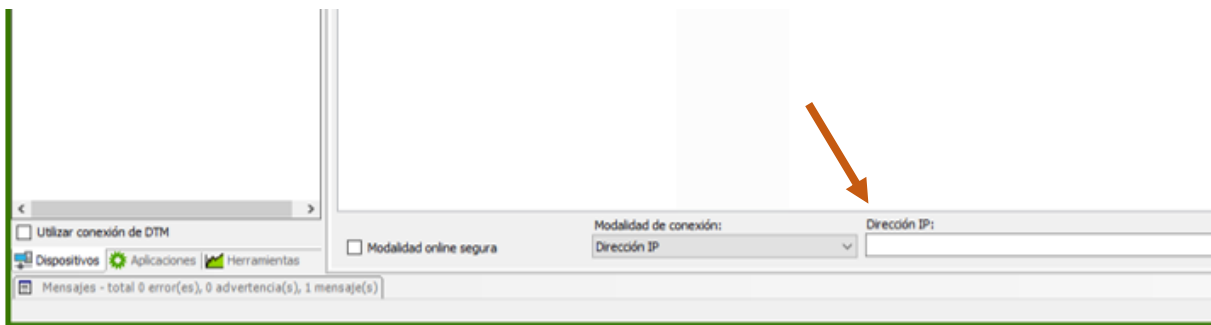
Després, es fa la transferència del programa a l'autòmat. (Imatge 4).



Imatge 4: Transferència del programa a l'autòmat

## 2.2 SoMachine

En aquest programa s'entra a la pestanya Dispositius de la barra de tasques esquerra i s'obri el MyController. A la finestra que s'obri s'escriu a la part de baix la IP de l'autòmat i és polsa el botó d'iniciar sessió per a transferir el programa i connectar-se a aquest.



Imatge 5: Escripura de la IP del PLC al SoMachine

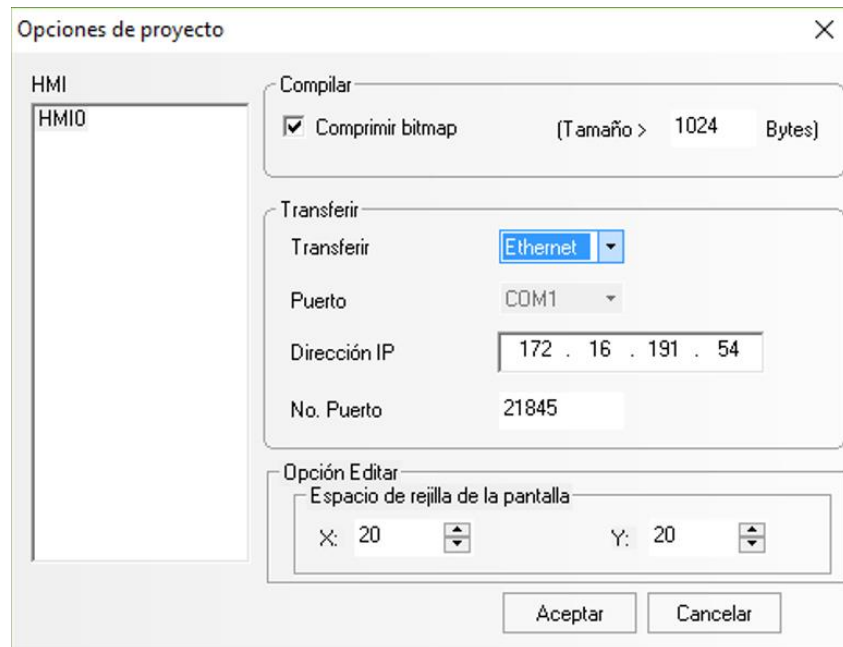


Imatge 6: Transferència del programa al M241

DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I  
EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ  
SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

