

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Prestatgeria Automàtica

Memòria

Albert Torres Bañeras
PONENT: Jordi Ayza Graells

PRIMAVERA 2014



TecnoCampus
Mataró-Maresme

Dedicatòria

Dedicat als més propers a mi que hem van veure començar aquest viatge
però que no podran estar quan arribi a la meta.

Agraïments

Vull donar les gràcies als meus pares,
familiars i amics, en especial a la meva parella,
per donar-me el suport necessari per realitzar aquest
projecte... sense tots ells... no hagués estat possible.

RESUM

En aquest projecte es realitzarà el control d'una prestatgeria automatitzada completa, formada per dos motors amb les seves corresponents subjeccions, una estructura d'emmagatzematge vertical, una plataforma transportadora, actuadors i sensors, un PLC i una pantalla tàctil. A part es crearà una aplicació de software amb la qual es podrà manipular la prestatgeria tant des de la pantalla tàctil com des d'un PC de les oficines.

RESUMEN

En este proyecto se realizará el control de una estantería automatizada completa, formada por dos motores con sus correspondientes sujeciones, una estructura de almacenamiento vertical, una plataforma transportadora, actuadores y sensores, un PLC y una pantalla táctil. A parte se creará una aplicación de software con la que se podrá manipular la estantería tanto desde la pantalla táctil como desde un PC de las oficinas.

ABSTRACT

In this project will realize the full automated control of a shelf, formed by two motors with their fastenings, a vertical storage structure, conveyor platform, actuators and sensors, PLC and touch screen. In addition it will create a software application with which you can manipulate this shelf from both the touch screen as a PC from the office.

Índex.

1. INTRODUCCIÓ.....	1
2. ABAST DEL PROJECTE.....	3
3. OBJECTIUS.....	4
3.1. Objectius generals.....	4
3.2. Objectius específics.....	4
3.3. Objectius personals.....	5
4. ESPECIFICACIONS INICIALS.....	6
4.1. El magatzem.....	6
4.1.1. Estructura mecànica.....	6
4.1.1.1. La prestatgeria.....	6
4.1.1.2. La plataforma.....	7
4.1.1.2.1. El sensor de pes.....	8
4.1.1.2.2. El sensor de posició.....	8
4.1.1.2.3. Elements pneumàtics.....	9
4.1.1.3. Elements mecànics.....	9
4.2. El Control.....	10
4.2.1. Autòmat programable.....	10
4.3. La interfície d'usuari.....	11
4.3.1. Pantalla tàctil.....	11
4.4. Zones de treball.....	12
4.4.1. Zona magatzem.....	12
4.4.2. Zona control.....	12
4.5. Introducció a la programació de PLCs.....	12
4.5.1. Tipus de llenguatges de programació.....	13
4.5.2. Diagrames Grafcet.....	14
4.6. Quadres elèctrics (potència i control).....	15
4.7. Supervisió i control.....	15
4.7.1. SOFTWARE SCADA.....	15
4.7.2. SOFTWARE ACCESS.....	15

5. DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE.....	16
5.1. Disseny amb la guia GEMMA.....	16
5.1.1. Estats de marxa i aturada del procés d'emmagatzematge.....	16
5.2. Programació de l'autòmat programable.....	19
5.2.1. Autòmat. Programació zona de magatzem.....	19
5.2.2. Programació zona de control.....	44
5.2.3. Programació interfície d'usuari.....	47
5.2.3.1. Disseny del SCADA.....	48
5.2.3.1.1. Tags.....	48
5.2.3.1.2. Interfícies gràfiques.....	49
5.2.3.2. Disseny interfície d'usuari.....	55
5.2.4. Comunicacions.....	64
5.3.Càlculs dels motors.....	89
6. GUIA DE FUNCIONAMENT.....	91
6.1. Procediment de posada en funcionament.....	91
6.2. Procediment de control i supervisió en el SCADA.....	92
6.3. Procediment de tancament.....	94
7. POSSIBLES MILLORES.....	95
8. PRESSUPOST.....	96
9. CONCLUSIONS.....	97
10. BIBLIOGRAFIA.....	98
ANNEXOS.....	102

Índex de figures.

Figura 1. Figura 1. Prestatgeria automàtica.....	7
Figura 2. Sensor de pes.....	8
Figura 3. Sensor de posició.....	8
Figura 4. Pistó pneumàtic.....	9
Figura 5. Bobina de manguera a presió.....	9
Figura 6. CompactLogix 1769-L43/A.....	10
Figura 7. Omron CP1E-N14DR-D.....	10
Figura 8. PanelView Plus 1250.....	11
Figura 9. Asus ET1612I	11
Figura 10. Fragment de programa Ladder.....	13
Figura 11. Fragment d'un grafcet.....	14
Figura 12. Esquema del funcionament del sistema.....	18
Figura 13. Selecció New Data Type.....	31
Figura 14. Crear Data Type.....	32
Figura 15. Controller tags.....	34
Figura 16. Seleccionar Data Type creat.....	34
Figura 17. Variable complexe	35
Figura 18. Grafcet Inicialització.....	38
Figura 19. Grafcet MainRoutine.....	38
Figura 20. Grafcet INTRODUCCIÓ.....	39
Figura 21. Grafcet Identificacio_cela_IN.....	40
Figura 22. Grafcet Retirada.....	41
Figura 23. Grafcet Identificacio_cela_OUT.....	42
Figura 24. Pantalla principal BBDD.....	45
Figura 25. Llistat Treballadors BBDD.....	46
Figura 26. Estoc Pintura.....	47
Figura 27. Disseny Pantalles.....	54
Figura 28. Pantalla Inicial.....	55
Figura 29. Pantalla identificació.....	56
Figura 30. Pantalla Usuari.....	56
Figura 31. Pantalla Acció.....	57

Figura 32. Pantalla Introducció.....	58
Figura 33. Pantalla Introduir caixa.....	59
Figura 34. Pantalla Procés introducció.....	59
Figura 35. Pantalla Extracció.....	61
Figura 36. Pantalla Procés extracció.....	62
Figura 37. Pantalla Extracció.....	64
Figura 38. Esquema connexió.....	65
Figura 39. App RSLinx.....	66
Figura 40. RSLinx.....	67
Figura 41. Configuració Driver.....	67
Figura 42. Llistat drivers.....	68
Figura 43. Direcció IP.....	69
Figura 44. Dispositius a la Xarxa.....	70
Figura 45. Elements del PLC reconeguts.....	71
Figura 46. App RSLogix 5000.....	72
Figura 47. RSLogix 5000.....	73
Figura 48. Elements a la xarxa.....	73
Figura 49. Download.....	74
Figura 50. Procés.....	74
Figura 51. Activar mode run.....	75
Figura 52. Estat del PLC.....	75
Figura 53. Programa en Run.....	76
Figura 54. App PanelView.....	77
Figura 55. Obrir App.....	77
Figura 56. Run App.....	78
Figura 57. Inici PanelView.....	78
Figura 58. DDE/OPC.....	79
Figura 59. Crear vincle.....	80
Figura 60. DDE/OPC Topic Configuration.....	81
Figura 61. RSLinx.....	82
Figura 62. Link DDE.....	82
Figura 63. Selecció variable.....	83
Figura 64. Obtenció del link.....	84

Figura 65. Copia del link.....	84
Figura 66. Enganxat especial.....	85
Figura 67. Llistat del estoc.....	86
Figura 68. Variació del Link.....	87
Figura 69. RSLogix Emulate.....	87
Figura 70. Configuració Modul.....	88

Índex de taules.

Taula 1. Entrades Digitals.....	30
Taula 2. Entrades Analògiques.....	30
Taula 3. Sortides Digitals.....	30
Taula 4. Instruccions Ladder.....	37
Taula 5. Temporitzadors.....	44
Taula 6. Pressupost.....	96

GLOSSARI DE TERMES

PC	Personal Computer
PLC	Programmable Logic Controller
ID	Identificació
CPU	Central Processing Unit
Data Type	Fa referència a la classe de tag
Bool	Tag de la classe binari, només pot tenir dos valors que són 0 o 1
RAL	Es una classificació de colors, la qual assigna un codi de 4 dígit de manera que cada composició de color té un codi únic.
BBDD	Base de dades
ET	Etape
F	Força
H	Alçada
t	Temps
m	Massa
g	Gravetat
d	Distancia
a	Acceleració
s	Segons
V	Volts
W	Watts

1. INTRODUCCIÓ

El món de l'automatització industrial és vital avui en dia per a les empreses. El fet de tenir processos que es portin a terme de forma completament automàtica suposa un gran avantatge competitiu respecte les empreses en què els processos encara es controlen de forma manual.

Actualment, en moltes indústries s'utilitzen processos automàtics, és a dir, conjunt d'accions consecutives que es realitzen sense que sigui requerida la intervenció d'un operari.

Aquests processos de fabricació s'han vist afavorits pel constant desenvolupament de les tecnologies, tant en els camps de l'electrònica com en els de la informàtica, i han permès un augment en l'eficàcia i en la complexitat inclús en la flexibilitat fent que hi hagi una millora continua dels sistemes automàtics dins la indústria.

La demanda en la indústria d'un sistema econòmic, robust, flexible i fàcilment modificable, va fer que es desenvolupessin els autòmats programables industrials. Els primers autòmats pretenien, bàsicament, substituir als sistemes convencionals amb relés i circuits lògics, però actualment han millorat les seves prestacions en molts aspectes; un joc d'instruccions més potents, el tractament de senyals analògiques, les funcions de comunicacions, la millora de la velocitat de resposta, l'augment de la capacitat de memòria, incorporar a l'autòmat la capacitat de comunicació, etc. Però, les virtuts més destacades són la robustesa i la facilitat de interconnexió al procés, aspectes que han potenciat la seva aplicació massiva al control industrial.

La complexitat dels sistemes automàtics en el control industrial han provocat en aquesta última dècada, l'aparició de paquets software anomenats SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Una aplicació software especialment dissenyada per funcionar sobre ordinadors de control de producció, proporcionant comunicació amb els dispositius de camp, com són els autòmats programables (PLC) i controlant el procés de forma automàtica des de la pantalla de l'ordinador, configurada per l'usuari i que pot ser modificada amb facilitat. A més a més, proveeix de tota la informació que es genera en el procés productiu a diversos usuaris, és a dir, que és una excel·lent eina d'integració entre

els diferents departaments involucrats en la fabricació, producció, gestió, qualitat, manteniment, etc.

Aquest projecte esta enfocat en la realització d'una prestatgeria de pintura industrial, la qual ha estat sol·licitada per l'empresa ESCODA degut a les seves limitacions d'espai d'emmagatzematge. Per a satisfer les necessitats de l'empresa, es durà a terme l'estudi de la implementació d'una prestatgeria automàtica a l'empresa. L'estudi d'aquest projecte, estarà format per un conjunt de dispositius (sensors,motors,...) connectats a un autòmat (model 1769 – L43/A). Aquests autòmat serà el cervell del sistema rebent informació dels sensors, de la pantalla tàctil i del PC i interactuarà amb els elements actuadors (com ara els motors, entre d'altres). La funció d'aquesta prestatgeria serà emmagatzemar totes les caixes de pintura de l'empresa per així tenir-les totes concentrades en un mateix punt i millorar-n'he el control i la gestió. Tot el sistema es governarà des de la pantalla tàctil o des del PC de les oficines.

Es poden distingir dues zones en el sistema, una anomenada zona d'emmagatzematge, on es dipositaran les caixes de pintura, i un altre anomenada zona de control, on l'operari interactuarà amb el sistema per a donar o rebre informació d'aquest. Una cinta de transport, formada per quatre motors, ens comunica les dues zones de la maqueta.

Per finalitzar, l'autòmat estarà connectat (via xarxa Ethernet) a la pantalla tàctil i al PC, que permet realitzar la programació (RSLogic 5000) i les tasques de supervisió i control de la prestatgeria automàtica, mitjançant un software SCADA (RSView) en el cas de la pantalla tàctil i amb un sistema més complex format per una BBDD d'Access connectada al software SCADA (RSView) en el cas del PC d'oficina. Aquest software, ens permetrà fer un control remot de la línia i una supervisió de tot el que succeeixi en el procés.

Es tracta del disseny d'un sistema complet, format per diferents elements (autòmats, PC, software SCADA, implementació de la plataforma a l'estructura, sensors i actuadors a la zona de treball...). Aquestes característiques augmenten la complexitat del disseny, i per aquesta raó, cal disposar de documentació simple, clara i completa, i amb una guia de procediments necessària per implementar la prestatgeria automàtica en el cas que l'empresa n'aprovi la posterior instal·lació.

2. ABAST DEL PROJECTE

El projecte, esta orientat a millorar l'accessibilitat a les caixes de pintura pel taller de pintura industrial ESCODA, amb unes característiques determinades a continuació.

L'objectiu es dissenyar una solució per a poder emmagatzemar caixes de pintura que tindran unes mides determinades, aquestes caixes seran de la marca AkzoNobel que es la marca que utilitza al taller subjecte del projecte. Aquest projecte, es centrarà en aquest cas de manera que serà exclusiu per aquest ús.

La solució estarà composta per tres parts principals:

El magatzem: que estarà compostat per la prestatgeria i per la plataforma que s'encarregarà de moure les caixes de pintura (mecànica i equipament elèctric).

La interfície d'usuari: que implicarà la utilització d'una pantalla tàctil, on es realitzarà el disseny de les pantalles per a que els operaris de l'empresa realitzin el control de la prestatgeria.

I el control, composta per un PLC on es realitzarà el disseny del programa i on també, estarà explicat el connexionat general perquè tot quedi comunicat.

Del magatzem es farà disseny de la forma física de la prestatgeria, però no implicarà cap càlcul d'estructures. Es realitzarà un croquis del disseny mecànic, i elèctric utilitzant components existents al mercat i es farà la selecció dels elements electromecànics per poder realitzar un pressupost complet, encara que el disseny es centrarà en la part de control per a la gestió del magatzem i dels seus elements.

Aquest projecte, no implica el disseny des de zero de tots els elements que formaran part de la solució ja que, hi ha parts, com ara el disseny de l'estructura de la prestatgeria, que simplement es proposarà comprar-les i de les quals, s'escollirà la que més interressi de l'oferta que hi hagi al mercat.

3. OBJECTIUS

3.1. Objectius generals

L'objectiu del projecte consisteix en la implementació d'una prestatgeria automàtica per emmagatzemar caixes de pintura i realitzar el seu control de manera automàtica i senzilla, amb la única preocupació de donar d'alta la caixa en arribar a l'empresa i donar-la de baixa quan ja s'hagi esgotat.

El sistema està projectat per a un magatzem de dimensions moderades, amb capacitat suficient per al volum de producció de l'empresa ESCODA, això implica un emmagatzematge d'un total de 350 caixes de pintura, distribuïts en 25 files i 14 columnes. Els elements mecànics amb moviment es una plataforma transportadora per entrar i extreure les caixes de pintura, la qual es mourà amb l'ajuda de 2 motors i unes guies instal·lades a l'estructura de la prestatgeria.

Al utilitzar sistemes automàtics per dirigir el magatzem, ens facilita en gran part la gestió dels elements que s'emmagatzemaran d'aquesta manera podrem tenir un major control dels estocs de pintura per a millorar el servei de l'empresa.

3.2. Objectius específics

El projecte es basa en un model de prestatgeria específic per a satisfer les necessitats específiques de l'empresa ESCODA en concret amb l'objectiu de millorar el control sobre les caixes de pintura industrial:

- Disseny del magatzem: Les dimensions d'aquest estan limitades a 10 metres d'alçada i 5 metres d'amplada per 1m de profunditat. Com que les caixes de pintura fan 40 cm d'alçada, 35 cm d'amplada i 40 cm de profunditat, queda distribuït en 14 columnes i 25 fileres donant la capacitat de 350 caixes.
- Control de la dinàmica: El control de la dinàmica està dissenyat íntegrament a l'automatisme fent-se el control total gràcies al Ladder.

- Interfase d'usuari: Per fer-ne més fàcil la gestió, els operaris interactuaran amb un conjunt de pantalles molt intuïtives desenvolupades en SCADA.
- Identificació de les caixes: Com que físicament totes les caixes són idèntiques, d'identificació d'aquestes es realitzarà atorgant-les-hi un nom compostat per 4 dígitos numèrics corresponents al seu codi RAL de la carta de colors RAL estàndard, mes l'acabat de la caixa que només hi ha 5 grups (Brillant, Mate, Satinat, Gofrat i Texturat) atorgant un valor del 0 al 5 a una variable en funció de l'acabat determinat.

3.3. Objectius personals

Personalment, és un projecte ambiciós per aprendre a realitzar projectes reals amb un al·licient addicional, la obtenció d'habilitat a la hora de gestionar projectes amb una empresa. Per altre banda, aquest projecte requereix una ampliació dels coneixements ja adquirits en alguns dels programes utilitzats i la recerca de coneixement en programes nous encara no treballats personalment però molt utilitzats en el mon industrial.

4. ESPECIFICACIONS INICIALS

Tots els elements de la prestatgeria automàtica disposen de diversos detectors (sensors) i actuadors (moviment dels elements de treball):

El sistema de la prestatgeria automàtica està format per tres parts:

- El Magatzem
- El Control.
- La interfície d'usuari

4.1. El magatzem

Estarà compostat per la prestatgeria i per la plataforma que s'encarregarà de moure les caixes de pintura (amb la seva mecànica i equipament elèctric corresponents).

4.1.1. Estructura Mecànica

4.1.1.1. *La prestatgeria*

L'estructura mecànica és la part més important del projecte, ja que es on s'emmagatzemaran les caixes de pintura del taller. Aquesta estructura esta composta per 350 cel·les dividides en 14 columnes i 25 fileres. Aquesta estructura esta completament fixada tant a terra com a la paret vertical, ja que es pot donar el cas de que la prestatgeria estigui completament plena de caixes i això suposar un pes total superior a 6 tones. Per a facilitar l'entrada i sortida de les caixes a les cel·les, aquestes tenen la base inclinada 10°, sent la part interior de la prestatgeria la més elevada. Per una altre banda, tenen una base composta per uns rodets col·locats de manera horitzontal, que faciliten el moviment d'objectes en direcció entrada i sortida de la cel·la. Aquests elements estan pensats per simplificar l'acció d'introduir o retirar una caixa de pintura, d'aquesta manera només es

requereix un element accionador que empenyi la caixa fins dins de la cel·la i amb la inclinació que té, la sortida es automàtica, es per aquest motiu que es necessari un bloqueig de cel·la que eviti que un cop la plataforma es retiri, la caixa caigui de la prestatgeria.

Nota: Per a més informació veure l'annex Plànols

4.1.1.2. La plataforma

Com que la prestatgeria es un element estàtic, conta amb l'ajuda d'una plataforma per a poder desplaçar-se entre les diferents cel·les i així poder distribuir les caixes de pintura. Per facilitar la introducció i/o retirada de les caixes a les cel·les, aquesta plataforma també té la seva superfície composta per rodets que faciliten el lliscament de les caixes a les cel·les i aquesta superfície, també esta inclinada amb els mateixos graus que la base de les cel·les. A més a més, té instal·lat un sensor el qual pesa la caixa de pintura abans de introduir-la a dins de la cel·la.

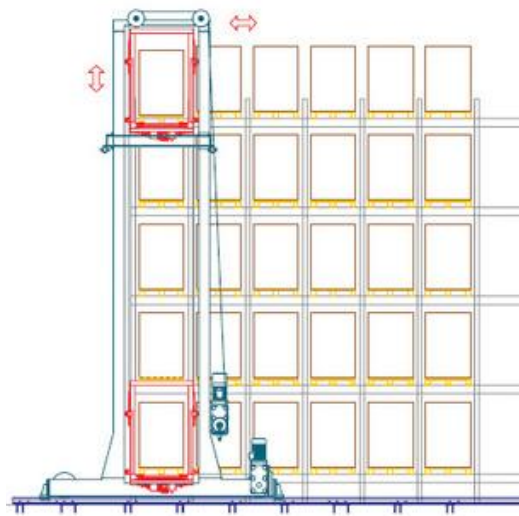


Figura 1. Prestatgeria automàtica

Nota: Per a més informació veure l'annex Plànols

4.1.1.2.1. *El sensor de pes*

La plataforma porta incorporat un sensor de pes, el qual pesarà les caixes de pintura just abans de guardar-les dins la cel·la. D'aquesta manera es tindrà la informació exacte del pes que hi ha dins de la cel·la i aquesta serà emmagatzemada dins del tag corresponent a la cel·la on s'ha introduït la caixa de pintura.



Figura 2. Sensor de pes

4.1.1.2.2. *El sensor posició*

La plataforma porta incorporat un sensor de posició emisor/receptor, el qual quan la plataforma passi per davant d'una cel·la, la llum que emet es reflexarà en un reflector instal·lat a la prestatgeria, i donarà un pols al PLC perquè aquest sàpiga que està davant d'una cel·la. D'aquesta manera ens estalviarem col·locar un sensor a cada cel·la i també reduïm el nombre d'entrades del PLC, destinades a la posició de 350 a 1a.