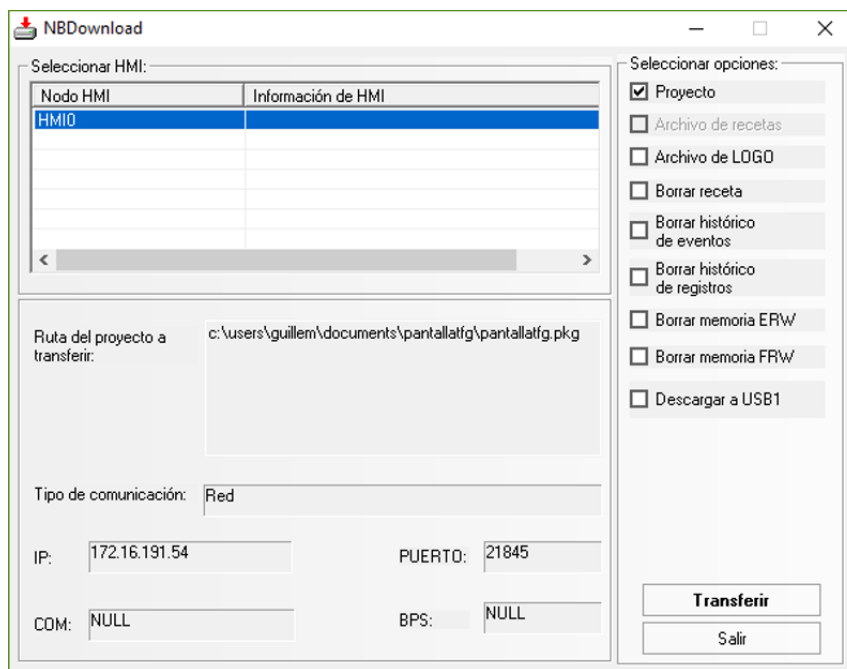
### 2.3 TRANSFERÈNCIA DEL PROGRAMA A LA PANTALLA TÀCTIL

S'obri el programa de la pantalla i a la pestanya Ferramentes, s'ha d'entrar a Configuració de la Transferència. Aquí se selecciona Ethernet o, i si es disposa del cable necessari, USB, i la IP de la pantalla.



Imatge 7: Configuració de la IP de transferència de l'aplicació tàctil

Després ja es pot procedir a la transferència en l'opció de Transferir.