Figura 3. Sensor de posició

4.1.1.2.3. Elements pneumàtics

La plataforma també durà instal·lat un pistó, que sigui capaç d'empenya la caixa de pintura dins de la cel·la. Com que es tracta d'un pistó pneumàtic, aquest ha d'estar alimentat per aire a pressió, així que l'estructura està dotada de dues bobines auto retràctils les quals, en ser necessari, alliberen una manega per permetre el desplaçament de la plataforma, una esta situada a la base, en el punt d'inici (coordenades X=1, Y=1) que permet el moviment vertical i l'altre esta fixada en els suports de les guies verticals i es desplaça amb la plataforma, i allibera una manega quan la plataforma s'allunya horitzontalment. Ambdues, recullen la manega en cas d'apropar-se la plataforma.



Figura 4. Pistó pneumàtic



Figura 5. Bobina de manguera a pressió

Nota: Per a més informació veure l'annex Plànols

4.1.1.3. Elements mecànics

Per poder desplaçar la plataforma fins les diferents cel·les de la prestatgeria, la prestatgeria té un sistema mecànic de desplaçament que consisteix en dos eixos, un d'horitzontal i un vertical, que fan de guies i amb l'ajuda de dos motors (un per l'eix horitzontal i un per l'eix vertical) realitzaran el desplaçament de la plataforma fent una combinació de les coordenades X,Y.

Nota: Per a més informació sobre els motors, consultar:

Apartat 5.3 Càlculs dels motors

4.2. El Control

4.2.1. Autòmat Programable

L'autòmat utilitzat per elaborar el projecte es de la marca Omron, concretament el model CP1E-N14DR-D amb ports de comunicació RS-232 i Ethernet. En el nostre cas, per fer la presentació utilitzarem el model CompactLogix 1769-L43/A de la marca Allen-Bradley, així els programes generats són utilitzables en ambdós PLC's. El port utilitzat per a les comunicacions entre els diferents elements que componen el projecte és Ethernet, ja que permet que el projecte sigui més flexible alhora de tenir en compte futurs canvis.

L'autòmat és l'encarregat de controlar tot el sistema, des del control total de la posició de la plataforma que transporta les caixes de pintura fins a proporcionar un llistat del contingut de la prestatgeria perquè es pugui portar a terme el control d'estoc del magatzem. A l'autòmat escollit per fer la presentació tenim 16 entrades digitals, 16 sortides digitals i 16 entrades/sortides analògiques, que en el nostre cas mai s'arriben a ocupar totes.



Figura 6. CompactLogix 1769-L43/A



Figura 7. Omron CP1E-N14DR-D

4.3. La interfície d'usuari

4.3.1. Pantalla tàctil

La pantalla tàctil utilitzada per elaborar el projecte es de la marca Asus, concretament el model ET1612I i les comunicacions amb l'autòmat són via Ethernet. En el nostre cas, per fer la presentació utilitzarem el model PanelView Plus 1250 de la marca Allen-Bradley, així els programes generats són utilitzant software de la marca Rockwell que són perfectament compatibles a la pantalla Asus, ja que certament es un ordinador i com a tal és capaç d'executar els programes de la marca de la pantalla.

El control del sistema es dur a terme única i exclusivament mitjançant la pantalla tàctil ubicada a l'oficina. Amb aquesta pantalla es pot governar la prestatgeria, es a dir, es des d'on els usuaris amb l'ajuda d'un programa gràfic de pantalles introduiran les dades de la caixa de pintura que volen introduir o retirar del magatzem. Aquesta pantalla esta ubicada a l'oficina, perquè s'aprofita una pantalla tàctil ja adquirida que esta instal·lada a l'oficina.

Nota: Per més informació sobre ubicacions, consultar annex Planols



Figura 8. PanelView Plus 1250

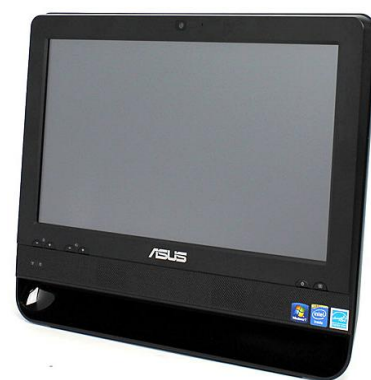


Figura 9. Asus ET1612I

4.4.Zones de treball

El projecte esta diferenciat en dues zones clarament separades, la de magatzem i la de control:

4.4.1. Zona magatzem

Es on esta situada la part actuadora del projecte, es a dir, on esta situada la prestatgeria que fa de magatzem juntament amb els sistemes acoblats, com són el sistema de guies, la plataforma amb els motors, la zona de carrega i descarrega que es on els operaris dipositen o retiren les caixes de pintura i la caixa elèctrica on també hi haurà el PLC que ho governa tot.

4.4.2. Zona control

La zona de control esta situada al despatx de l'empresa, que esta just a 5 metres de la prestatgeria i esta formada per la pantalla tàctil, que amb la comunicació amb el PLC, genera les ordres que s'efectuaran en el sistema. Per altre banda, també hi ha un PC que conté la base de dades que es on es pot consultar l'inventari de tots els colors que hi ha dins del sistema a part d'altres informacions.

4.5.Introducció a la programació de PLCs

Els PLC o autòmats programables tenen el seu origen en els circuits elèctrics basats en relès i altres elements de lògica combinacional i per tant la programació d'aquests manté un lligam amb la forma de resoldre certes situacions. Per a la programació, es poden utilitzar diferents tipus d'operands, des dels més senzills com la lògica booleana, temporitzadors, flip-flops d'activació i desactivació, fins a operacions més complexes com el maneig de taules, ús d'apuntadors a direccions de memòria i fins i tot algorismes PID.

Existeixen diferents llenguatges de programació de PLC's, els més utilitzats són el ladder, blocs de funcions, instruccions en mode de pila, llenguatge estructurat, programació en esquema o CFC i diagrames GRAFCET. L'existència d'aquests diferents llenguatges de programació ha fet que les diferents marques del mercat s'especialitzin en algun d'aquests llenguatges. D'aquesta manera, la marca Rockwell està bàsicament desenvolupada perquè la programació del seus PLC's sigui més còmode i eficient en llenguatge "Ladder"; mentre que la programació de PLC's de Siemens està optimitzada per a instruccions en mode pila.

4.5.1. Tipus de llenguatges de programació

Tot seguit es fa una breu explicació i es mostra un exemple del llenguatge Ladder que es el que s'utilitza en aquest projecte.

El llenguatge "Ladder", es basa en un llistat d'instruccions i programació per estats. És un dels primers llenguatges de programació de PLCs. No es gens complicat d'entendre el funcionament per la seva semblança analítica a una lògica de contactes, interruptors i relès.

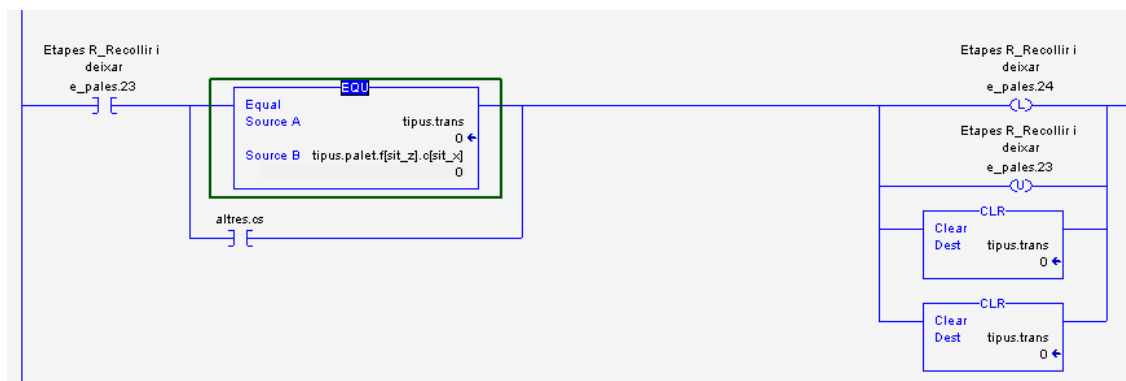


Figura 10. Fragment de programa Ladder

4.5.2. Diagrames Grafset:

És el llenguatge que es sol utilitzar per a seqüenciar el programa cíclic principal del PLC o bé seqüències que hi ha en altres programes no principals del PLC; representant el que són etapes i transicions. En les etapes es duen a terme les accions i mitjançant les transicions, s'avalua l'estat del sistema de control. Una avantatge considerable que té és que es poden simular aquests grafsets en qualsevol altre llenguatge. La idea d'un programa seqüencial es molt utilitzada en els sistemes de control. A part de la programació es bastant habitual, dissenyar grafsets encara que el llenguatge utilitzat sigui un altre, ja que amb la seva semblança a esquemes, ajuden a estructurar els programes indiferentment del llenguatge amb el que s'acabin realitzant.

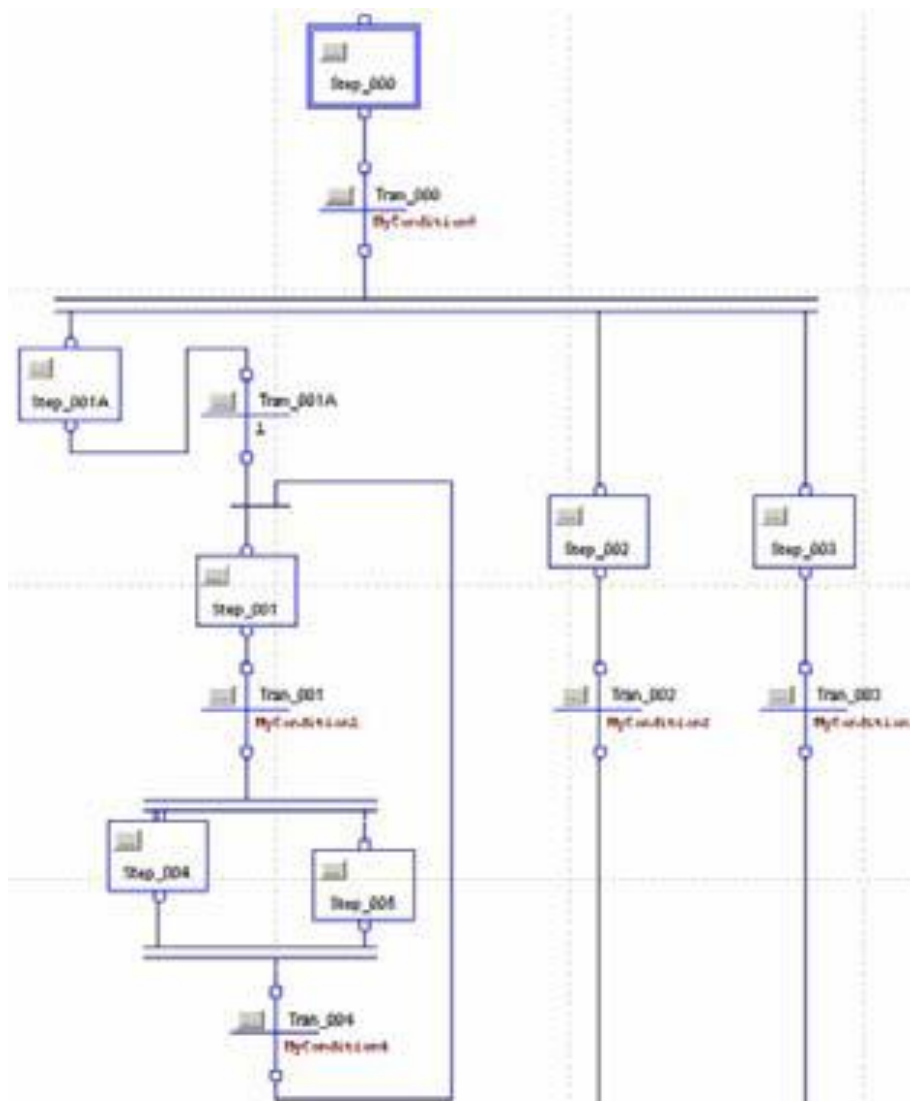


Figura 11. Fragment d'un grafset

4.6. Quadres elèctrics (potència i control)

El quadre elèctric està format principalment per l'autòmat programable, on estan connectades totes les entrades i sortides, tan dels sensors com dels actuadors que formen part de la prestatgeria automàtica. També, es disposa dels polsadors de marxa i aturada del sistema i d'una entrada d'aire comprimit que prové de la presa general que proporciona el compressor per tal d'alimentar l'element pneumàtic que en aquest cas es el pistó que empeny la caixa de pintura des de la plataforma fins a l'interior de les cel·les.

4.7. Supervisió i control

4.7.1. SOFTWARE SCADA

L'aplicació SCADA, per mitjà de diferents interfícies gràfiques (finestres), ens ha de permetre supervisar i controlar tot el funcionament de la prestatgeria automàtica.

4.7.2. SOFTWARE MICROSOFT ACCESS

El programa Access serà d'accés exclusiu del responsable de producció de l'empresa i és el programa que mostra tota la informació de les caixes de pintura que hi ha a dins de la prestatgeria en temps real.

5. DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

En aquest capítol farem un anàlisi dels estats que es produeixen en el nostre sistema (GEMMA) i comentarem la programació (dels autòmats i de la pantalla tàctil) realitzada per controlar la prestatgeria automàtica. En l'apartat del SCADA explicarem com hem desenvolupat l'aplicació per fer les tasques de control del procés.

5.1. Disseny amb la guia GEMMA

Per definir els diferents estats que pot tenir un sistema, la ADEPA (Agència nacional francesa pel desenvolupament de la producció aplicada a la indústria) ha preparat la guia GEMMA (Guia d'estudi dels estats marxa i aturada)

La GEMMA és un mètode sistemàtic que serveix d'ajuda al dissenyador de sistemes de producció. Consisteix en una guia gràfica que permet seleccionar i descriure de manera molt simple i comprensible, els diferents estats de marxa i aturada, així com les condicions per passar d'un estat a l'altre.

Per aquesta raó l'hem aplicat en aquest projecte. A continuació, es detallen els diferents estats de marxa i aturada considerats i les condicions de pas d'un a l'altre.

5.1.1. Estats de marxa i aturada del procés d'emmagatzematge

Si analitzem el nostre sistema obtenim els següents estats:

- Estat inicial (quan la prestatgeria rep l'alimentació elèctrica i la pantalla tàctil i el PLC encara no han estat inicialitzats).
- Estat de repòs (quan tots els elements estan inicialitzats un cop premut el botó “posicionament”)
- Estat de ready (quan la plataforma s'ha situat en posició i els elements interactius estan apunt per començar a actuar, un cop premut el botó “en línia”)
- Estat de funcionament normal (quan el procés d'emmagatzematge està funcionant)

- Estat d'alarma (quan apareix alguna incidència en el procés)
- Estat d'emergència (quan es requereix l'aturada immediata del procés)

En el nostre sistema d'emmagatzematge es partirà sempre de l'estat inicial, quan alimentem elèctricament el sistema (inclosos els elements de l'oficina que són el PC i la pantalla tàctil). Abans de res, s'ha de premé el polsador de posicionament, situat al quadre elèctric el qual, activa els motors per posicionar la plataforma a la ubicació de la primera cel·la (posició $X = 1$, $Y = 1$) Després s'ha de inicialitzar el PLC i la pantalla tàctil a un estat de repòs, de manera que estarà llest per entrar en acció en quan sigui necessari. A partir d'aquest estat, el sistema ja estarà apunt per començar a treballar.

Un cop finalitzada aquesta feina, tot el sistema està en un estat de repòs (aturat). Si polsem el botó d'en línia, el sistema estarà apunt per entrar en funcionament, ja que estaran connectats els elements actuadors entre si. Sempre que el sistema estigui en estat de repòs s'haurà de polsar el botó "posicionament" i després el botó "en línia".

Per motius de seguretat, no es podrà posar mai en funcionament directament, ja que la plataforma necessita ser posicionada, es podria donar el cas que hi hagués una apagada inesperada i que la plataforma no estigui en la posició inicial. Per evitar-ho, cada cop que s'iniciï el sistema s'ha de inicialitzar, assegurant així la seva correcte posició.

Una vegada estem en estat de *ready* (preparat), el que significa que ja podem iniciar el procés de producció, premem el polsador de marxa. Durant la producció normal, és possible que es requereixi fer una aturada de fi de cicle, per motius de manteniment, supervisió, control, etc. o una aturada d'emergència, provocada per una anomalia en l'emmagatzematge, per exemple, si una caixa de pintura no ha quedat correctament guardada o s'ha precipitat de la seva cel·la perquè aquesta no hagués quedat correctament guardada.

Si l'aturada es produeix polsant el botó d'aturada de la caixa elèctrica, el sistema continuarà en funcionament fins a finalitzar el procés, en el cas que n'estigui executant un en el moment de prémer el botó. Per a que el sistema torni a estar operatiu s'haurà de tornar a polsar el botó de marxa.

Si els programes dels autòmats detecten alguna incidència en el procés de fabricació, el sistema entra en un estat d'alarma propi del PLC. Per poder continuar, l'alarma haurà de ser reconeguda per algun operari especialitzat en automatització, i després s'haurà de prémer el botó de marxa.

Si l'aturada es d'emergència (pulsador Bolet), per motius de seguretat s'aturen tots els elements del procés. Un cop solucionada l'incidència que ha provocat aquesta aturada i, per tal de sortir d'aquest estat, es requereix desenclavar el pulsador d'emergència. Llavors, el sistema es trobarà en l'estat de repòs i s'haurà de fer el procés d'inicialització per situar la plataforma en l'estat inicial i entrar així en estat de *ready* (preparat).

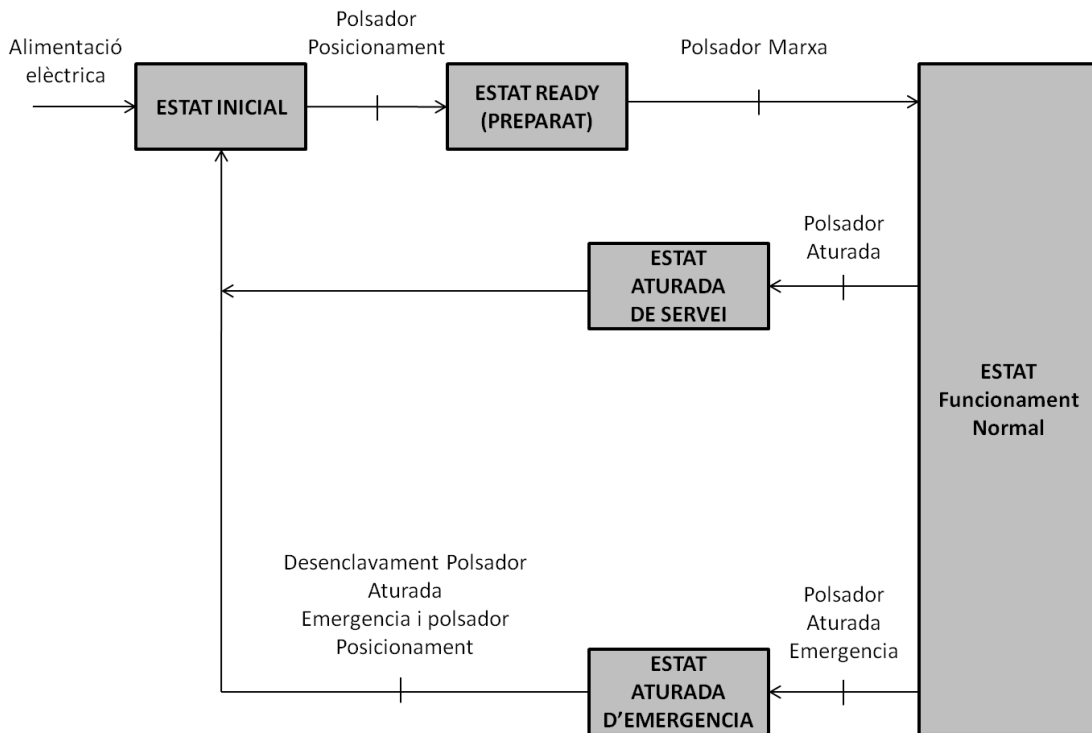


Figura 12. Esquema del funcionament del sistema

5.2. Programació de l'autòmat programable

En aquest apartat, explicarem quin és el procediment per programar l'autòmat, conèixer quins dispositius estan connectats a les entrades i sortides, quin procés a de controlar cadascun i com estan connectats i fetes les connexions entre ordinador, autòmat i pantalla tàctil.

La prestatgeria automàtica està composta per un autòmat, model SLC 5/04 de Allen- Bradley. Aquest autòmat presenta una configuració modular, és a dir, segons les necessitats de l'aplicació, inserim una CPU i les targetes d'entrada i sortida que desitgem. Degut a que, la complexitat del nostre procés resideix en la programació i no en un aspecte físic d'entrades i sortides, necessitem un màxim de 16 entrades i 16 sortides digitals i una targeta d'entrades/sortides analògiques per tal de realitzar el control de tots els elements que intervenen en el procés.

Com que només tenim un autòmat, aquest controla tot el sistema, es a dir el control del magatzem i les comunicacions entre pantalla tàctil/autòmat i ordinador oficina/autòmat.

5.2.1. Autòmat. Programació zona de magatzem.

Aquest autòmat, s'encarrega de:

- Rebre informació de la pantalla tàctil
- Controlar la posició de la plataforma
- Realitzar l'accionament de polsadors marxa i aturada, aturada d'emergència (Bolet) i posicionament
- Accionar els motors per habilitar el moviment de la plataforma
- Lectura de sensor de pes
- Emmagatzemar tota la informació actual del sistema

Descripció del procés a controlar

Perquè el sistema estigui més estructurat i sigui més clar, la programació del PLC està subdividida en cinc subrutines. D'aquesta manera es més fàcil identificar possibles errors, ja que queda més clar en quina subrutina estem depenent del punt del procés en el que es doni aquest error.

L' inici del procés comença fent un cicle de posicionament, aquest cicle serà la primera subrutina anomenada posicionament, que consisteix en posicionar la plataforma que transporta les caixes de pintura per l'estructura a la posició inicial de coordenades $X=1, Y=1$. Degut a que, la prestatgeria disposa de 350 cel·les, per estalviar en components (sensors) i recursos (entrades del PLC) s'ha optat per col·locar un sensor emissor/receptor òptic a la plataforma, i així amb una recepció de polsos, controlar el posicionament de la plataforma. Per aquest motiu, el sistema de posicionament utilitzat, en encendre la prestatgeria quan no sabem en quin punt es troba la plataforma, ja que es podria haver donat el cas d'una aturada inesperada, per això es requerida aquesta acció de posicionament que consisteix en activar els motors horitzontal i vertical en els sentits esquerra i baixa respectivament. En arribar a la posició inicial, activaran uns sensors finals de carrera que desactivaran els motors.

Un cop realitzat aquest posicionament inicial, la prestatgeria estarà esperant a prémer el polsador de marxa per iniciar el sistema d'emmagatzematge, es en aquest punt quan el sistema estarà llest per interactuar amb l'ordinador de l'oficina o amb la pantalla tàctil trobant-se en la rutina principal anomenada MainRoutine.

A partir d'aquest punt hi ha dues accions possibles: l'acció de l'operari o la del responsable de producció:

Programa principal: MainRoutine

A partir d'aquest punt hi ha implicada la interactuació d'un operari amb la pantalla tàctil

El primer que es demanarà a l'operari es que s'identifiqui, amb l'ajuda de la pantalla tàctil, aquest haurà de triar un nom d'una llista preprogramada. Es escollir un, el PLC detectarà que s'ha introduït i activarà el tag "testic_Usuari". En aquest punt, hi ha una bifurcació de camins, ja que l'usuari podrà introduir o retirar una caixa de pintura del sistema, així que l'operari escollirà un camí mitjançant la pantalla tàctil i el PLC ho detectarà activant el tag "Introducció" en el cas de voler introduir una caixa o el tag "Retirada" en el cas de voler-la retirar del sistema. La combinació de tags farà el canvi d'etapa. En el cas de voler introduir la caixa, s'hauran d'activar els tags "Testic_Usuari" i "INTRODUCCIÓ" i ens portarà a l'etapa 1 "ET1", en el cas de voler retirar-la s'hauran d'activar els tags "Testic_Usuari" i "RETIRADA" i ens portarà a l'etapa 2 "ET2".

A partir d'ara ens centrem en el camí d'introducció i el seguirem fins al final, explicant tot els salts per les diferents subrutines:

Un cop a l'etapa 1, el següent pas es activar els tags "Testic_Codic" i "Testic_Acabat" que ho haurà de fer l'usuari mitjançant la pantalla tàctil (*Consultar els passos a seguir al punt 5.2.3.2. Disseny Interfície d'usuari*) un cop activats aquests tags, el programa saltarà a la subrutina "INTRODUCCIÓ".

Subrutina INTRODUCCIÓ

En aquesta etapa, l'objectiu és transportar la caixa de pintura de la posició inicial, on l'operari ha realitzat la carrega d'aquesta prèviament, fins a la primera cel·la buida de la prestatgeria. La ubicació d'una caixa de pintura nova en el sistema es realitza escollint la primera buida (en sentit d'esquerra a dreta i de baix a dalt) per dos motius. El primer és perquè d'aquesta manera el sistema és més ràpid alhora d'introduir caixes, ja que aquest procés sempre parteix des de la mateixa posició inicial. El segon, és perquè no es poden reservar les cel·les pels colors antigament introduïts, perquè aquests poden variar i seria un mal aprofitament d'espai.

El primer que farà el programa un cop entra a la subrutina d'INTRODUCCIÓ, és identificar a quina de les cel·les s'ha de dirigir, es a dir, quina cel·la de les buides es la més propera. Per fer-ho es dirigirà a la subrutina "IDENTIFICACIÓ_CELA_IN" (*Consultar punt Subrutina Identificació_cela_in*) un cop torna de la subrutina "IDENTIFICACIÓ_CELA_IN" el programa farà una comparació entre els registres "Posició_Horitzontal_plataforma" que ens indica la posició real i actual de la plataforma a l'estructura, amb el registre "Estructura[i].Posició_Horitzontal" que ens indica la posició horitzontal de la cel·la a la que s'ha de dirigir la plataforma, alhora que fa la comparació tindrà activat el motor horitzontal en direcció dreta, quan el sensor de posició, detecti un nou pols, això indica que ha arribat davant de la següent cel·la, tornarà a fer la comparació i així fins que els dos tags (Posició_Horitzontal_plataforma i Estructura[i].Posició_Horitzontal) tinguin el mateix valor, quan siguin iguals farà un canvi d'etapa passant de la ET11 a la ET12, indicant que s'ha situat en la columna correcta. Un cop ubicats a la columna correcta, es el torn de la filera, així que es repetirà el mateix procés de comparació substituint els registres per Posició_vertical_plataforma que ens indica la posició en la que es troba la plataforma en sentit vertical en aquest moment i "Estructura[i].Posició_Vertical" que ens indica la posició vertical a la que volem anar. El procés en cas de que no siguin iguals els valors dels dos registres, repetirà les accions realitzades a la ET11. Si els valors són iguals, voldrà dir que la plataforma ja està correctament situada davant de la cel·la buida i farà un nou canvi d'etapa passant de la ET12 a la ET13. A la ET13, s'enregistrarà tota la informació de la caixa als registres de la cel·la, sent en aquesta etapa l'operari qui ha realitzat l'acció (Registre:

Estructura[i].Operari), el codi RAL corresponent a la caixa (Registre: Estructura[i].Codic), l'acabat que té (Registre: Estructura[i].Acabat), el pes de pintura en pols que conté (Registre: Estructura[i].Pes) i finalment canviarà l'estat de la cel·la de lliure a ocupada. A part de la introducció de la informació en els diferents registres, accionarà el desbloqueig de la cel·la que te situada davant. Quan la cel·la estigui desbloquejada, es farà un nou canvi d'etapa passant de la ET13 a la ET14. En aquesta etapa, es procedirà a la introducció de la caixa dins de la cel·la, per fer-ho, aquesta etapa activarà el pistó pneumàtic i alhora un temporitzador anomenat "TEMPS_PISTO_IN" que esta programat en 5 segons, temps que trigarà el pistó en accionar-se i introduir la caixa dins la cel·la. Un cop finalitzat el temps, s'activarà el tag "TEMPS_PISTO_IN.DN" i es tornarà a bloquejar la cel·la. Si a més a més, el pes detectat a la plataforma es 0 Kg es procedirà a activar la ET15 i desactivar la ET14. A la ET15, s'activarà el motor horitzontal direcció esquerra (perquè torni a la seva posició inicial X=1) fins que s'activi el tag "Final_carrera_Horitzontal_inici" indicant així que ja esta correctament ubicat i es farà un nou canvi d'etapa activant i desactivant les ET16 i ET15 respectivament. En la ET16, és farà el mateix procediment que a la ET15 però aquest cop activant el motor vertical direcció baixa (perquè torni a la seva posició inicial Y=1) fins que s'activi el tag "Final_carrera_Vertical_inici" indicant així que ja esta correctament ubicat i es farà un nou canvi d'etapa activant i desactivant les ET17 i ET16 respectivament. Un cop a la ET17 es farà, per motius de seguretat, una desactivació de les sortides (Motors) i de la ET1 que es la que donava alimentació a la subrutina "INTRODUCCIÓ" i alhora s'activarà el tag inici, que ens situa a la primera línia del programa principal "MainRoutine" fet que prepara el sistema per a una nova acció.

Subrutina IDENTIFICACIÓ CELA IN

En aquesta subrutina, l'objectiu és localitzar quina cel·la està buida i és la més propera a l'ubicació inicial de X=1, Y=1, per fer-ho es realitza una comparació constant del registre "i", que s'utilitza com a punter per anar canviant de cel·la a l'hora de realitzar la comparació dels valors dels registres que hem creat a la variable complexa (*Per més informació sobre crear la variable complexa, veure l'apartat Com crear una variable complexa*).

El primer que fa aquesta subrutina és identificar quina es la primera cel·la que està buida, per fer-ho realitza una comprovació sobre el registre "Estructura[i].Ocupació", aquest registre es del tipus BOOL, així que per fer la comparació només cal ficar un NC (Contacte normalment tancat) o NO (Contacte normalment obert). En el cas de que la cel·la estigui ocupada, sens activa la ET22 i desactiva la ET20, a la ET22 s'incrementa en 1 el valor del punter "i" per passar a la següent cel·la de les 350 que hi ha al sistema, un cop incrementat, es torna a la ET20 i desactiva la ET22. Aquest bucle es realitza de forma continua a no ser que es compleixin una de les dues condicions següents: que estigui lliure o bé que haguem comprovat totes les cel·les de la prestatgeria.

En el cas de localitzar la cel·la que esta buida, el procés a seguir es molt fàcil, ja que tenim el punter "i" ubicat a la cel·la correcte, només hem de sortir de la subrutina i tornar a la subrutina "INTRODUCCIÓ". Però abans de fer-ho, s'haurà d'habilitar l'etapa de sortida (ET23) desactivar l'actual (ET22) activar l'etapa següent de la subrutina a on sortim (ET11) i desactivar la que dona pas a aquesta subrutina (ET10).

En el cas de que s'hagin comprovat totes les cel·les i cap d'elles estigui lliure, es a dir, els registres comprovats d'Estructura[i].Ocupació tenen el valor de "1" i el punter "i" ha arribat a 349, s'habilitarà la ET24 i desactivarà la ET20. La ET24 activarà un temporitzador que aquest, mentre estigui activat, mostrarà un indicador de "prestatgeria plena" a la pantalla tàtil. Aquest indicador, romandrà actiu durant 5 segons i posteriorment desapareixerà. En el cas de que es torni a intentar introduir una caixa de pintura sense haver retirat cap de l'interior del sistema, es repetirà tot el procés amb idèntic resultat.

Nota: El registre "i" tindrà el seu màxim a 349 en vers de 350 degut a que, el seu valor inicial es 0 i no 1, d'aquesta manera el seu rang de valors serà de 0 a 349, sent així 350 posicions

Tot seguit reprenem el camí de la retirada que continua a partir de que l'operari escull a la pantalla tàctil l'opció retirada:

Subrutina retirada

En aquesta etapa, l'objectiu és transportar la caixa de la seva cel·la, on esta emmagatzemada, fins a la posició inicial, zona de carrega i descarrega. La ubicació d'una caixa que ja esta dins del sistema és aleatòria, com ja hem explicat a la introducció, l'assignació de cel·les es realitza per ordre d'entrada, però la sortida es indeterminada ja que depèn de quan s'hagi d'utilitzar per a realitzar una operació en el taller. Per a localitzar la caixa desitjada hi ha dos registres que són indispensables, el primer és el codi de color de la carta RAL que n'assigna la tonalitat, i el segon es l'acabat que determina l'aparença de la textura que té el color. Per aquest motiu, l'acció de retirar és més complexa.

El primer que farà el programa un cop entra a la subrutina de RETIRADA, és identificar a quina de les cel·les s'ha de dirigir, és a dir, quina cel·la conté la caixa de pintura desitjada. Per fer-ho és dirigirà a la subrutina "IDENTIFICACIÓ_CELA_OUT" (*Consultar punt Subrutina Identificació_cela_out*) un cop torna de la subrutina "IDENTIFICACIÓ_CELA_OUT" el programa farà una comparació entre els registres "Posició_Horitzontal_plataforma" que ens indica la posició real i actual de la plataforma a l'estructura, amb el registre "Estructura[i].Posició_Horitzontal" que ens indica la posició horitzontal de la cel·la a la que s'ha de dirigir la plataforma, alhora que fa la comparació tindrà activat el motor horitzontal en direcció dreta, quan el sensor de posició, detecti un nou pols, fet que indica que ha arribat davant de la següent cel·la, tornarà a fer la comparació i així fins que els dos tags (Posició_Horitzontal_plataforma i Estructura[i].Posició_Horitzontal) tinguin el mateix valor, quan siguin iguals farà un canvi d'etapa passant de la ET31 a la ET32, indicant que s'ha situat en la columna correcte. Un cop ubicats a la columna correcte és el torn de la filera, així que, es repetirà el mateix procés de comparació substituint els registres per Posició_vertical_plataforma que ens indica la posició en la que es troba la plataforma en sentit vertical en aquest moment i "Estructura[i].Posició_Vertical" que ens indica la posició vertical a la que volem anar. Durant el procés i en cas de que no siguin iguals els valors dels dos registres, es repetirà les

accions realitzades a la ET31. Si els valors són iguals, voldrà dir que la plataforma ja està correctament situada davant de la cel·la que conté la caixa desitjada i farà un nou canvi d'etapa passant de la ET32 a la ET33. A la ET33, activarà el pistó per evitar que quan es desbloqueïgi la cel·la, la caixa es desplaci cap a la plataforma i es pugui malmetre. Alhora, s'activarà un temporitzador "TEMPS_PISTO_IN" per donar temps a que el pistó s'expandeixi per complet. Un cop vençut el temps del temporitzador s'activarà el tag "TEMPS_PISTO_IN.DN" i això provocarà el canvi d'etapa de la ET 33 a la ET34. En la ET34 es desactivarà el pistó i s'iniciarà el temporitzador "TEMPS_PISTO_OUT", alhora, es reiniciaran els registres de informació de la cel·la per indicar que aquesta ara roman buida, és a dir, es posarà un valor zero als registres Estructura[i].Pes, Estructura[i].Codic, Estructura[i].Acabat, Estructura[i].Operari i Estructura[i].Ocupació. Un cop vençut el temps del segon temporitzador i activat el tag que així ho indica "TEMPS_PISTO_OUT.DN" es farà un nou canvi d'etapa passant de la ET34 a la ET35. Un cop tenim la caixa sobre la plataforma i resetejada la cel·la, només cal portar la caixa fins la posició inicial perquè l'operari pugui retirar-la, aquesta acció es realitzarà en les següents etapes. En la ET35 s'activarà el motor horitzontal en direcció esquerra fins arribar a la posició inicial X=1 que es detectarà en activar-se el sensor final de carrera "Final_carrera_horitzontal_inici" que desactivarà el motor horitzontal i canviarà l'etapa ET35 per la ET36. En la ET36 s'activarà el motor vertical direcció baixa, en activar-se el sensor "Final_carrera_vertical_inici" voldrà dir que ja estem a la posició X=1 i Y=1 i per tant, que l'operari ja pot retirar la caixa. En activar-se el sensor "Final_carrera_vertical_inici" es realitzarà el canvi d'etapa passant de la ET36 a la ET37 on es realitzarà la desconexió de les sortides (motors) es desactivarà la ET2 que manté activa la subrutina, la ET37 activarà la ET38 (que guiarà el programa fora de la subrutina tornant-l'ho al programa principal (MainRoutine) i també, s'activarà el tag "Inici" que provocarà el reset de totes les etapes.

Subrutina IDENTIFICACIÓ CELA OUT

En aquesta subrutina, l'objectiu és localitzar quina cel·la conté la caixa de color desitjada, per fer-ho es realitza una comparació constant dels registres "Estructura[i].Codic" i "Estructura[i].Acabat". Per a canviar de cel·la a la qual consultem els registres ho fem de nou sobre el punter "i" (*Per mes informació sobre crear la variable complexa, veure l'apartat Com crear una variable complexa*).

El primer que fa aquesta subrutina, és identificar quina és la cel·la de la caixa que estem buscant, per fer-ho realitza una comparació dels registres "Estructura[i].Codic" amb el tag introduït per l'operari a la pantalla tàctil, concretament al tag "CODI_COLOR", i alhora, també s'ha de complir que coincideixi el valor del registre "Estructura[i].Acabat" amb el valor del tag "ACABAT_COLOR" procedent també de la pantalla tàctil, aquest registre es del tipus REAL, així que, per fer la comparació només cal fer l'acció EQU primer sobre els registres "CODI_COLOR" i "Estructura[i].Codic". Si no són iguals s'activa la ET42 i desactiva la ET40, la ET42 incrementarà en 1 el valor del punter "i" fent que la pròxima comparació es realitzi sobre la cel·la següent. Un cop incrementat es torna a la ET40 desactivant la ET42. Aquest bucle es realitza de forma continua a no ser que es compleixin una de les dues condicions següents: que estigui lliure o bé que haguem comprovat totes les cel·les de la prestatgeria.

En el cas de localitzar la cel·la que compleix les dues comparacions, el procés a seguir és molt fàcil, ja que tenim el punter "i" ubicat a la cel·la correcte, només hem de sortir de la subrutina i tornar a la subrutina "RETIRADA". Però abans de fer-ho, s'haurà d'habilitar l'etapa de sortida (ET43) desactivar l'actual (ET42) activar l'etapa següent de la subrutina a on sortim (ET31) i desactivar la que dona pas a aquesta subrutina (ET30).

En el cas de que s'hagin comprovat totes les cel·les i que en cap d'elles estigui la caixa desitjada, és a dir, els registres comprovats d'Estructura[i].Codic i Estructura[i].Acabat no siguin iguals que "CODI_COLOR" i "ACABAT_COLOR" i el punter "i" ha arribat a 349, s'habilitarà la ET44 i desactivarà la ET40. La ET24 activarà un temporitzador que aquest, mentre estigui activat, mostrarà un indicador de "color inexistent" a la pantalla tàctil. Aquest indicador, romandrà actiu durant 5 segons i

posteriorment desapareixerà. En el cas de que es torni a intentar retirar una caixa de pintura amb un codi i color que no coincideixi, es repetirà tot el procés amb idèntic resultat.

Nota: El registre "i" tindrà el seu màxim a 349 en vers de 350 degut a que el seu valor inicial es 0 i no 1, d'aquesta manera el seu rang de valors serà de 0 a 349, sent així 350 posicions.

Conjunt d'entrades i sortides

Entrades digitals del PLC

Entrades	Elements
0	--
1	Sensor de Posició Plataforma
2	Sensor Final de carrera Horitzontal inici
3	Sensor Final de carrera Vertical inici

Taula 1. Entrades Digitals

Nota els polsadors de marxa, aturada i aturada d'emergència no seran entrades del PLC. Per més informació, consultar annex Esquemes.

Entrades analògiques del PLC

Entrades	Elements
0	Sensor de Pes

Taula 2. Entrades Analògiques

Només hi ha una sola entrada analògica que es el valor del pes de la caixa de pintura

Sortides digitals del PLC

Entrades	Elements
0	Pistó pneumàtic
1	Motor Horitzontal dreta
2	Motor vertical Puja
3	Motor Horitzontal esquerra
4	Motor Vertical Baixa
5	Desbloqueig cela

Taula 3. Sortides Digitals

En la taula anterior podem veure com estan connectats els elements actuadors al PLC.

Com crear una variable complexa

Per començar, sabem que en el nostre programa, que tindrà 350 cel·les (Posicions on podem dipositar caixes de pintura), haurem de gravar informació sobre la caixa que conte cada una. Per fer-ho, la millor manera és crear una variable amb un Data Type creat per nosaltres mateixos, es a dir, crear una tag que contindrà 350 variables i que en cada una d'elles hi haurà 5 variables més, aquestes emmagatzemaran dades diferents com poden ser el color, acabat, pes, operari...

El primer que hem de fer es inicial el programa de RSLogix 5000, un cop esta iniciat, veiem a l'arbre de mà dreta, l'apartat **Data Types**, fem clic a sobre amb el boto dret del ratolí, del menú que se'ns desplaça, escollim la primera opció **New Data Type**.