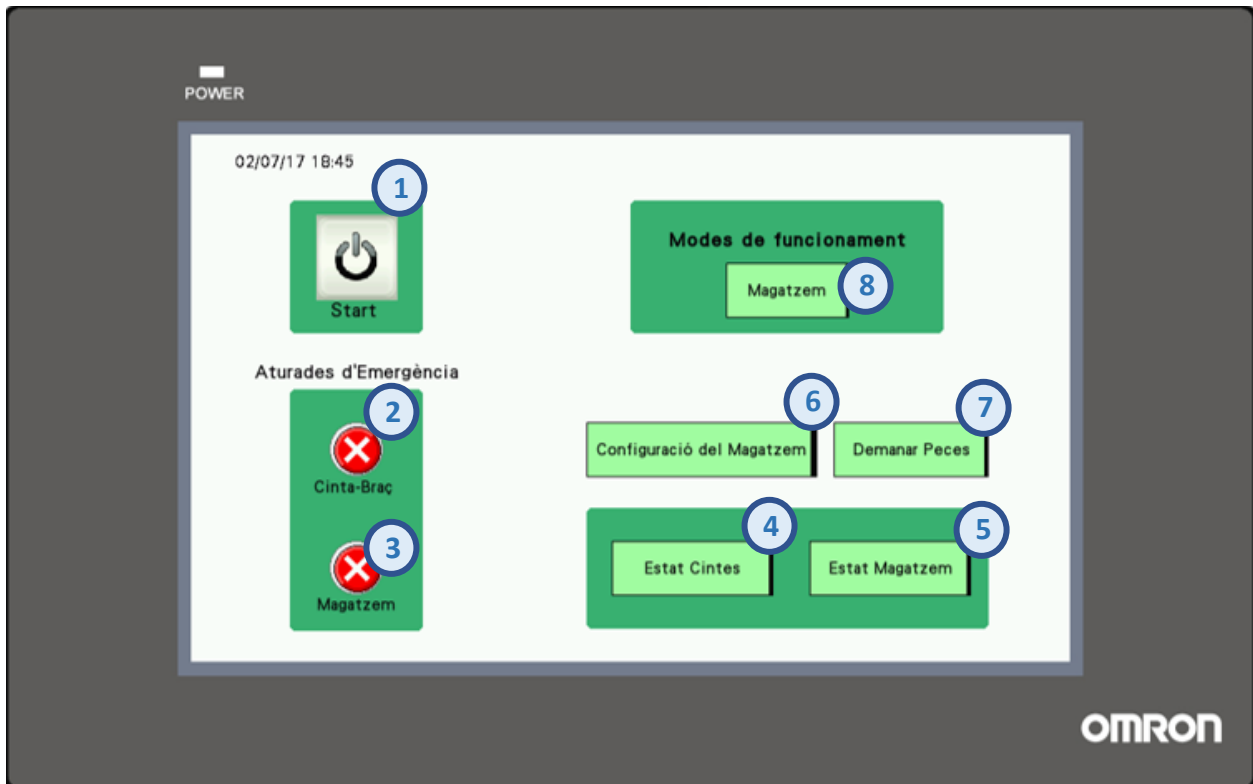


Imatge 8: Transferència del programa a la pantalla

### 3 ÚS DE LA PANTALLA TÀCTIL

#### 3.1 Pantalla Principal

Una volta preparada la pantalla amb el programa, ja es pot iniciar el procés. La primera pantalla que apareixerà és la següent:



Imatge 9: Pantalla Principal

Núm.	Descripció del botó
1	Botó Start
2	Desplega les aturades d'emergència de les cintes i del braç
3	Aturada d'emergència del magatzem
4	Obri la pantalla d'Estat de les Cintes
5	Obri la pantalla d'Estat del Magatzem
6	Obri la configuració de les cel·les del magatzem
7	Obri la pantalla per a extraure les peces
8	Obri la pantalla per a activar el mode manual del magatzem