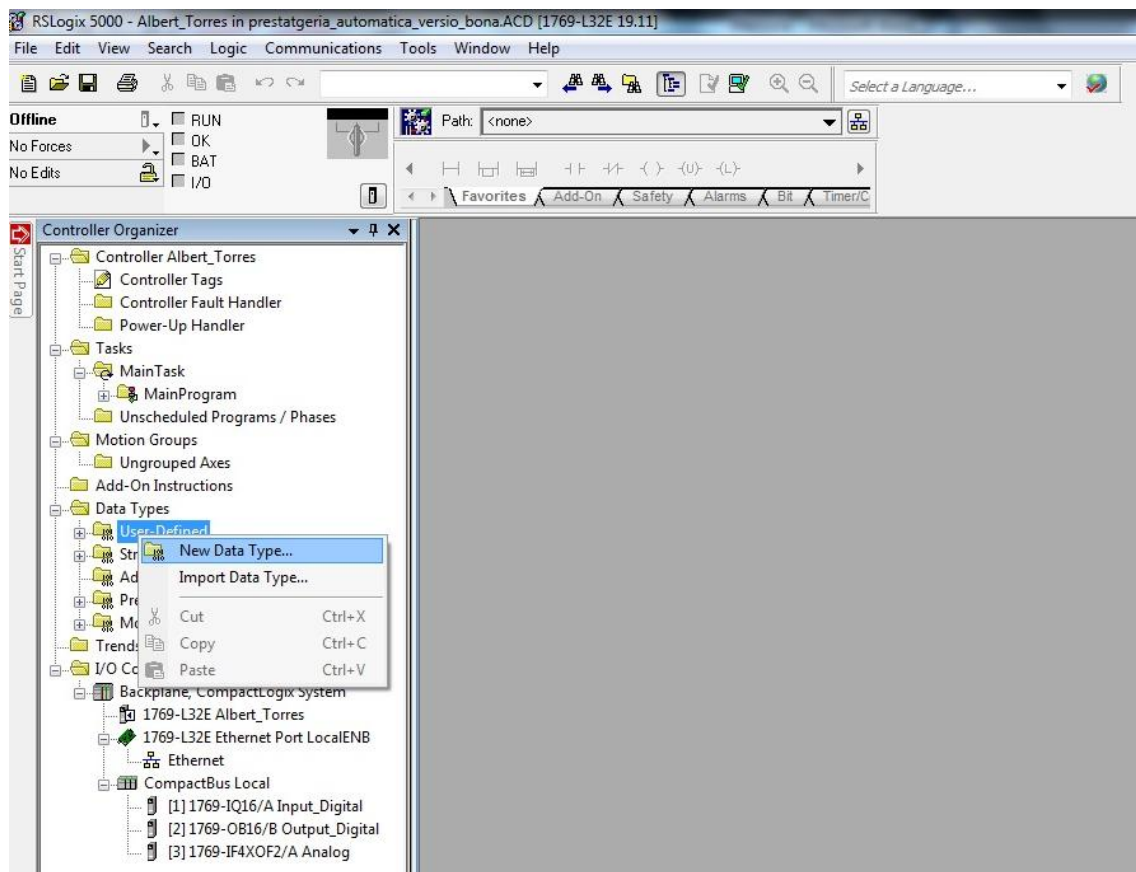


Figura 13. Selecció New Data Type

Tot seguit se'ns carrega una finestra per a fer-ne la configuració:

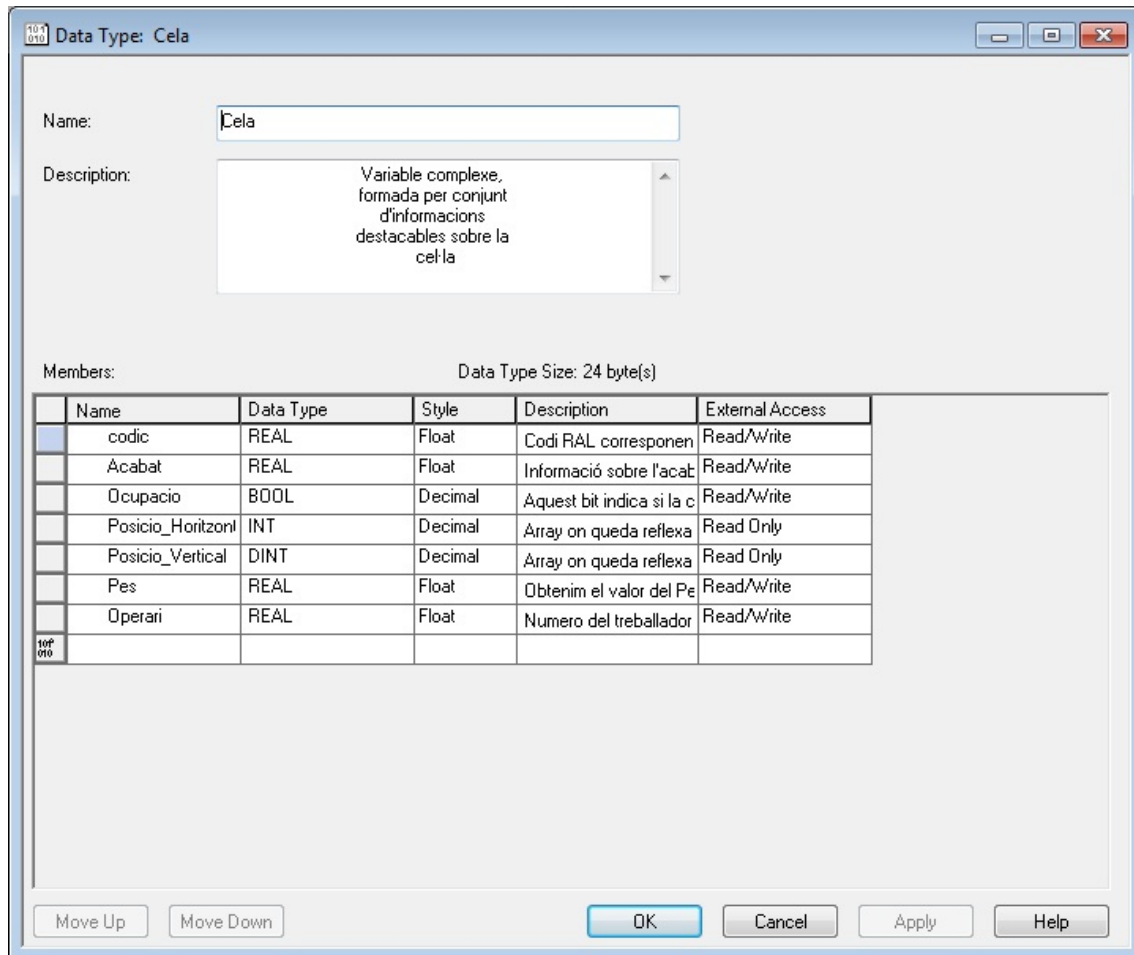


Figura 14. Crear Data Type

A Name introduïm el nom que tindrà el nostre Data Type. A sota tenim l'opció Descripció, que es opcional, on podem introduir una petita descripció del Data Type. Tot seguit, on posa Members haurem d'introduir les variables que formaran el Data Type que en el nostre cas són:

- **Codic:** a Data Type posem que és del tipus **REAL**, ja que serà un conjunt de 4 números. A Style, escollim **Float** perquè el contingut del tag sigui tractat com una paraula.

- **Acabat:** a Data Type posem que és del tipus **REAL**, ja que serà un numero predefinit a la programació del PanelView en funció de l'acabat escollit. A Style, escollim **Float** perquè el contingut del tag sigui tractat com una paraula.
- **Ocupació:** a Data Type posem que és del tipus **BOOL**, ja que serà un sol bit el qual només disposa de dos estats possibles. Tindrà un valor de 0 quan la cel·la estigui buida i un valor de 1 quan estigui ocupada. A Style, escollim **Decimal**.
- **Posicio_Horitzontal:** a Data Type posem que és del tipus **INT**, ja que serà un conjunt de 16 bits. A Style, escollim **Decimal** perquè el contingut sigui tractat com a tal.
- **Posició_Vertical:** a Data Type posem que és del tipus **DINT**, ja que serà un conjunt de 32 bits. A Style, escollim **Decimal** perquè el contingut sigui tractat com a tal.
- **Pes:** a Data Type posem que és del tipus **REAL**, ja que serà un numero obtingut del sensor de pes i no el volem modificar. A Style, escollim **Float** perquè el contingut del tag sigui tractat com una paraula.
- **Operari:** a Data Type posem que és del tipus **REAL**, ja que serà un numero predefinit a la programació del PanelView en funció de l'operari que estigui manipulant el sistema. A Style, escollim **Float** perquè el contingut del tag sigui tractat com una paraula.

Un cop definits els tags que componen el Data Type fem clic sobre Apply (Aplicar) i OK (Acceptar).

Ara ja podem procedir a crear la variable, per fer-ho, tornem a l'arbre de la finestra de l'esquerra de la pantalla del programa. A la part superior de l'arbre, podem veure l'apartat **Controller Tags**, fer doble clic per obrir la finestra que ho governa.

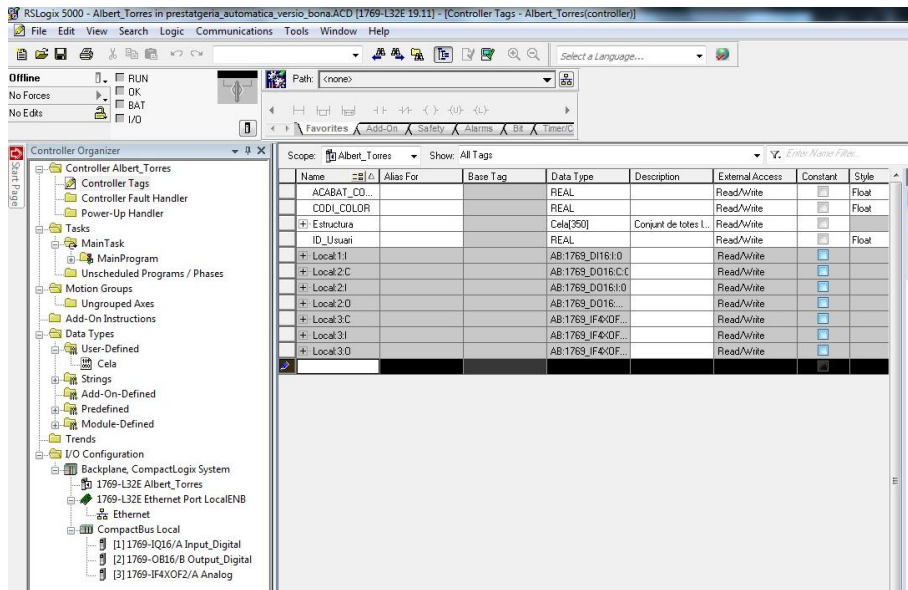


Figura 15. Controller tags

A la part baixa de la finestra que s'ha obert, fem clic sobre **Edit Tags**. Ara ja podem crear-ne un de nou, ens dirigim a la ultima filera del llistat i aquí configurem el tag desitjat. En aquest punt només hem d'introduir l nom del tag a la columna **Name**, que anomenarem **Estructura**, i el Data Type que hem creat a la columna **Data Type** que en el nostre cas s'anomena **Cela**.

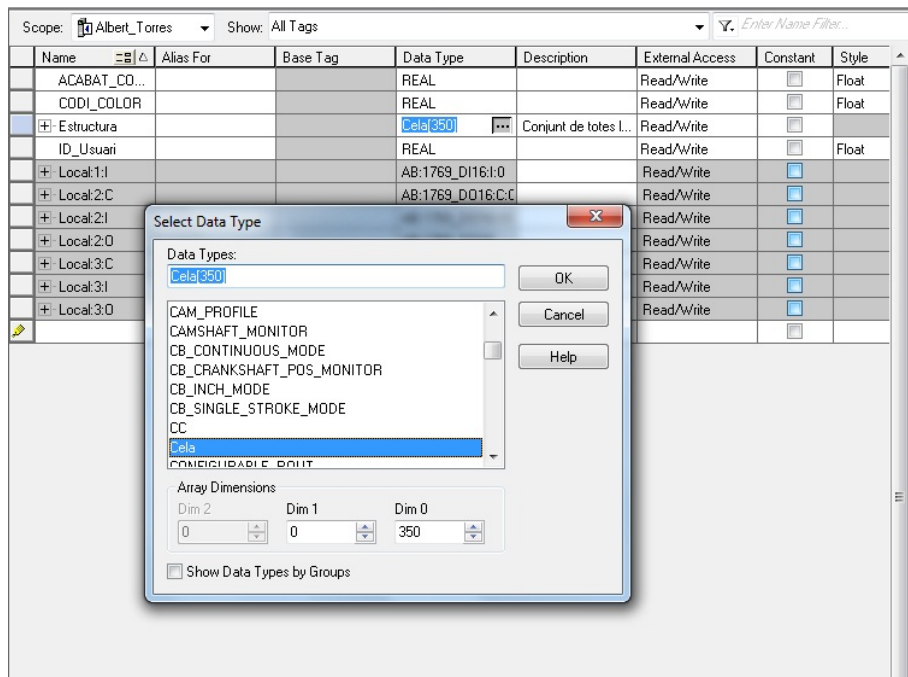


Figura 16. Seleccionar Data Type creat

Com que la prestatgeria te 350 cel·les, la variable ha de ser una Array (Cadena), per configurar-ho com a tal, a Data Type rere el nom Cela introduïm [350], d'aquesta manera es genera una Array de 350 variables les quals aniran des de la 0 fins la 349.

Un cop configurada, si anem a la pestanya **Monitoring Tags** (Part inferior de la finestra), i despleguem el tag Estructura, se'ns desplegarà des del Estructura[0] fins el Estructura[349] i si alhora despleguem qualsevol d'aquests Estructura sens mostraran els tags que el componen.



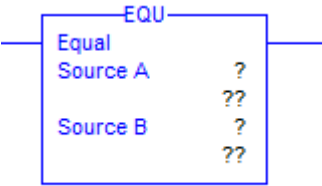
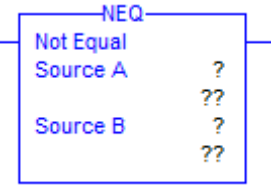
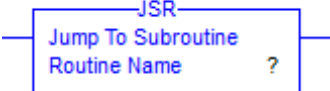
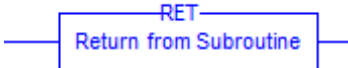
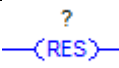
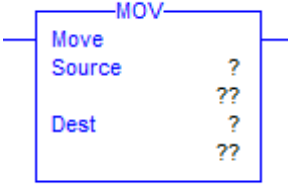
Name	Value	Force Mask	Style	Data Type	Description
- Estructura	{ ... }	{ ... }		Cela[350]	Conjunt de totes l...
- Estructura[0]	{ ... }	{ ... }		Cela	Conjunt de totes l...
- Estructura[0].codic	0.0		Float	REAL	Variable complex...
- Estructura[0].Acabat	0.0		Float	REAL	Variable complex...
- Estructura[0].Ocupacio	0		Decimal	BOOL	Variable complex...
+ Estructura[0].Posicio_Horizantal	0		Decimal	INT	Variable complex...
+ Estructura[0].Posicio_Vertical	0		Decimal	DINT	Variable complex...
- Estructura[0].Pes	0.0		Float	REAL	Variable complex...
- Estructura[0].Operari	0.0		Float	REAL	Variable complex...
+ Estructura[1]	{ ... }	{ ... }		Cela	Conjunt de totes l...
+ Estructura[2]	{ ... }	{ ... }		Cela	Conjunt de totes l...
+ Estructura[3]	{ ... }	{ ... }		Cela	Conjunt de totes l...
+ Estructura[4]	{ ... }	{ ... }		Cela	Conjunt de totes l...
+ Estructura[5]	{ ... }	{ ... }		Cela	Conjunt de totes l...
+ Estructura[6]	{ ... }	{ ... }		Cela	Conjunt de totes l...
+ Estructura[7]	{ ... }	{ ... }		Cela	Conjunt de totes l...
+ Estructura[8]	{ ... }	{ ... }		Cela	Conjunt de totes l...
+ Estructura[9]	{ ... }	{ ... }		Cela	Conjunt de totes l...

Figura 17. Variable complexe

Ara que ja tenim definida la variable complexa, per a poder identificar cada cel·la, donarem les coordenades de posició horitzantal al tag Estructura[n].Posicio_Horizantal, anant des de 0 fins a 13 que seran les diferents columnes, i les coordenades de posició vertical al tag Estructura[n].Posicio_Vertical, incrementant només quan el tag Estructura[n].Posicio_Horizantal arribi a 13.

D'aquesta manera ens quedarà que la posició horitzantal s'incrementa en cada tag i en arribar a 13 es reinicia i que la posició vertical només s'incrementa a cada reinici de la posició horitzantal.

Instruccions Ladder utilitzades

Instrucció	Nom	Definició
	NO	Contactador Normalment Obert: s'utilitza per activar o desactivar sortides o tags. El seu estat normal és 0 i en activar-se passa a tenir el valor 1
	NC	Contactador Normalment Tancat: s'utilitza per activar o desactivar sortides o tags. El seu estat normal és 1 i en activar-se passa a tenir el valor 0
	EQU (Equal)	Comparador: Compara el valor del Source A amb el B, i activa la sortida si són iguals. Si no són iguals, no s'activa la sortida i actua com si el circuit estigues obert
	NEQ (Not Equal)	Comparador: Compara el valor del Source A amb el B, i activa la sortida si són diferents, és igual el valor que tinguin, sempre i quan siguin diferents. Si són iguals, no s'activa la sortida i actua com si el circuit estigues obert
	JSR (Jump to subroutine)	Salt a subrutina, en activar-se aquesta acció, el programa es dirigeix cap a un altre subprograma. El programa executarà les instruccions que hi ha dins del subprograma, sempre i quan la línia que activa el salt estigui activa. S'ha d'introduir el nom de la subrutina a la que es vol saltar.
	RET (Return)	Quan s'activa aquesta acció, el programa surt de la subrutina en la que es troba i continua el programa des de la línia a la que ha fet el salt a aquesta. No cal posar cap Nom ni indicació
	RES (Reset)	Torna a iniciar el registre que te configurat
	MOV (Move)	Mou el contingut del registre Source, al registre de destí

	<p>ADD (Sumar)</p>	<p>Suma el contingut del registre Source A amb el contingut del registre Source B i el resultat de la suma el guarda al registre de Desti</p>
	<p>TON (Timer On)</p>	<p>Temporitzador: Incrementarà el valor del registre Timer (Tag de la classe: Timer), fins arribar al valor del Preset. El valor del registre en temps real el mostra en el Acumulat (Accum). Quan comença a contar s'activa el bit Enable (Nom_del_tag.EN) en finalitzar s'activa el bit DN (Nom_del_tag.DN)</p>
	<p>OSR</p>	<p>Filtra un canvi d'estat oferint un sol pols en el moment en que es canvia el valor del Storage Bit de 0 a 1. Obtindrem el pols del flanc de pujada en el bit Output Bit.</p>
	<p>L (Lach)</p>	<p>Enclavament d'una tag. Encara que es desactivi la linea que l'ha activat, aquest tag seguira activat fins que es forci la desactivació.</p>
	<p>U (Unlach)</p>	<p>Desenclavament d'una tag. Serveix per desactivar un tag que havia estat enclavat anteriorment.</p>
	<p>Energize</p>	<p>Sortida, aquesta instrucció activa un tag sempre i quan es compleixin les instruccions que l'activen, en el moment en que hi hagi una que no es compleixi, es desactiva automaticament. No requereix la desactivació manual.</p>