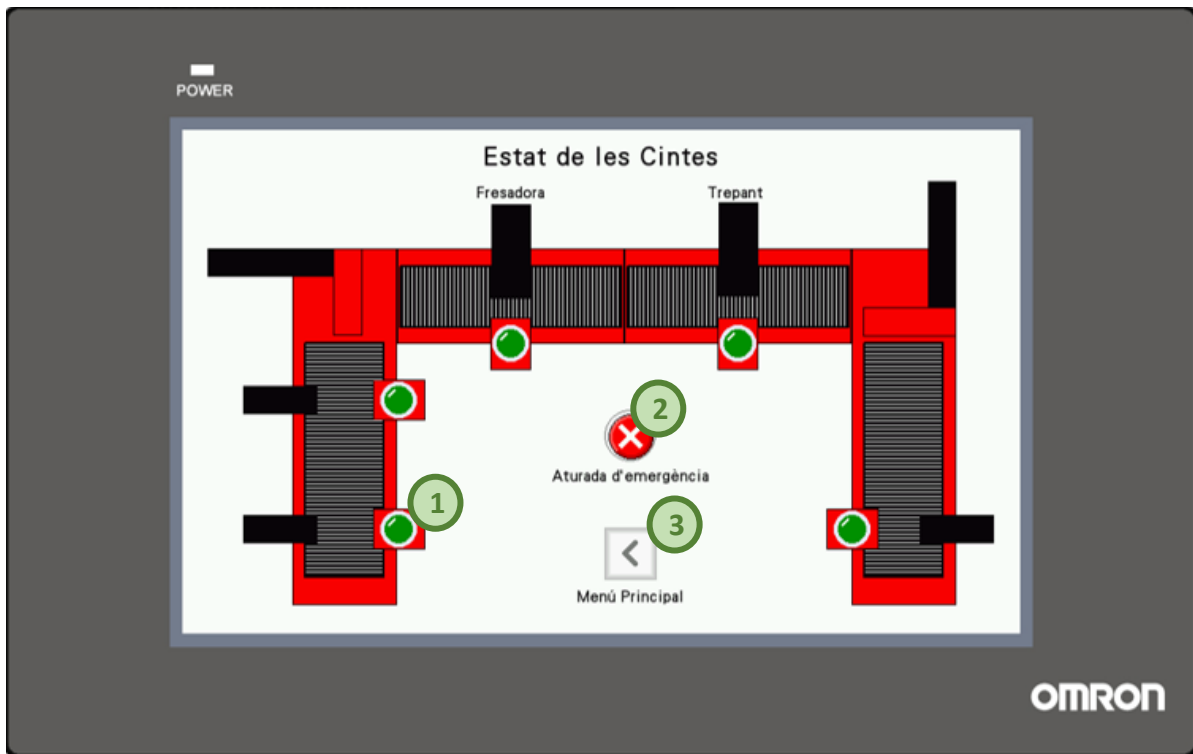
Taula 1: Elements Pantalla Principal

## DESENVOLUPAMENT DE L'AUTOMATITZACIÓ D'UN SISTEMA DE MECANITZAT I EMMAGATZEMATGE DE MATERIAL MITJANÇANT DOS PLC HETEROGENIS AMB APLICACIÓ SCADA MITJANÇANT PANTALLA TÀCTIL HMI OMRON

A continuació es detallaran un parell de coses sobre els botons 1, 2 i 3. El botó Start és el que inicia el sistema de fabricació, si aquest no està premut no funcionarà ni les cintes i ni el magatzem. Quan es procedisca a l'extracció de peces pot estar desactivat, però les cintes no fabricaran. Una volta activat, començarà la fabricació quan el sensor inicial detecte una peça de material a l'inici. Les aturades d'emergència funcionen com a congelacions del sistema per si hi haguera algun problema eventual. Si hi haguera algun problema major s'hauria de reiniciar el sistema i revisar-ho tot amb l'equip completament aturat.

Es recorda que la velocitat de la plataforma del magatzem és reduïda, per la qual cosa no convé saturar el sistema de peces per a ser fabricades abans perquè el magatzem no donarà abast i es col·lapsarà el sistema de mecanitzat.

### 3.2 Estat de les cintes

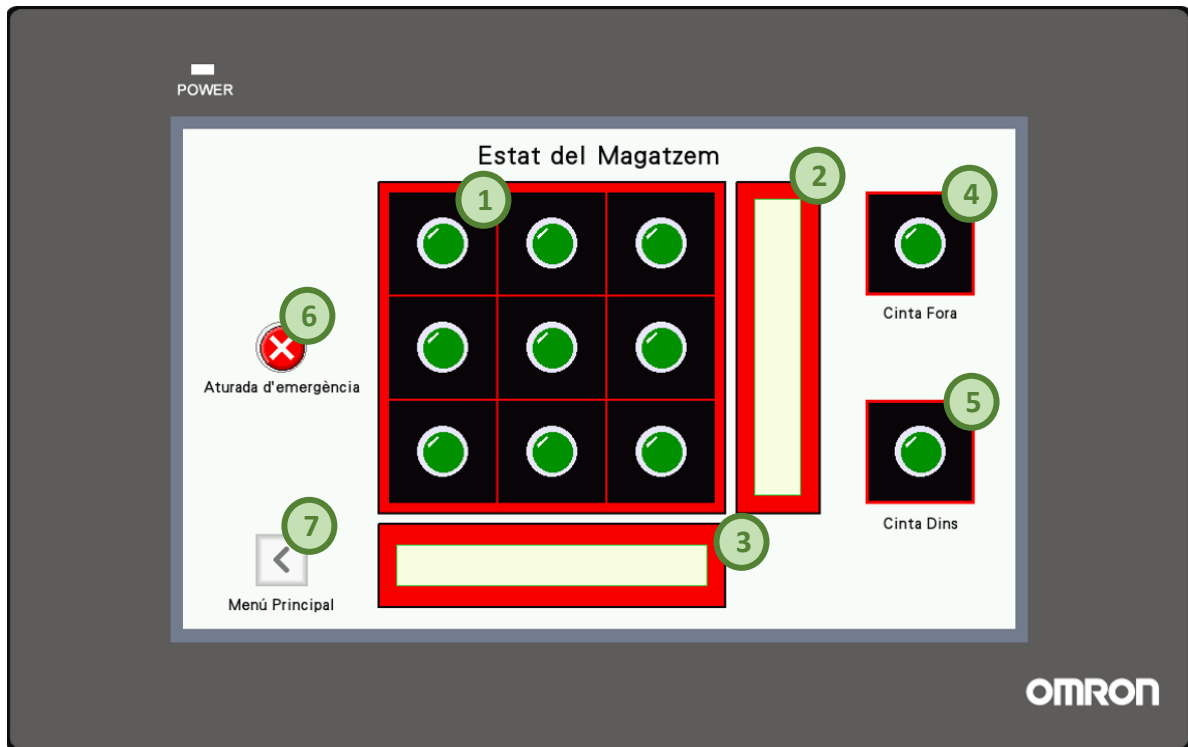


Imatge 10: Pantalla Estat Cintes

Núm.	Descripció
1	Indicadors led d'on es troba la peça a les cintes
2	Aturada d'emergència de les cintes
3	Tornada al Menú Principal

Taula 2: Elements Pantalla Estat Cintes

### 3.3 Estat magatzem



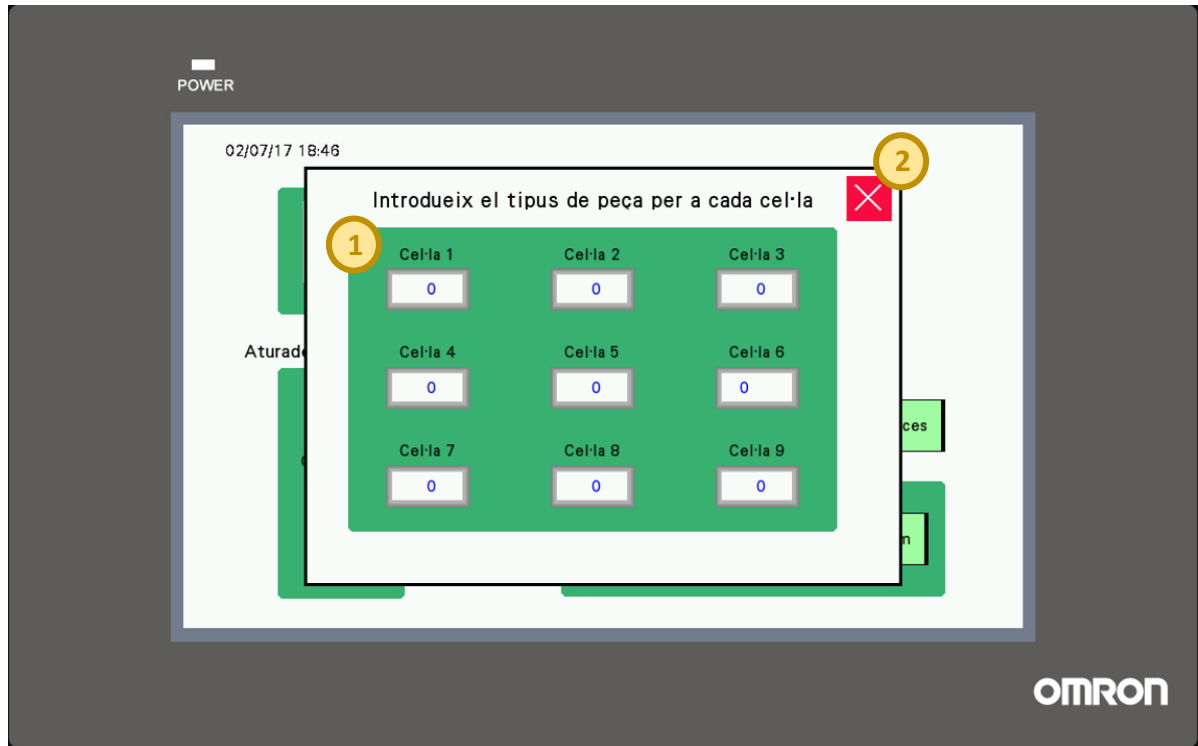
Imatge 11: Pantalla Estat Magatzem

Núm.	Descripció
1	Indicadors led de l'ocupació de cada cel·la
2	Posició vertical de la plataforma
3	Posició horitzontal de la plataforma
4	Indicador led de peça a la cinta fora del magatzem
5	Indicador les de peça a la cinta dins del magatzem
6	Aturada d'emergència del magatzem
7	Tornada al Menú Principal