Taula 4. Instruccions Ladder

Diagrama de flux de la subrutina Inicialització. GRAFCET de nivell 1

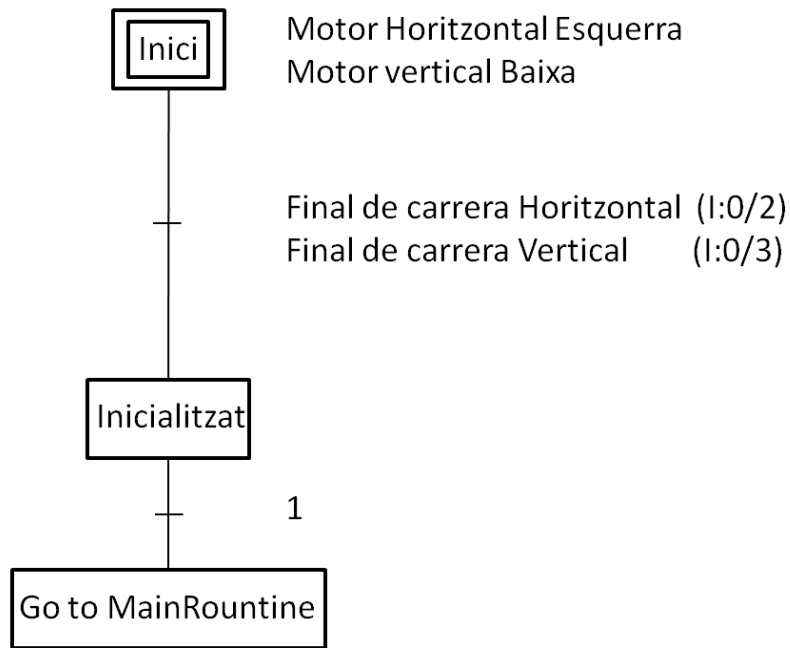


Figura 18. Grafcet Inicialització

Diagrama de flux del programa principal MainRoutine. GRAFCET de nivell 1

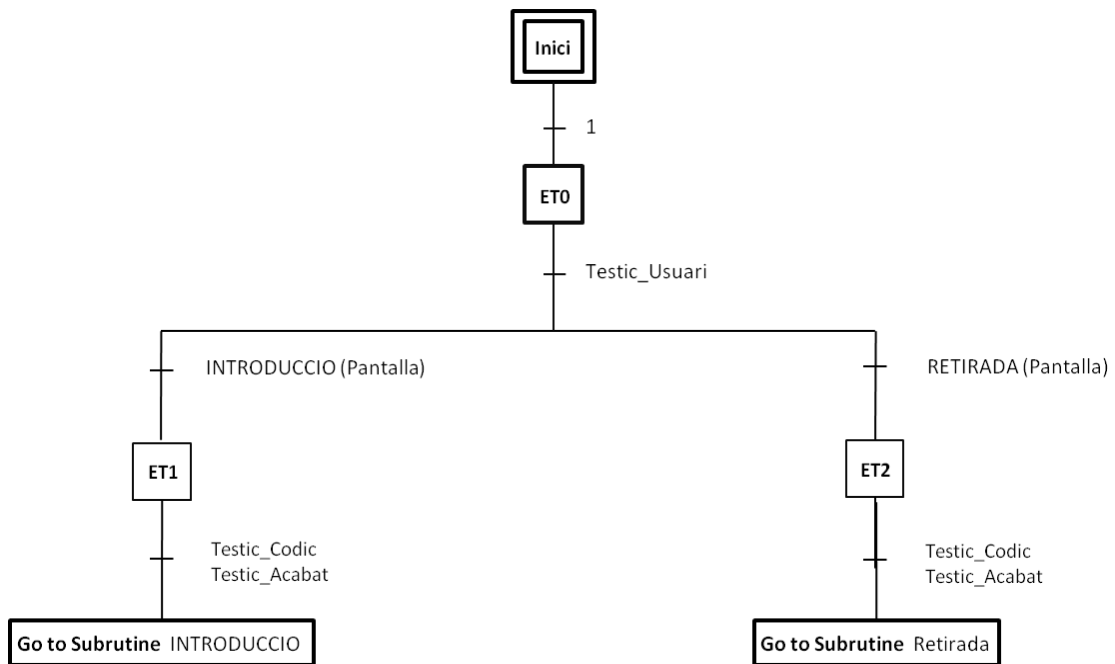


Figura 19. Grafcet MainRoutine

Diagrama de flux de la subrutina INTRODUCCIÓ. GRAFCET de nivell 1

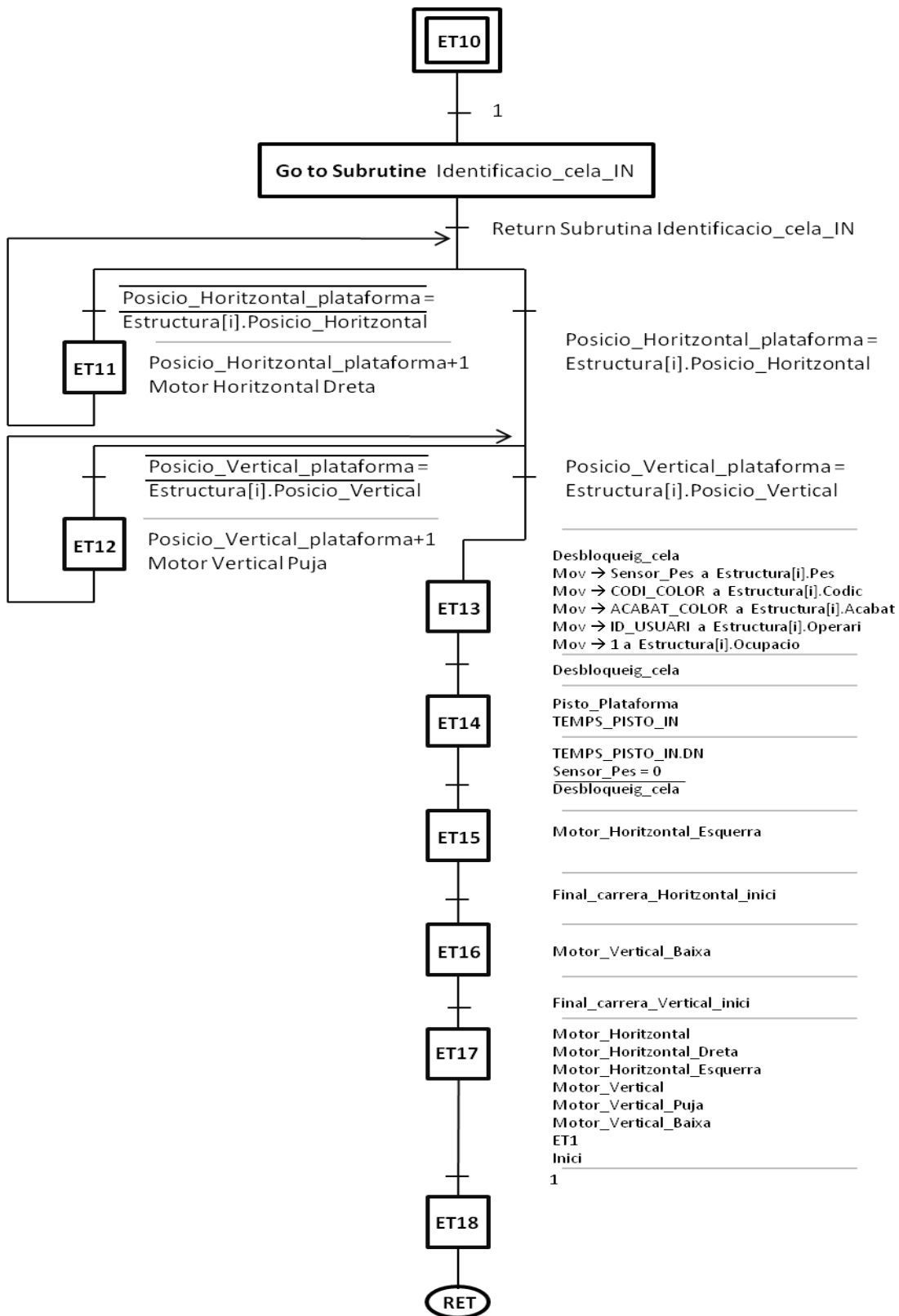


Figura 20. Grafcet INTRODUCCIÓ

Diagrama de flux de la subrutina Identificació_cela_IN. GRAFCET de nivell 1

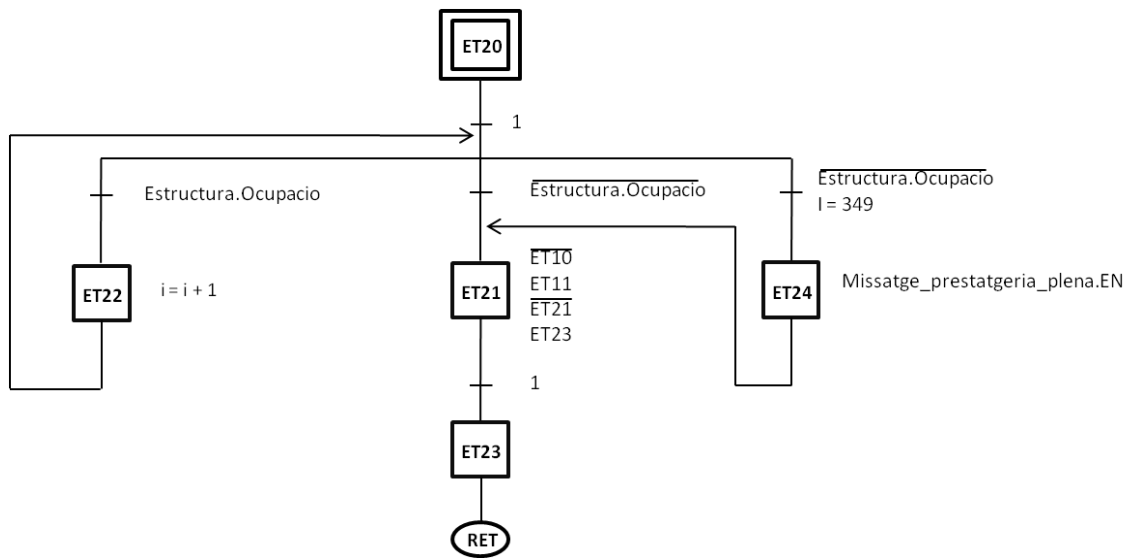


Figura 21. Grafcet Identificacio_cela_IN

Diagrama de flux de la subrutina RETIRADA. GRAFCET de nivell 1

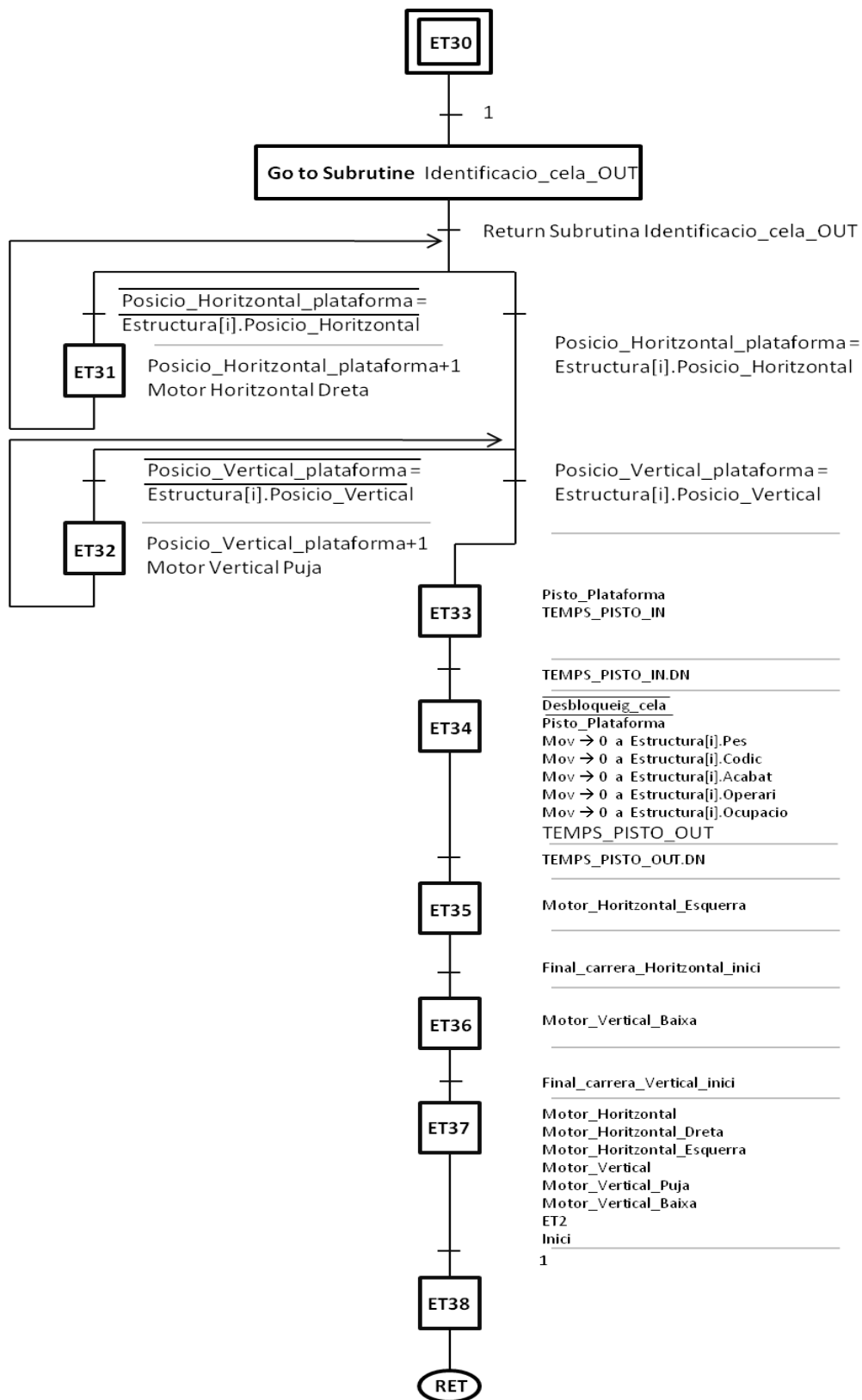


Figura 22. Grafcet Retirada

Diagrama de flux de la subrutina Identificació_cela_OUT. GRAFCET de nivell 1

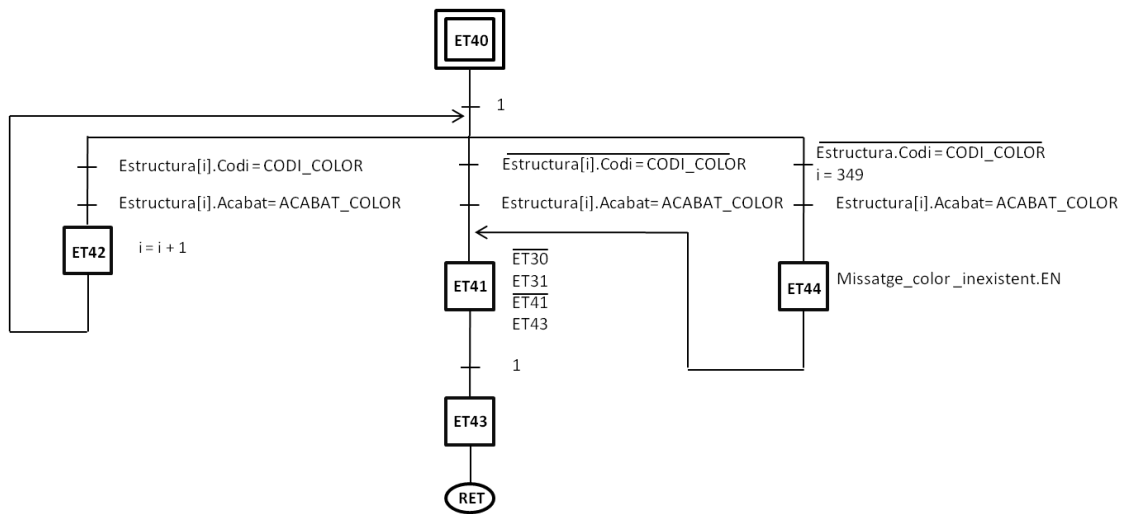


Figura 23. Grafcet Identificacio_cela_OUT

A l'hora de realitzar el disseny del GRAFCET s'ha tingut en compte:

1. La guia GEMMA (estats de marxa i aturada)
2. Els coneixements de la seqüència del procés, pas a pas.
3. Les entrades i sortides disponibles en el PLC.
4. Les especificacions inicials de la prestatgeria automàtica.
5. Les modificacions pertinents pel control i supervisió (software SCADA).
6. La implementació dels estats de marxa i aturada de l'automatisme.

En aquest nivell del GRAFCET hem realitzat una descripció global de l'automatisme que ens permet comprendre ràpidament, les accions que es realitzen en la zona de distribució de la cèl·lula de fabricació flexible.

Implementació del GRAFCET al LADDER

Un aspecte important a l'hora de programar el ladder és conèixer com funciona un autòmat a l'hora d'executar un programa.

Els autòmats programables són màquines seqüencials que executen contínuament les instruccions indicades en el programa. El cicle d'operació que segueix s'anomena "scan" i consta fonamentalment de tres fases:

Fase 1: L'adquisició de les entrades

Fase 2: El processament o execució seqüencial del programa

Fase 3: L'actualització de les sortides

Per tal de seguir una programació estructurada i òptima (les sortides al final de programa), la implementació del GRAFCET s'ha realitzat en 2 parts:

- Control d'etapes: On es programen les inicialitzacions, les transicions entre etapes i l'aturada d'emergència respectivament.
- Accions: On es programen les sortides que seràn activades per cada etapa

Nota: En l'annex 5 hi ha el programa de l'autòmat PLC.

Temporitzadors utilitzats

Durant el procés d'emmagatzematge de les caixes de pintura es convenient que es controlin certs paràmetres que requeririen d'instal·lacions de sensors cosa que encareix i dificulta el projecte, per evitar-ho s'ha optat per la simplificació d'alguns sensors i substitució d'aquests per temporitzadors. A continuació, es detallen els temporitzadors implementats en el LADDER del PLC i l'acció que controlen.

- *Temporitzadors utilitzats en el PLC*

Nom del tag	Descripció
TEMPS_PISTO_IN	S'activarà durant 5 segons quan es requereixi activar el pistó de la plataforma
TEMPS_PISTO_OUT	S'activarà en la subrutina RETIRADA per assegurar la desactivació total del pistó
Missatge_prestatgeria_plena	Mentres estigui actiu mostrarà un missatge de prestatgeria plena a la pantalla inicial del programa SCADA
Missatge_color_inexistent	Mentres estigui actiu mostrarà un missatge de color inexistent a la pantalla inicial del programa SCADA

Taula 5. Temporitzadors

Els temporitzadors (1 i 2) utilitzats en el programa, estan programats en 5 segons. Aquest valor es per donar temps al pistó de la plataforma a expandir-se en el cas del TEMP_PISTO_IN o contreure's en el cas del TEMP_PISTO_OUT, d'aquesta manera podrem assegurar que el pistó té temps per a realitzar aquestes dues accions sense necessitat de col·locar sensors per obtenir aquesta informació.

Els temporitzadors (3 i 4) realitzen una acció purament informativa, es a dir, són accionats només per activar un tag durant un temps determinat, el qual serà utilitzat per mostrar un missatge a la pantalla tàctil.

5.2.2. Programació zona de control

En aquest apartat tenim un conjunt de tres programes, que en combinar-los acabem obtenint un llistat de l'estoc en temps real de la prestatgeria. Dels tres programes hi ha un que simplement farà d'enllaç entre els altres dos, aquest és el programa Excel, diem que serveix d'enllaç perquè és on el programa que controla el PLC, RSLogix amb l'ajuda del programa de comunicacions RSLinx, (*Veure apartat: Comunicació PLC-Excel dins del punt 5.2.4.*) volca tota la informació que conté sobre els registres de cadascuna de les cel·les que componen la prestatgeria automàtica. D'aquesta manera tindrem en el document Excel tot un llistat de totes les caixes de pintura de dins de la prestatgeria amb la informació següent de cada cel·la:

- Codi de color de la escala RAL
- Acabat del color
- Usuari que la va introduir
- Pes de pintura en pols que conté la caixa que hi ha a l'interior de la cel·la

Un cop tenim tota la informació en l'Excel, per a fer-ho més amable a la vista, s'ha dissenyat unes pantalles en Access per a una fàcil consulta de la informació.

Descripció del procés a controlar

Per començar, fem clic sobre l'icona de la BBDD cedit pel projectista per obrir el programa. Un cop obert, ens apareixerà la pantalla principal, la qual mostra dos opcions, aquestes són:

1. Consultar la BBDD dels treballadors, per a consultar-n'he la informació
2. Consultar l'inventari que hi ha dins de la prestatgeria just en aquell moment.

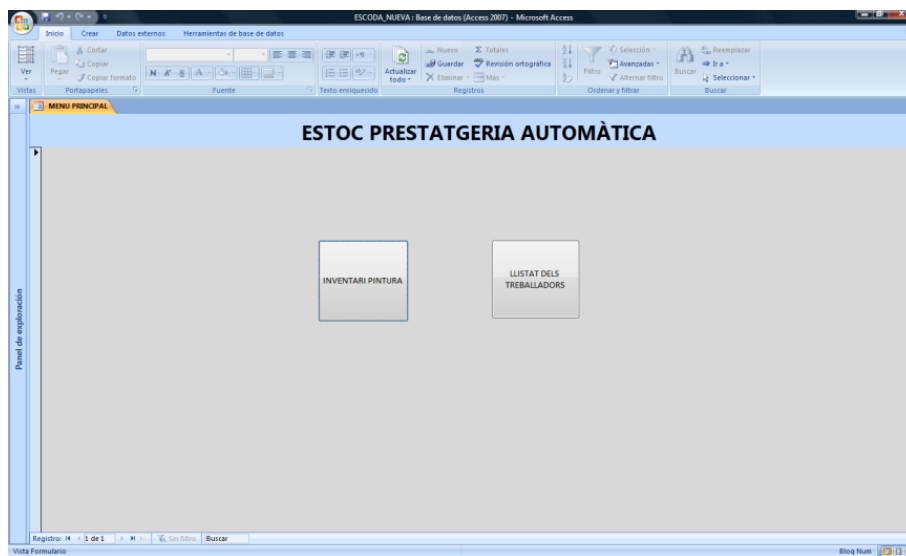


Figura 24. Pantalla principal BBDD

Si es fa clic sobre el boto del **l·listat de treballadors**, se'ns mostrarà una pantalla amb un l·lista on hi consta tota la informació:

Id del treballador	Nom	Primer Cognom	Segon Cognom
1	Jordi	Escoda	
2	Jesus	Sagillo	
3	Cristino		
4	Xevi	Abull	Novell
5	Oriol	Roure	Escoda
6	Albert	Torres	Bañeras
7	Enric	Torres	Gladiator
8	Dani	Calsapeu	
9	Montse	Pagnon	
10	Jeroni	Escoda	Canals

Figura 25. Llistat Treballadors BBDD

En aquesta pantalla, se'ns mostra una taula on els operaris estan dividits per fileres, i en les columnes podem trobar diferents informacions com ara:

- El Identificador d'usuari: és el codi que tenen dins del sistema de la prestatgeria automàtica.
- Nom
- 1r Cognom
- 2n Cognom

També podem observar com a la part de sota de la llista hi ha un polsador que indica **Inici** aquest polsador, si el premem ens retorna a la pantalla principal per escollir la informació de la BBDD que volem visualitzar.

Si es fa clic sobre el boto del **Inventari Pintura**, se'ns mostrarà una pantalla amb un llista on hi consta totes les caixes que hi ha actualment a les cel·les la de la prestatgeria, en el cas d'estar buides, ens mostra un 0:

Codi Color	Acabat	Data de compra	Pes en KG
0	#REF!	#/Nombre?	0
0	#REF!	#/Nombre?	0
0	#REF!	#/Nombre?	0
0	#REF!	#/Nombre?	0
0	#REF!	#/Nombre?	0
0	#REF!	#/Nombre?	0
0	#REF!	#/Nombre?	0
0	#REF!	#/Nombre?	0
0	#REF!	#/Nombre?	0
5002	Brillant	28/04/2014	3

Figura 26. Estoc Pintura

Com es pot observar, la llista del inventari està dividida en quatre columnes que representen:

- El codi de color RAL.
- L'acabat del color.
- La data en que es va introduir al sistema per última vegada.
- El pes que en ser inferior de 5 Kg ens alerta posant el color del numero en color vermell perquè aquest ressaltat.

En aquesta pagina és on el responsable dels estocs de pintura de l'empresa pot consultar l' inventari de pintures de les que disposa per a fer una millor organització de la producció

5.2.3. Programació Interfície d'usuari.

A continuació, és fa una explicació de les pantalles que componen la interfície d'usuari, és a dir, les pantalles per les quals s'ha de navegar mitjançant la pantalla tàctil, per a poder utilitzar la prestatgeria automàtica.

5.2.3.1. Disseny del SCADA

En aquest apartat explicarem els passos que hem seguit a l'hora de realitzar el disseny del SCADA. En primer lloc, exposarem les variables (tags) que hem cregut convenients crear per poder fer un control i una supervisió d'acord amb les especificacions inicials.

En segon lloc, explicarem com hem realitzat el disseny de les pantalles gràfiques.

5.2.3.1.1. Tags

Els tags és el nom per una variable del software RSVIEW. Poden ser de dos tipus:

- *Tags de dispositiu:* els tags que reben les dades d'una font externa, com per exemple un autòmat.
- *Tags de memòria:* Els tags que reben les dades des de la mateixa aplicació de RSVIEW.

Els tags es poden crear de dues maneres; crear molts a la vegada o a mesura que els anem necessitant. Com que la majoria de tags que havíem de crear eren de memòria, els hem anat creant a mida que els hem necessitat.

Tots aquest tags s'emmagatzemen en una base de dades anomenada Tag Database.

El RSVIEW utilitza els següents tipus de tags:

- **ANALOG:** Els tags analògics que emmagatzemen un rang de valors analògics
- **DIGITAL:** Els tags digitals que emmagatzemen un valor "0" ó "1" (Off / On).
- **STRING:** Els tags de cadena que emmagatzemen cadenes ASCII, una sèrie de caràcters o paraules enteres. La longitud màxima de la cadena és de 82 caràcters.

Nota: en el nostre cas, no hem utilitzat els tags del tipus analògic

En l'aplicació SCADA, hem creat tags que ens permeten realitzar les següents funcions:

- Introducció del Codi RAL de la caixa de color a manipular
- Introducció de l'acabat de la caixa de color a manipular
- Introducció de l'usuari que manipularà la prestatgeria
- Supervisar l'estat dels motors (activació/desactivació i sentit)
- Escollir si es vol introduir o retirar una caixa del sistema

5.2.3.1.2. *Interfícies gràfiques*

L'estructura de l'aplicació SCADA es basa en 10 interfícies gràfiques que s'encarreguen de supervisar i controlar la prestatgeria automàtica. S'ha dissenyat un interfície d'usuari senzilla i molt intuïtiva, per fer-ho més senzill s'ha intentat fer una pantalla per acció, d'aquesta manera s'ha aconseguit un disseny seqüencial.

INTERFÍCIE 1: Benvinguda.

Es la presentació del sistema a l'usuari, en aquesta pantalla no es realitza cap acció excepte la de passar a la següent pantalla.

També, es la pantalla de Shoutdown, és a dir la pantalla d'es d'on s'apagarà la interfície d'usuari.

INTERFÍCIE 2: Identificació.

En aquesta pantalla, s'informa a l'usuari que s'haurà d'identificar en el sistema, per fer-ho hi ha un botó, el qual al premé, et dirigeix a una altre pantalla.

INTERFÍCIE 3: Usuaris.

En aquesta pantalla, hi ha la llista dels usuaris que estan donats d'alta al sistema, entre els quals l'operari que esta manipulant el sistema, s'haurà d'escollir. Cada nom d'usuari té assignat un valor de 0 fins al 9, d'aquesta manera el control es pot realitzar més fàcilment que si ho haguéssim fet introduint paraules, ja que les variables serien més complexes.

La interfície 2 i 3, es podrien haver realitzat en una sola interfície, però s'ha preferit fer així per fer que el sistema sigui més simple. Aquest disseny ha estat acordat conjuntament amb l'empresa ESCODA, subjecte del projecte.

INTERFÍCIE 4: Acció.

Es presenten dos botons clarament definits, entre els quals l'operari haurà d'escollir quina funció vol realitzar en el sistema, aquestes opcions són:

- Introduir una caixa en el sistema
- Retirar una caixa del sistema

En aquesta pantalla es presenta una bifurcació, degut a que els processos d'introduir i retirar una caixa, són diferents tot i que tinguin alguns punts en comú.

INTERFÍCIE 5: Caixa introduïda

Abans de continuar, ha arribat el moment de dipositar la caixa sobre la plataforma transportadora. En aquesta pantalla se'ns indica que realitzem aquesta acció. Un cop realitzada, disposem d'un polsador que per intermitències, que haurem de premé per informar al sistema que ja s'ha efectuar aquest pas i que per tant podem continuar amb el procés.

INTERFÍCIE 6: Introduir caixa.

Aquesta pantalla es mostrarà en el cas que l'operari hagi escollit el procés d'introduir una caixa. Es una de les pantalles més complexes que es trobarà l'operari i en la qual s'hauran d'introduir les dades d'informació de la caixa que es vol entrar al sistema.

- Introducció Codi RAL
- Introducció acabat del color (llistat)
- Confirmació de les dades i inici del procés

En aquesta pantalla, l'operari tindrà un primer polsador per introduir el codi RAL que identifica la caixa de pintura, en premé el polsador, es mostrarà un teclat numèric per a introduir els 4 dígits, el mateix teclat numèric ja mostra que el valor a introduir té un rang de 0~9999.

Tot seguit, té un llistat on hi consten els acabats possibles de la gamma RAL, mitjançant els cursos que estan disponibles al costat dret de la llista, haurà de navegar entre els acabats i escollir-n'he el correcte, per acceptar ha de premé "Enter". Cada acabat de la llista té assignat un valor de 0 fins al 9, d'aquesta manera el control es pot realitzar més fàcilment que si ho haguéssim fet introduint paraules, ja que les variables serien més complexes.

Finalment, hi ha un altre polsador per a confirmar les dades i iniciar el procés.

INTERFÍCIE 7: Procés introduir.

Aquesta pantalla, és la més complexa alhora de realitzar-ne el disseny, però la més simple per a l'usuari. En aquesta pantalla hi ha tot un seguit d'indicadors que informen a l'usuari del sistema, el procés que esta efectuant la prestatgeria automàtica en cada moment:

- Indicador d'activació de Motor Horitzontal
- Indicador d'activació de Motor Vertical
- Indicador de sentit dreta de Motor Horitzontal

- Indicador de sentit esquerra de Motor Horitzontal
- Indicador de sentit puja de Motor Vertical
- Indicador de sentit baixa de Motor Vertical
- Indicador de procés d'introducció de caixa a la cel·la

Aquesta és una pantalla purament informativa, on l'usuari no pot intervenir en el procés però si veure les accions que s'efectuen, si no es vol consultar es pot premé el botó inici i esperar a que la plataforma aparegui a la posició inicial.

En el cas que es vulgui visualitzar el procés, en aquesta pantalla aniran apareixent imatges, en funció de l'acció que s'està realitzant.

Un cop finalitzat el procés, s'ha de premé el polsador "Inici" que ens dirigirà a la pantalla inicial

*Nota: Informació detallada de les activacions de les imatges
(consultar apartat 5.2.3.2. Disseny Interfície d'usuari)*

INTERFÍCIE 8: Retirar caixa.

Aquesta pantalla és mostrarà en el cas que l'operari hagi escollit el procés de retirar una caixa. És una de les pantalles més complexes que es trobarà l'operari i en la qual s'hauran d'introduir les dades d'informació de la caixa que es vol extreure del sistema.

- Introducció Codi RAL
- Introducció acabat del color (l·listat)
- Confirmació de les dades i inici del procés

En aquesta pantalla, l'operari tindrà un primer polsador per introduir el codi RAL que identifica la caixa de pintura, en premé el polsador, es mostrarà un teclat numèric per a introduir els 4 dígit, el mateix teclat numèric ja mostra que el valor a introduir te un rang de 0~9999.

Tot seguit, té un l·listat on hi consten els acabats possibles de la gamma RAL, mitjançant els cursos que estan disponibles al costat dret de la l·lista, haurà de navegar entre

els acabats i escollir-n'he el correcte, per acceptar ha de premé "Enter". Cada acabat de la llista té assignat un valor de 0 fins al 9, d'aquesta manera el control es pot realitzar més fàcilment que si ho haguéssim fet introduint paraules, ja que les variables serien més complexes.

Finalment, hi ha un altre polsador per a confirmar les dades i iniciar el procés.

INTERFÍCIE 9: Procés retirar.

Aquesta pantalla, és la més complexa alhora de realitzar-ne el disseny, però la més simple per a l'usuari. En aquesta pantalla hi ha tot un seguit d'indicadors que informen a l'usuari del sistema, el procés que esta efectuant la prestatgeria automàtica en cada moment:

- Indicador d'activació de Motor Horitzontal
- Indicador d'activació de Motor Vertical
- Indicador de sentit dreta de Motor Horitzontal
- Indicador de sentit esquerra de Motor Horitzontal
- Indicador de sentit puja de Motor Vertical
- Indicador de sentit baixa de Motor Vertical
- Indicador de procés d'introducció de caixa a la cel·la

Aquesta és una pantalla purament informativa on l'usuari no pot intervenir en el procés però si veure les accions que s'efectuen, si no es vol consultar es pot premé el botó retirar caixa i esperar a que la caixa aparegui a la posició inicial.

En el cas que es vulgui visualitzar el procés, en aquesta pantalla aniran apareixent imatges, en funció de l'acció que s'està realitzant.

Un cop finalitzat el procés, s'ha de premé el polsador retirar caixa que ens dirigirà a la pantalla següent.

*Nota: informació detallada de les activacions de les imatges
(consultar apartat 5.2.3.2. Disseny Interfície d'usuari)*

INTERFÍCIE 10: Retirar caixa.

Aquesta pantalla es mostrarà un cop el procés de retirada ja s'hagi efectuat i l'usuari ja pugui retirar la caixa a retirar de la plataforma ubicada a la posició inicial. Presenta un polsador intermitent indicant que s'ha de retirar la caixa de pintura, un cop l'usuari l'hagi retirat, haurà de premé el botó intermitent, fet que el dirigirà a la pantalla inicial a la espera de un nou procés.

L'estructura de l'aplicació SCADA es basa en 10 interfícies gràfiques. Totes segueixen una mateixa estructura visual. En la part superior tenim el logotip de l'empresa subjecte del projecte, aquest logotip esta present en totes les pantalles en la mateixa ubicació, la gamma de colors escollida ha sigut una tonalitat verda, que es el color corporatiu que representa a l'empresa. A l'interior hi ha un requadre amb tonalitat groga que es on hi hauran els diferents elements que ens anirem trobant en funció de la pantalla en que ens trobem. A la part inferior del requadre groc de totes les pantalles hi han els botons de governació, és a dir, el botó d'anar a la pantalla inicial, pantalla següent (continua) en el cas de ser requerit (ja que en ocasions el canvi de pantalla es realitza prement polsadors d'acció directe), "Enrere" el fet d'apagar l'aplicació només es podrà dur a terme des de la pantalla inicial prement el botó de la part inferior dreta de la pantalla en el qual es visualitza un interruptor "ON/OFF".

El disseny de les pantalles ha estat efectuat sota la supervisió de l'empresa ESCODA i un cop finalitzat el procés de disseny, ha estat aprovada pels màxims representants d'aquesta.



Figura 27. Disseny Pantalles

5.2.3.2. Disseny Interfície d'usuari

- **Pantalla inicial:**

Aquesta pantalla es mostrarà sempre que no hi hagi cap operari treballant en el sistema, és a dir, serà la pantalla en l'estat de repòs. Per a començar a utilitzar el sistema, l'operari haurà de prémer el polsador que indica: Començar.



Figura 28. Pantalla Inicial

Un cop es faci clic sobre el botó "Començar", la pantalla canviarà automàticament a la pantalla d'**Identificació**.

- **Pantalla identificació:**

En aquesta pantalla, s'informa a l'operari que ha d'identificar-se per a poder interactuar amb el sistema, així que l'operari ha de premé el botó de "nom d'usuari", el qual el dirigirà a la pantalla d'**Usuaris**:



Figura 29. Pantalla identificació

Un cop s'hagi pres el botó de “Nom d’usuari”, es mostra una nova pantalla on hi ha un llistat dels treballadors habilitats per a treballar amb el sistema. L’operari haurà d’escollir quin dels operaris és. Per escollir-n’he un, haurà de buscar el seu nom a la llista mitjançant les fletxes que hi ha a la dreta de la llista, un cop es situí sobre el seu nom, ha de premé el botó “Enter”. Si l’acció s’ha dut a terme satisfactòriament, el nom seleccionat es remarcarà en fons blanc, es llavors quan l’usuari ja podrà premé el polsador “continuar”. En fer-ho canviarem a la pantalla **Accio**:



Figura 30. Pantalla Usuari

- **Pantalla Acció:**

En la següent pantalla, s'escollirà si es vol introduir o retirar, la caixa de la prestatgeria. Per escollir l'opció d'introducció, s'haurà de prémer el polsador "**Introduir Caixa**". Aquesta elecció ens conduirà a la **pantalla d'introducció**. Per escollir l'opció de retirar caixa s'haurà de prémer el polsador "**Retirar Caixa**". Aquesta elecció ens conduirà a la **pantalla dades d'extracció**.



Figura 31. Pantalla Acció

Pantalles d'introducció de caixa al sistema

- **Pantalla d'introducció:**

Si arribem a aquesta pantalla és perquè s'ha escollit l'opció d'introduir caixa, tot seguit se'ns mostra un missatge a la pantalla indicant que situem la caixa de pintura a introduir, sobre la plataforma transportadora i que a continuació premem el polsador de "**Caixa Introduïda**" que en ser polsat, ens dirigeix a la pantalla següent **introduir caixa**.



Figura 32. Pantalla Introducció

- **Pantalla introduir caixa:**

En la pantalla que es mostra a continuació, és on s'ha d'introduir el codi RAL del color, que serà l'identificador de la caixa pel sistema. Per fer-ho, s'haurà de polsar la barra on s'indica **nom**, en fer-ho ens apareixerà un teclat numèric en el qual s'hauran de introduir els 4 dígits del color RAL desitjat . A part del codi de color, com que aquest pot tenir varis acabats, aquest haurà de ser indicat a continuació, escollint un de la llista que es mostra sota la referència: **Introduir la classe de color**. Per fer-ho, tenim les fletxes amunt i a baix al costat dret de la llista, un cop estiguem sobre l'acabat desitjat, s'ha de premé el botó "Enter". Un cop introduïdes les dades de la caixa que es vol introduir en el sistema, s'han de validar les dades, per fer-ho s'ha de polsar sobre "Clicar aquí per confirmar les dades i inici de la introducció". Si l'acció s'ha fet correctament, ens apareixerà un *check* al costat dret del mateix polsador, i la prestatgeria començarà a treballar per a entregar-nos la caixa desitjada. Tot seguit, s'ha de premé el polsador que indica "**Estat del Procés**".



Figura 33. Pantalla Introduir caixa

- **Estat del procés:**

En aquesta pantalla se'ns mostra un missatge de **En procés...** indicant que en aquesta pantalla el que hi apareix, són les accions que està realitzant la prestatgeria, és a dir, que la plataforma ha marxat de la seva ubicació en repòs i està anant a dipositar la caixa a la seva ubicació dins de la prestatgeria. A continuació, és mostra la pantalla amb tots els senyalitzadors activats per explicar-los, fet que no es durà mai a terme durant el procés.



Figura 34. Pantalla Procés introducció

Motor Horitzontal: Si el motor horitzontal no esta actiu, sota aquest nom, no es veurà cap imatge. En el moment en que s'activa el motor horitzontal, es mostra la imatge d'un motor.

Sentit (Sota Motor Horitzontal): En aquest indicador, es mostren dues fletxes amb sentit dreta i esquerra, aquestes fletxes mai estaran enceses alhora, ja que indiquen el sentit en que s'està desplaçant la plataforma horitzontalment. Sempre que estigui activada la imatge de motor horitzontal, estarà activada una de les dues fletxes indicadores de sentit.

Motor Vertical: Si el motor vertical no esta actiu, sota aquest nom, no es veurà cap imatge. En el moment en que s'activa el motor vertical, es mostra la imatge d'un motor.

Sentit (Sota Motor Vertical): En aquest indicador, es mostren dues fletxes amb sentit amunt i a baix, aquestes fletxes mai estaran enceses alhora, ja que indiquen el sentit en que s'està desplaçant la plataforma verticalment. Sempre que estigui activada la imatge de motor vertical, estarà activada una de les dues fletxes indicadores de sentit

Procés de introducció/extracció: Aquest és un indicador lumínic, degut a que, el procés d'introducció/extracció és un procés complex, aquest s'activarà un cop la plataforma estigui situada davant la cel·la i comenci el procés de introduir la caixa dins la cel·la.

Un cop la plataforma es situa a la seva posició inicial, els indicadors estaran tots apagat i llavors podem premé el polsador “**INICI**” per tornar a la pantalla inicial, ja que el sistema estarà llest per un nou procés.

Pantalles d'Extracció de caixa del sistema

- **Pantalla dades d'extracció:**

En la pantalla que es mostra a continuació, es on s'ha d'introduir el codi RAL del color, que serà, conjuntament amb l'acabat del color, els identificadors de la cel·la que conté la caixa de pintura en el sistema. Per fer-ho, s'haurà de pulsar la barra on s'indica: **Nom:**, en fer-ho ens apareixerà un teclat numèric en el qual s'hauran d'introduir els quatre dígitos del color RAL desitjat. A part del codi de color, també s'ha d'introduir l'acabat, ja que es pot donar que hi hagi dues caixes del mateix color però amb acabats diferents, per definir l'acabat, s'ha d'escollir un de la llista que es mostra sota la referència: **Introduir la classe de color.** Per fer-ho, tenim les fletxes amunt i a baix al costat dret de la llista, un cop estiguem sobre l'acabat desitjat, s'ha de premé el botó "Enter". Un cop introduïdes les dades de la caixa que es vol retirar del sistema, s'han de validar, per fer-ho s'ha de pulsar sobre "**Clicar aquí per confirmar les dades i inici de l'extracció**". Si l'acció s'ha fet correctament, ens apareixerà un check al costat dret del mateix polsador, i la prestatgeria començarà a treballar per a entregar-nos la caixa desitjada. Tot seguit, és pot premé el polsador "d'**Estat del procés**" o el de "**retirar caixa**".



Figura 35. Pantalla Extracció

Tot seguit, hi ha dos camins:

- Si es prem el pulsador de **“Retirar caixa”** anirem a la pantalla Pantalla d’extracció.
- Si es prem el pulsador **“Estat del procés”** continua des d’aquest punt

- **Pantalla procés extracció:**

En aquesta pantalla se’ns mostra un missatge de **En procés...** indicant que en aquesta pantalla el que hi apareix, són les accions que està realitzant la prestatgeria, és a dir, que la plataforma ha marxat de la seva ubicació en repòs i esta anat a situar-se davant la cel·la a la qual es vol extreure la caixa que conté. A continuació, és mostra la pantalla amb tots els indicadors activats per explicar-los, fet que no es durà mai a terme durant el procés.



Figura 36. Pantalla Procés extracció

Motor Horitzontal: Si el motor horitzontal no esta actiu, sota aquest nom, no es veurà cap imatge. En el moment en que s'activa el motor horitzontal, es mostra la imatge d'un motor.

Sentit (Sota Motor Horitzontal): En aquest indicador, es mostren dues fletxes amb sentit dreta i esquerra, aquestes fletxes mai estaran enceses alhora, ja que indiquen el sentit en que s'està desplaçant la plataforma horitzontalment. Sempre que estigui activada la imatge de motor horitzontal, estarà activada una de les dues fletxes indicadores de sentit.

Motor Vertical: Si el motor vertical no esta actiu, sota aquest nom, no es veurà cap imatge. En el moment en que s'activa el motor vertical, es mostra la imatge d'un motor.

Sentit (Sota Motor Vertical): En aquest indicador, es mostren dues fletxes amb sentit amunt i a baix, aquestes fletxes mai estaran enceses alhora, ja que indiquen el sentit en que s'està desplaçant la plataforma verticalment. Sempre que estigui activada la imatge de motor vertical, estarà activada una de les dues fletxes indicadores de sentit

Procés de introducció/extracció: Aquest és un indicador lumínic, degut a que el procés d'introducció/extracció és un procés complex, aquest s'activarà un cop la plataforma estigui situada davant la cel·la i comenci el procés de extracció de la caixa de dins la cel·la.

Un cop la plataforma es situa a la seva posició inicial, els indicadors estaran tots apagat i llavors podem premé el polsador "**Retirar la caixa**" per anar a la pantalla d'extracció.

- **Pantalla d'extracció:**

Finalment se'ns mostrarà la pantalla d'extracció, que ens informa que la plataforma ja ha arribat a la seva posició de repòs amb la caixa de color, i aquesta ja pot ser extreta del sistema. Per acabar amb el procés, haurem de prémer el polsador de "**Caixa Retirada**" que en ser polsat, ens dirigeix a la pantalla d'inici indicant que el procés ha finalitzat i que el sistema està llest per iniciar-n'he un de nou.