Taula 3: Elements Pantalla Estat Magatzem



### 3.4 Configuració de les cel·les



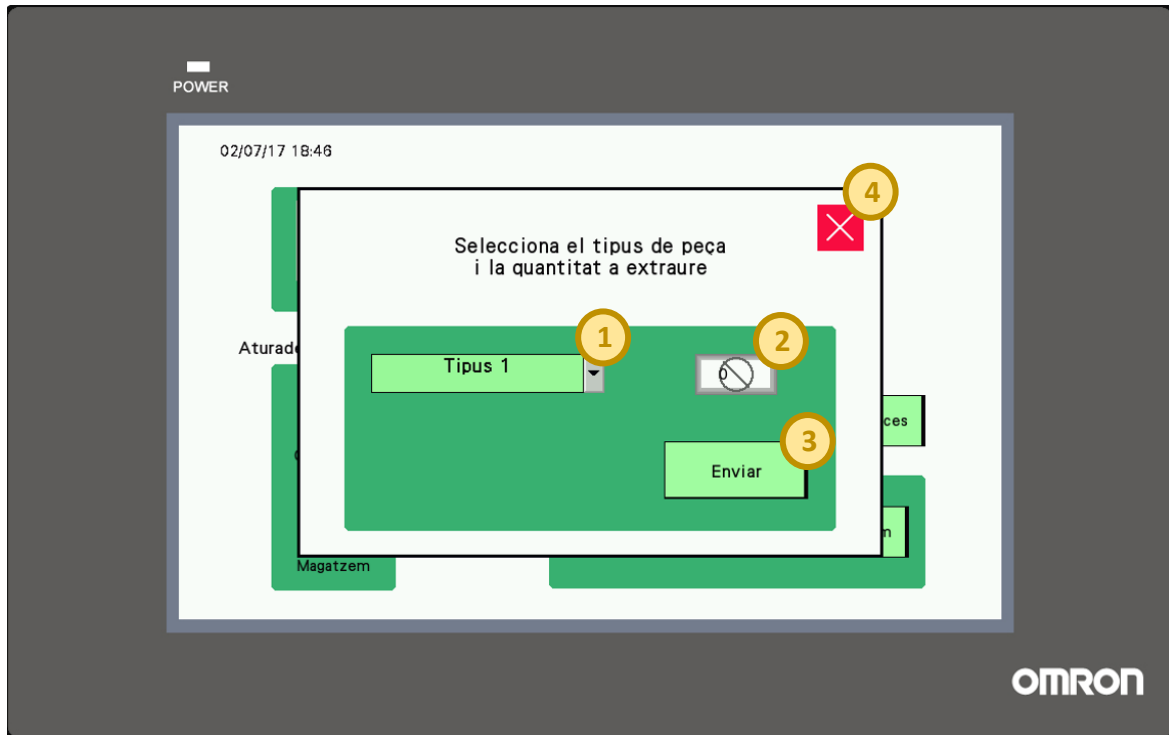
Imatge 12: Pantalla configuració cel·les

Núm.	Descripció
1	Entrades numèriques
2	Tancar la pantalla de configuració

Taula 4: Elements Pantalla de configuració de les cel·les

Les entrades numèriques d'aquesta pantalla són les que serveixen per a configurar el tipus de peça que hi haurà a cada cel·la del magatzem. Hi ha en total tres tipus de peça: 1 per a fresat i trepanat, 2 per a fresat i 3 per a trepanat. Sols són es poden seleccionar un d'aquests tipus. El sistema posa per defecte les peces de tipus 1 a la columna de l'esquerra, tipus 2 a la columna central i tipus 3 a la columna de la dreta. Es recomana canviar el tipus de peça de la cel·la quan no se n'estiguen fabricant per evitar errors en la producció.