Figura 37. Pantalla Extracció

5.2.4. Comunicacions

Quan parlem de comunicacions amb l'autòmat programable, aquesta pot establir-se de diferents maneres, com ara:

- Comunicació amb un ordinador per programar l'autòmat.
- Connexió entre diferents autòmats o dispositius per intercanviar informació.

En el nostre projecte, només s'utilitza la comunicació tant amb un ordinador per a programar l'autòmat, com amb una pantalla tàctil per a governar el sistema. Aquesta comunicació pot ser realitzada per diferents medis, dos exemples clars d'aquesta comunicació són RS-232 i Ethernet. Les dues comunicacions es podrien dur a terme entre el ordinador i el PLC, perquè tots dos són aptes per a realitzar-les, però com que la pantalla la connectarem mitjançant Ethernet, realitzarem totes les comunicacions amb aquest sistema. El diagrama de comunicacions entre l'autòmat, l'ordinador i la pantalla és el següent:

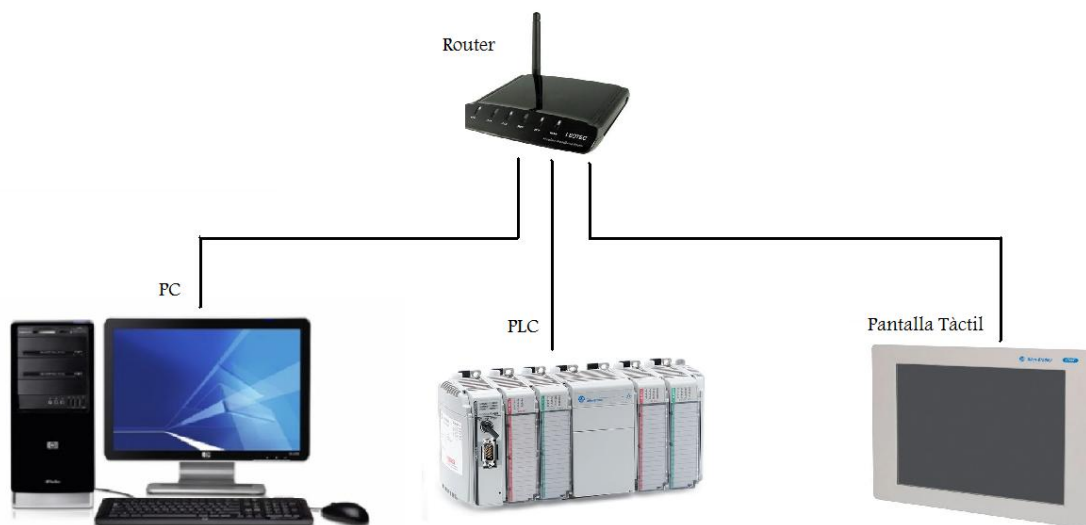


Figura 38. Esquema connexió

Tots els dispositius estan connectats al *router* mitjançant cable Ethernet

Configuració del controlador de comunicació de l'ordinador

El software RSLinx ens permet configurar el controlador (driver) de comunicacions de l'ordinador i proporcionar al controlador programable Allan-Bradley accés a una àmplia varietat d'aplicacions de Rockwell Software, com per exemple RSLogix 5000 (programació dels autòmats) o PanelView (software SCADA).

Per establir la comunicació entre l'ordinador i l'autòmat CompactLogix 1769-ECR a través de la connexió Ethernet s'ha de seguir aquest passos:

Per començar obrirem el programa RSLinx Classic:



Figura 39. App RSLinx

Per obrir el software de RSLinx, anem a inici i fem clic sobre l'ícona RSLinx Classic (l'ubicació del icona pot variar en funció del directori on s'hagi instal·lat).

El primer que hem de fer és generar un nou driver, per fer-ho un cop iniciat el programa RSLinx, se'ns mostrarà la pantalla següent:

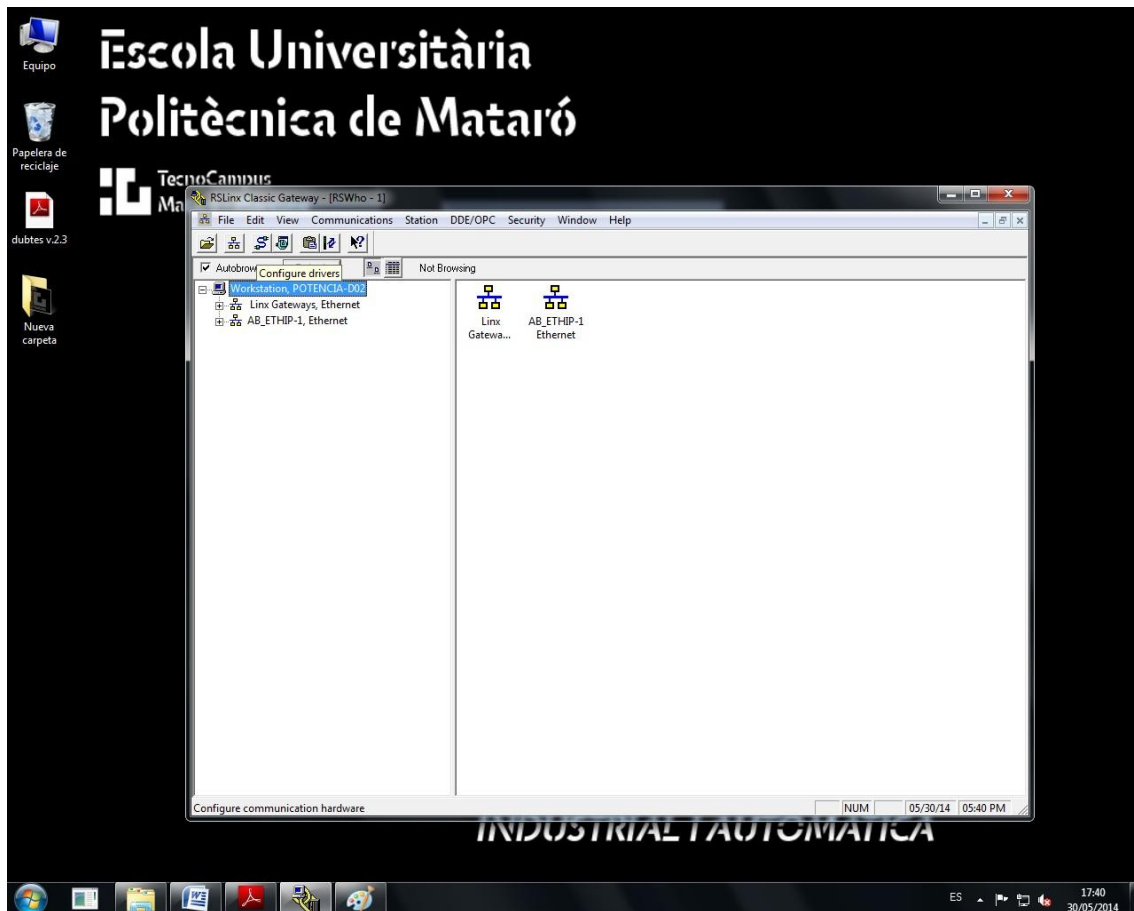



Figura 40. RSLinx

Per a generar el nou driver, hem d'anar a “**configure drivers**” fent clic sobre el icona  el qual ens obrirà l'assistent de configuració següent:

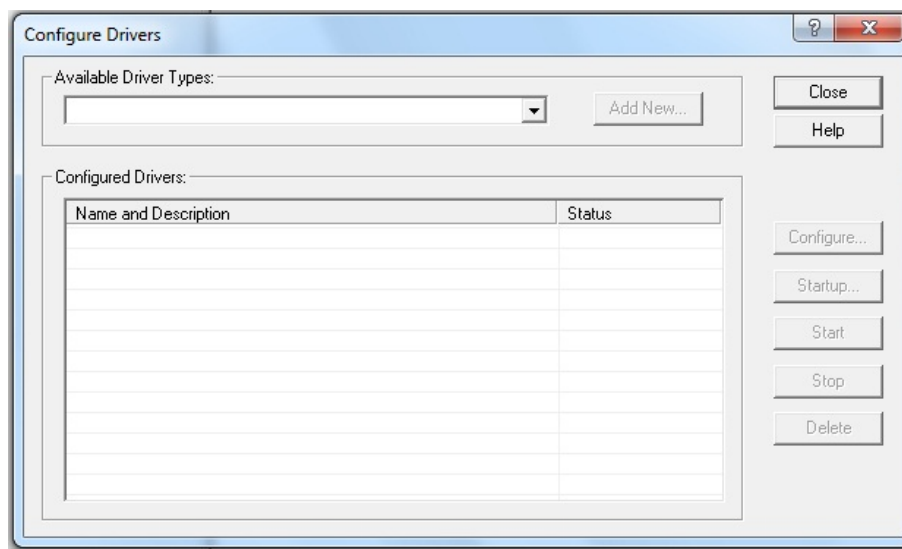


Figura 41. Configuració Driver

En aquest apartat s'ha de generar la classe de driver que es voldrà utilitzar. En el cas del nostre projecte, com s'ha explicat anteriorment, la comunicació es farà mitjançant connexió Ethernet. Per escollir la classe de driver amb el que treballarem, desplegarem el llistat de drivers fent clic a l'apartat "**Available Driver Types**".

Per escollir el driver de Ethernet, escollim de la llista el anomenat "**Ethernet devices**".

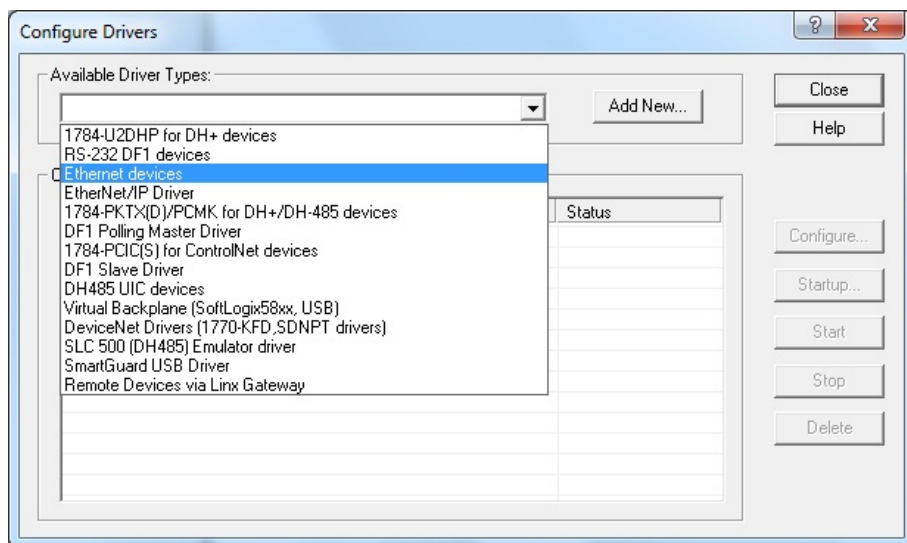


Figura 42. Llistat drivers

Un cop seleccionem el driver, ens apareixerà l'opció per definir el nom que li volem donar, es pot deixar el nom generat per defecte que és **AB_ETH-1**.

Un cop seleccionat el nom, haurem d'indicar la direcció IP en la que es troba el PLC amb el que volem comunicar l'ordinador.

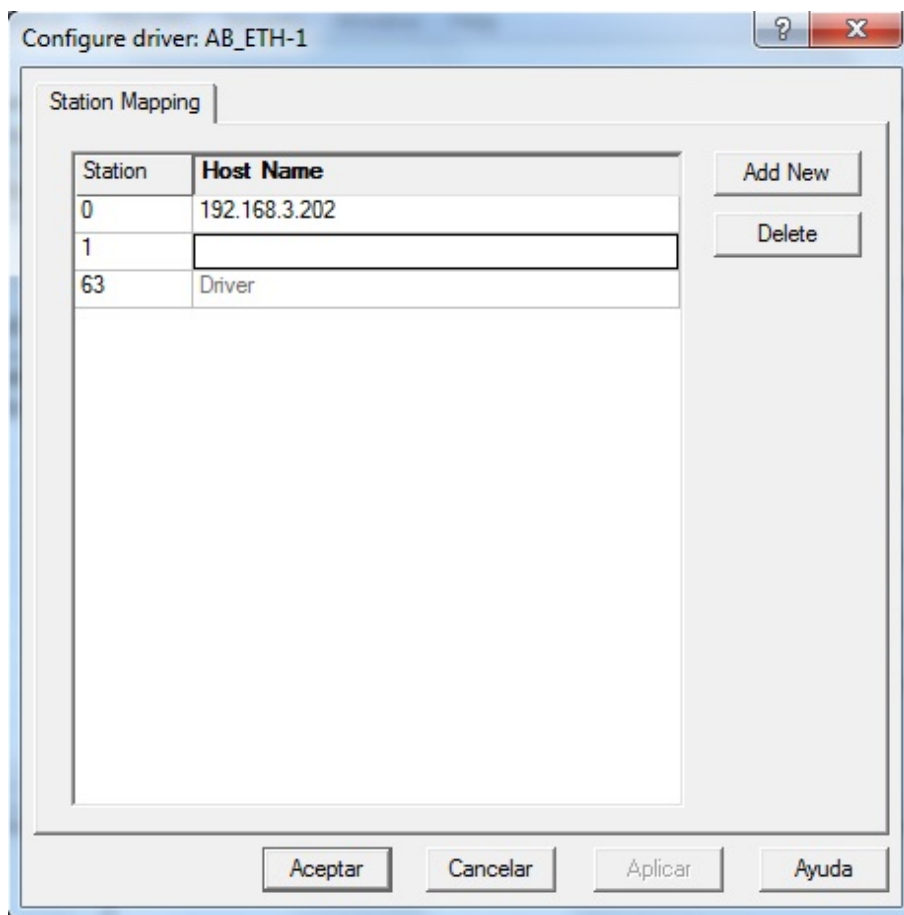


Figura 43. Direcció IP

Introduïm els números de la direcció IP que té el nostre PLC, que en el nostre cas és **192.168.3.202** i fem clic sobre “**Add New**”. Un cop definida la direcció IP, fem clic sobre “**Acceptar**”.

Un cop introduïda la direcció IP, el RSLinx ja es connectarà amb el PLC i farà la configuració automàtica, és a dir, que el mateix programa ja reconeixerà la CPU del PLC i les targetes acoblades a ell, com ara les entrades i sortides digitals, i les analògiques.

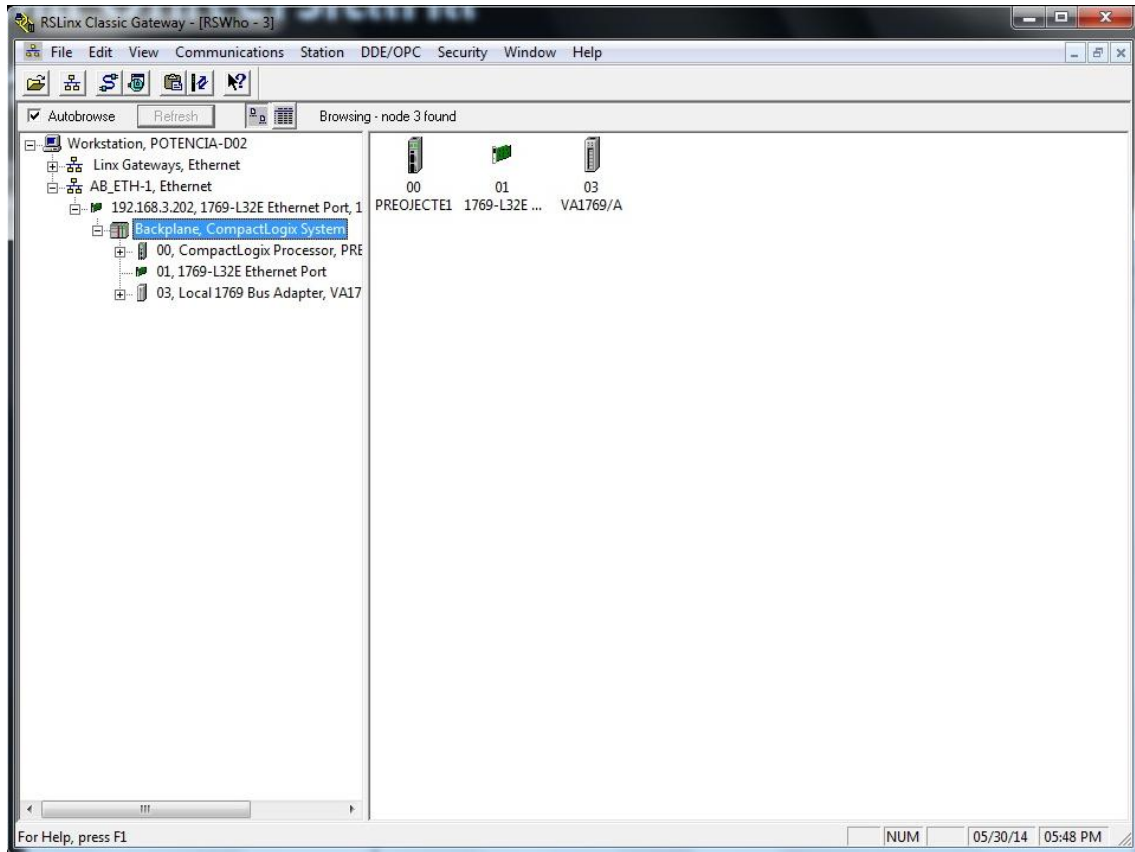


Figura 44. Dispositius a la Xarxa

Podem comprovar que ha detectat correctament el PLC i els seus components si naveguem per l'arbre de l'esquerra i despleguem els dispositius fins a veure les targetes acoblades al PLC.

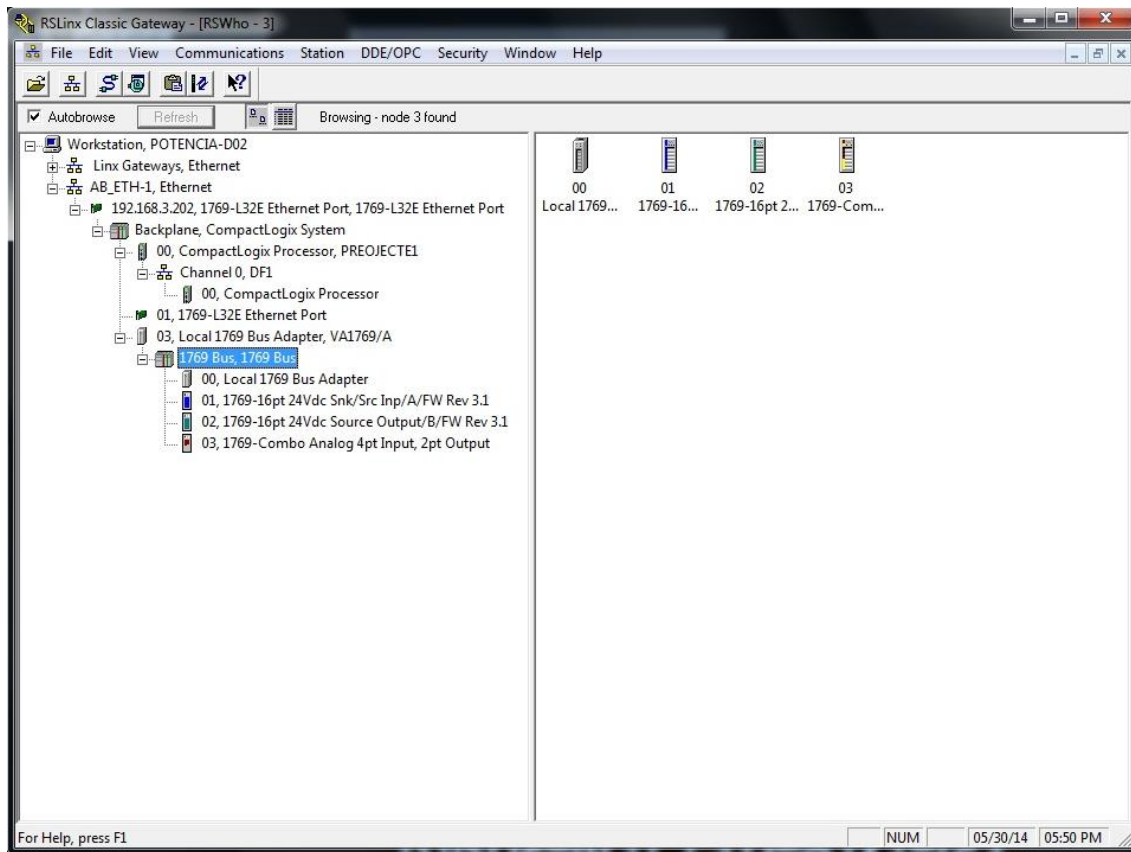


Figura 45. Elements del PLC reconeguts

Com es pot comprovar a la pantalla de l'esquerra, ens apareixen el mòdul de Ethernet del PLC, el mòdul d'entrades digitals, el mòdul de sortides digitals i el mòdul d'entrades/sortides analògiques.

Arribats aquest punt, si obtenim la pantalla anterior, significa que el RSLinx ha estat configurat correctament i que pot comunicar-se amb el PLC.