### 3.5 Demanda de peces



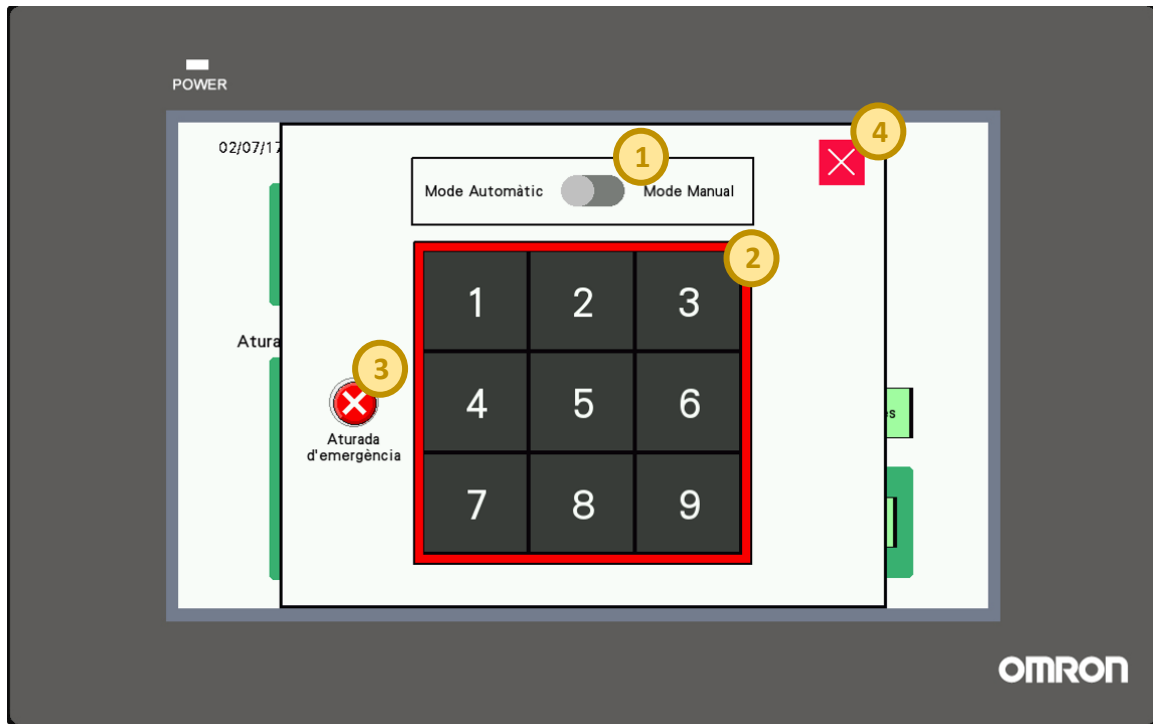
Imatge 13: Pantalla demanda d'extracció de peces

Núm.	Descripció
1	Selecció del tipus de peça
2	Selecció de la quantitat de peces a extraure
3	Enviar selecció al sistema
4	Tancar la pantalla de demanda

Taula 5: Elements Pantalla de demanda de peces

La primera volta que s'engega, el sistema s'ha d'inicialitzar, és a dir, no es podran demanar peces fins que el magatzem no haja sigut omplert per complet una vegada. En funcionament normal ja es podrà seleccionar el tipus de peça que es vol extraure primer i després la quantitat de peces a extraure entre les disponibles al magatzem. El sistema anirà extraient-les de la més antiga fabricada fins a la més nova. Per a confirmar la selecció feta de tipus i quantitat, es prem Enviar i el sistema automàticament anirà a pel material.

### 3.6 Mode manual



Imatge 14: Pantalla del Mode Manual del magatzem

Núm.	Descripció
1	Canvi entre mode Automàtic i Manual
2	Selecció de cel·la a buidar
3	Aturada d'emergència del magatzem
4	Tancar la pantalla de Mode Manual

Taula 6: Elements Pantalla Mode Manual

El mode manual una volta és activat, sols es pot tornar a l'estat automàtic si el magatzem és buidat completament. En aquest mode les cintes deixen de fabricar i es mantenen a l'espera. Després d'açò, el sistema s'hauria d'inicialitzar una altra volta.