Comunicació PC-Autòmat per la programació de l'autòmat

El model CompactLogix 1769-L43/A incorpora el canal "0" que és un port RS-232 i admet configurar-l'ho amb diferents protocols. Per altre banda, la CPU del PLC porta incorporada la configuració, tant de software com de hardware, de Ethernet que, com ja hem comentat es la que s'utilitzarà. Aquest mètode de comunicació, un cop s'ha configurat correctament el RSLinx, es molt fàcil i ràpid d'utilitzar, ja que només requereix connectar el cable de Ethernet del PLC al router que farà de comunicador entre els tres elements que

composen el sistema (Ordinador, PLC i Pantalla tàctil, tots ells connectats via Ethernet al router).

Un cop connectats, ordinador i PLC entre si mitjançant el router, ja podem procedir a descarregar el programa del ordinador a la CPU del PLC. Per descarregar el programa a l'autòmat CompactLogix 1769-ECR a través de la connexió Ethernet s'ha de seguir els següents passos:

Per començar obrirem el programa RSLogix5000 anomenat ESCODA, proporcionat per l'enginyer del projecte:



Figura 46. App RSLogix 5000

Un cop obert el programa, obtindrem la següent imatge:

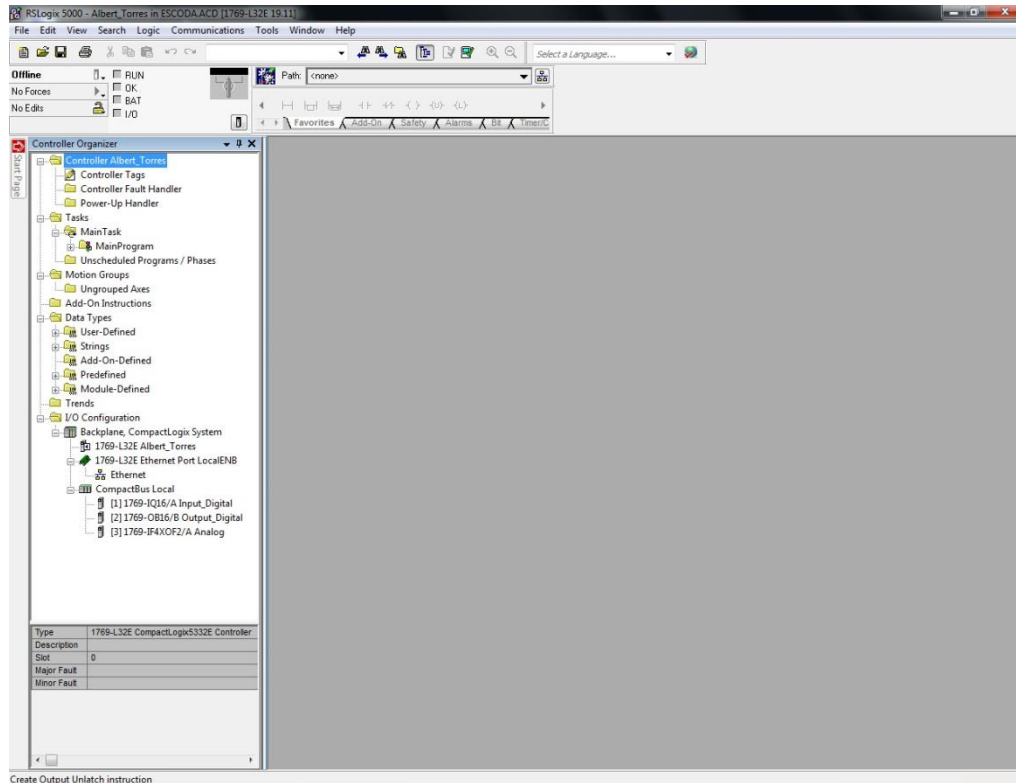



Figura 47. RSLogix 5000

El primer pas que em de fer per a connectar el programa amb el PLC per posteriorment descarregar-l'ho és fer clic sobre l'icona  "Who Active" ubicada a la part superior central del programa.

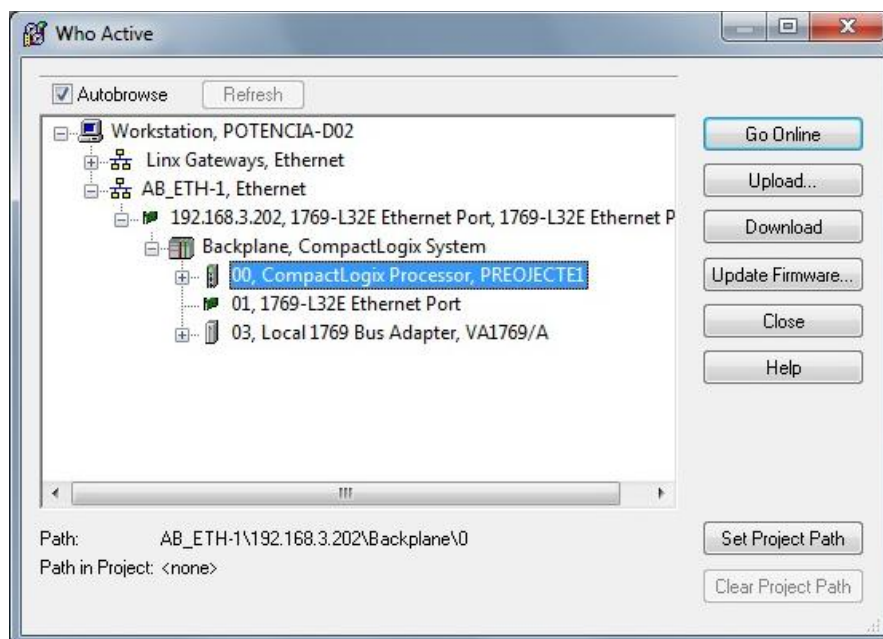


Figura 48. Elements a la xarxa

Tot seguit, mitjançant la navegació per arbre despleguem i seleccionem la CPU del nostre PLC. Un cop seleccionada la CPU, de mà dreta fem clic sobre el icona “Download” (descarrega) per començar a descarregar el programa al PLC. El programa RSLogix ens preguntarà, per motius de seguretat, si realment volem descarregar el programa sobre el PLC, ja que aquesta acció esborrarà el contingut actual del PLC. Fem clic sobre “Download”, per continuar amb la descarrega:

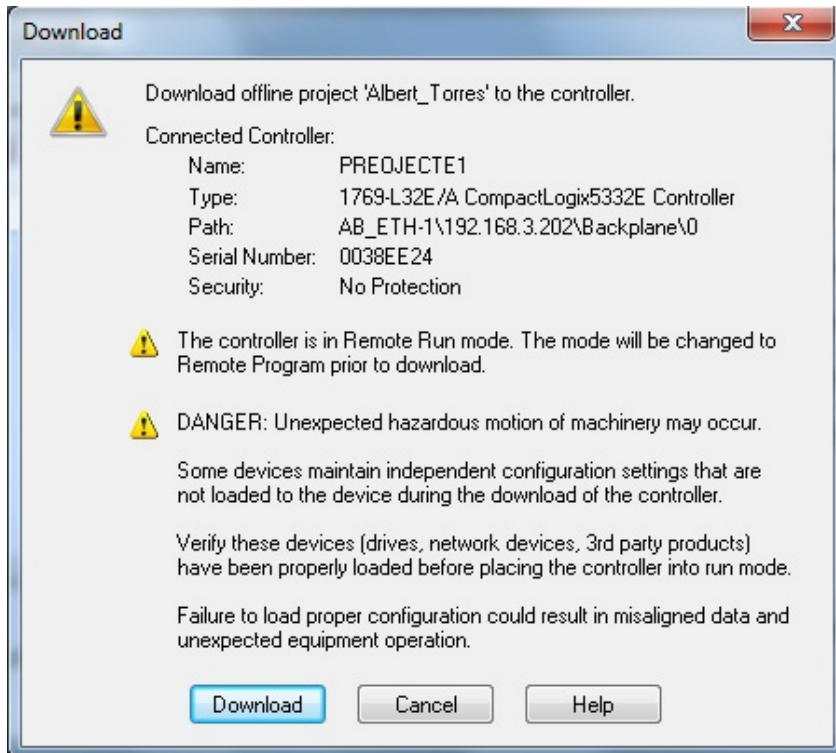


Figura 49. Download

Ara si, el programa inicia la descarrega sobre la CPU del PLC. El RSLogix ens mostrarà una barra de carrega per informar-nos del procés:

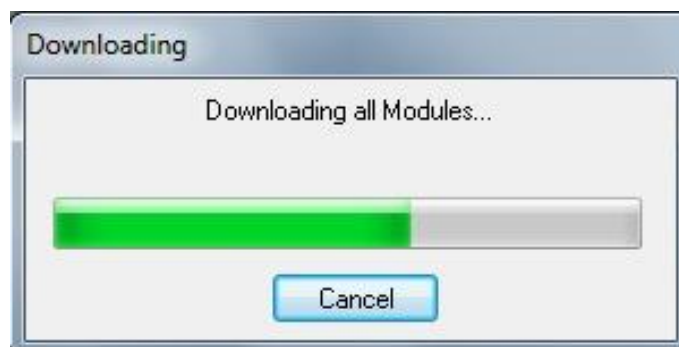


Figura 50. Procés

Un cop es completi la barra de descarrega, el programa ja estarà gravat en la memòria del PLC. El programa RSLogix, ens mostrarà a continuació, un missatge informant-nos de que si volem posar el programa en mode Run. Aquest mode, serveix per a visualitzar en temps real les accions que es duen a terme al PLC, d'aquesta manera podem veure en quina línia de programa ens trobem i els tags que s'activen i desactiven en cada moment.

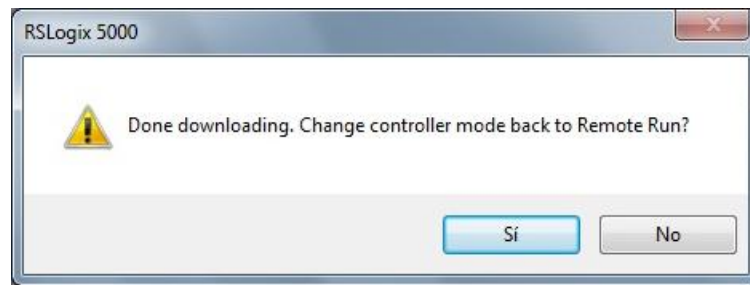


Figura 51. Activar mode run

Fem clic a “**Si**” i a continuació ja podrem veure el programa amb les activacions i desactivacions en temps real. El mode Run, està pensat per ajudar a fer diagnòstics de errors o mal funcionaments. En el nostre cas, no es necessari visualitzar el programa per a que tingui un correcte funcionament.

Per saber si estem o no en mode Run ho podem visualitzar a la part superior esquerra del programa.

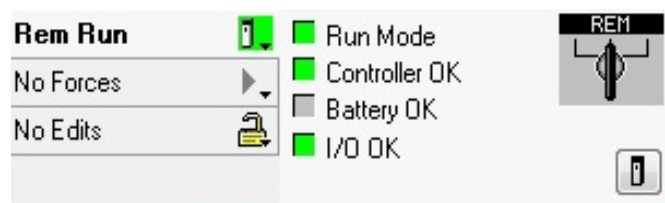


Figura 52. Estat del PLC

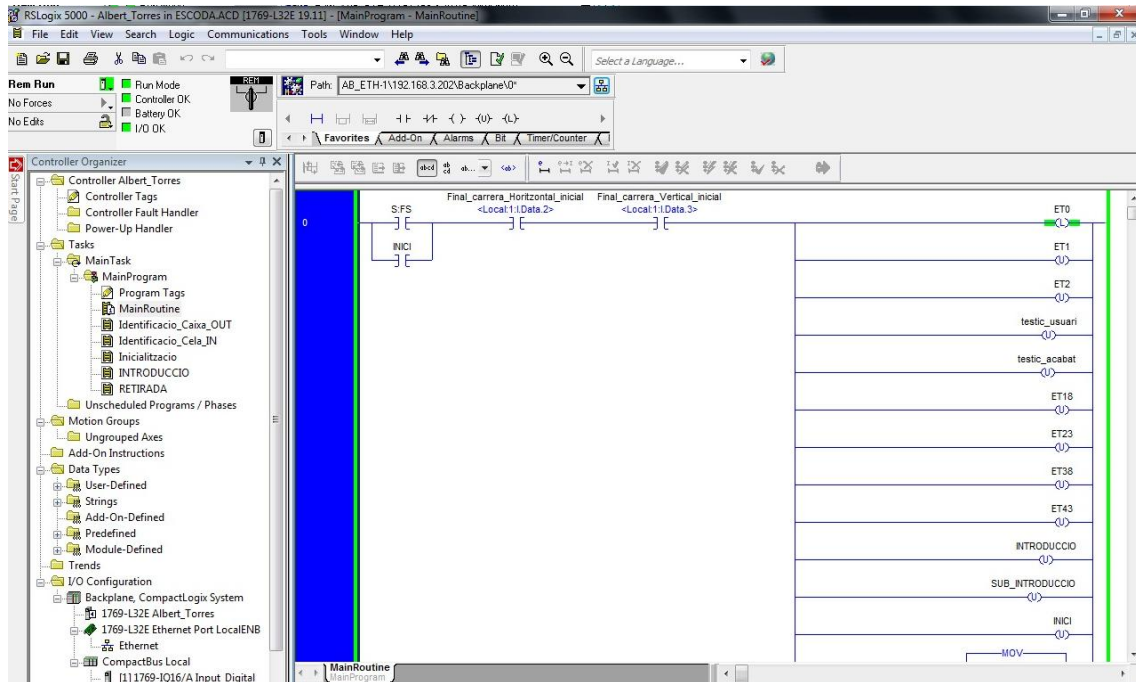


Figura 53. Programa en Run

Aquest procés només es durà a terme la primera vegada, és a dir, en el moment de la instal·lació del sistema, posteriorment el PLC ja retindrà el programa en la memòria.

Comunicació Pantalla Tàctil-Autòmat per habilitar la comunicació entre ells

Com que el programa proporcionat en aquest projecte es una APP, no cal fer cap procés de comunicació degut a que ja es va fer a l'hora de crear les pantalles per el programador. Així que, només s'ha de carregar el programa en el dispositiu de la manera que s'explica a continuació:

Per començar, hem d'obrir l'aplicació fent doble clic sobre el icona Prestatgeria de format "RSView ME Station File".



Figura 54. App PanelView

Tot seguit, el programa començarà a executar-se fins que ens mostri el següent missatge:

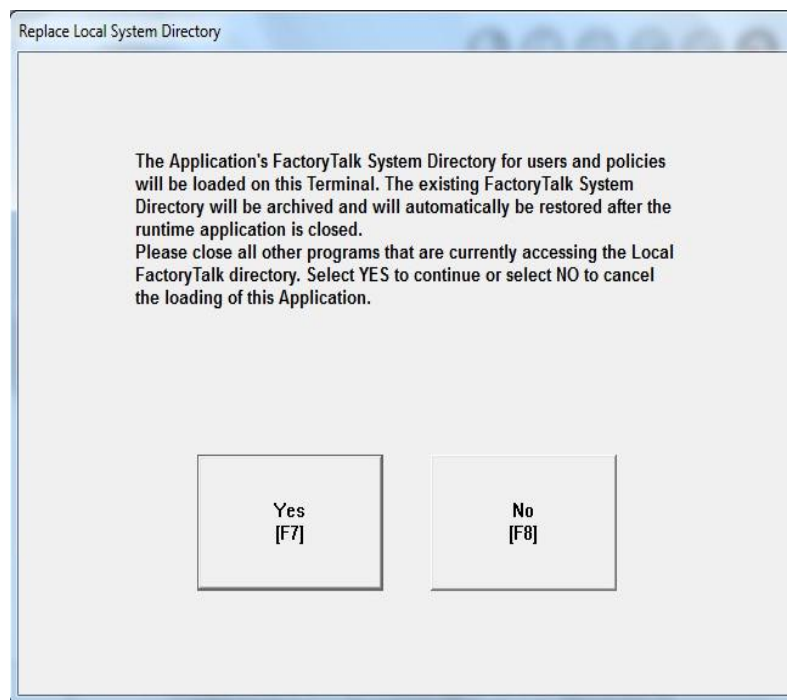


Figura 55. Obrir App

En aquesta pantalla, el programa ens indica que l'aplicació s'executarà en el dispositiu actual. Per continuar, fem clic sobre el polsador “Yes” o prenem “F7”:

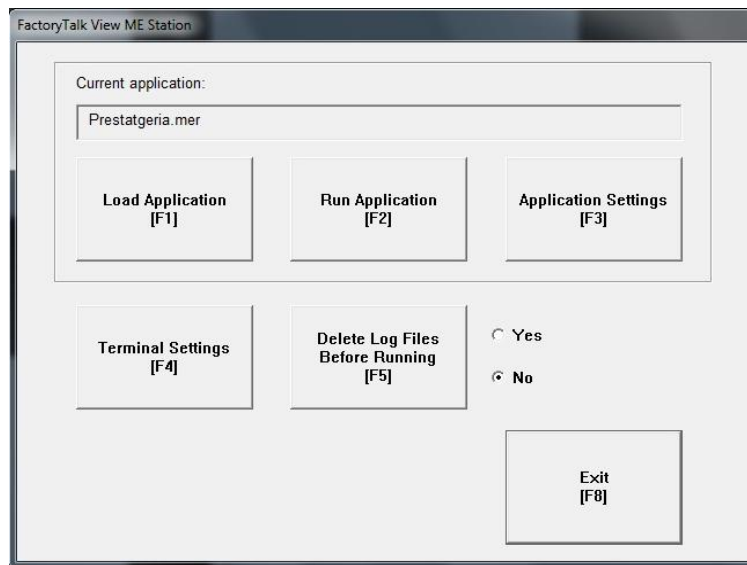


Figura 56. Run App

En aquesta pantalla ens pregunta que volem fer amb l'aplicació que intentem carregar. Com que el que volem es executar-l'ho, fem clic sobre el botó “**Run Application**” o fem clic sobre el botó del polsador “**F2**”.

Si hem seguit correctament els passos, el programa és carregarà i podrem visualitzar en la pantalla tàctil la següent pantalla:



Figura 57. Inici PanelView

A partir d'aquest punt, el sistema ja està operatiu.

Comunicació PLC-Excel per generar historial del contingut de la prestatgeria

Per a poder generar el llistat de l'estoc que hi ha dins de la prestatgeria en temps real, es necessari que el PLC exporti les dades de la seva unitat de memòria a un Excel que posteriorment serà llegit per una base de dades en Access, aquest llegirà i mostrarà les dades en pantalla. A continuació, s'explicarà el procés per a configurar l'exportació del RSLogix al Excel.

En primer lloc, hem d'obrir el programa RSLinx. Un cop obert, busquem a la barra del menú, situada a la part superior del programa, el desplegable anomenat “**DDE/OPC**” (Intercanvi Dinàmic de Dades). Un cop desplegat fem clic a la primera opció anomenada “**Topic Configuration...**” tal i com mostra la figura següent:

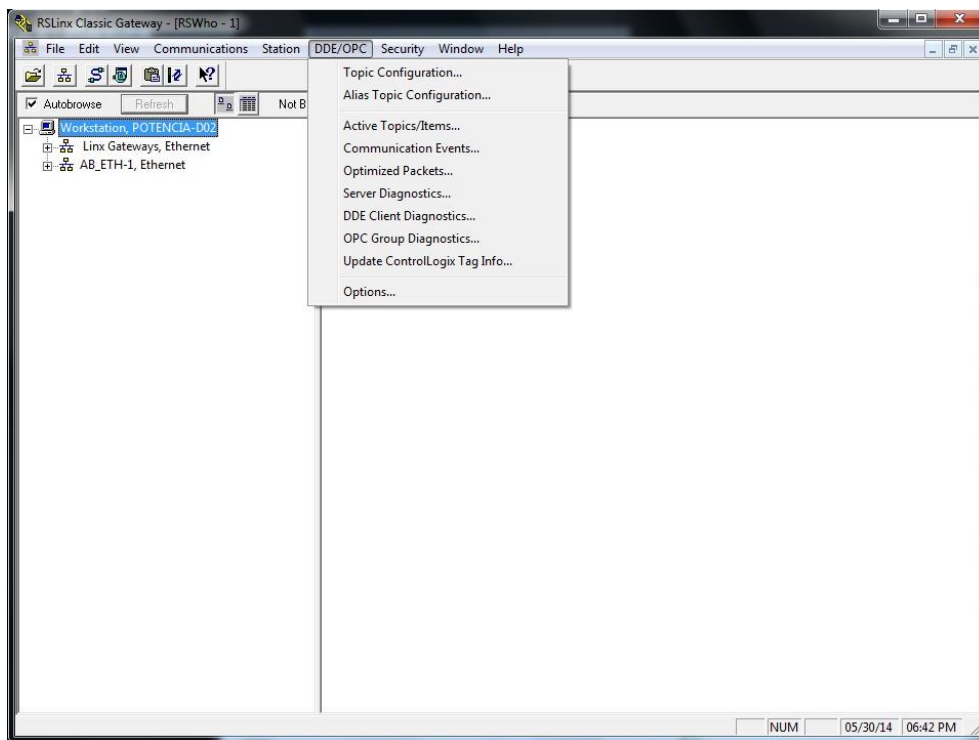


Figura 58. DDE/OPC

Tot seguit, se'ns obrirà una finestra per a fer la configuració, on haurèm d'escollir d'on llegirem els valors de les variables:

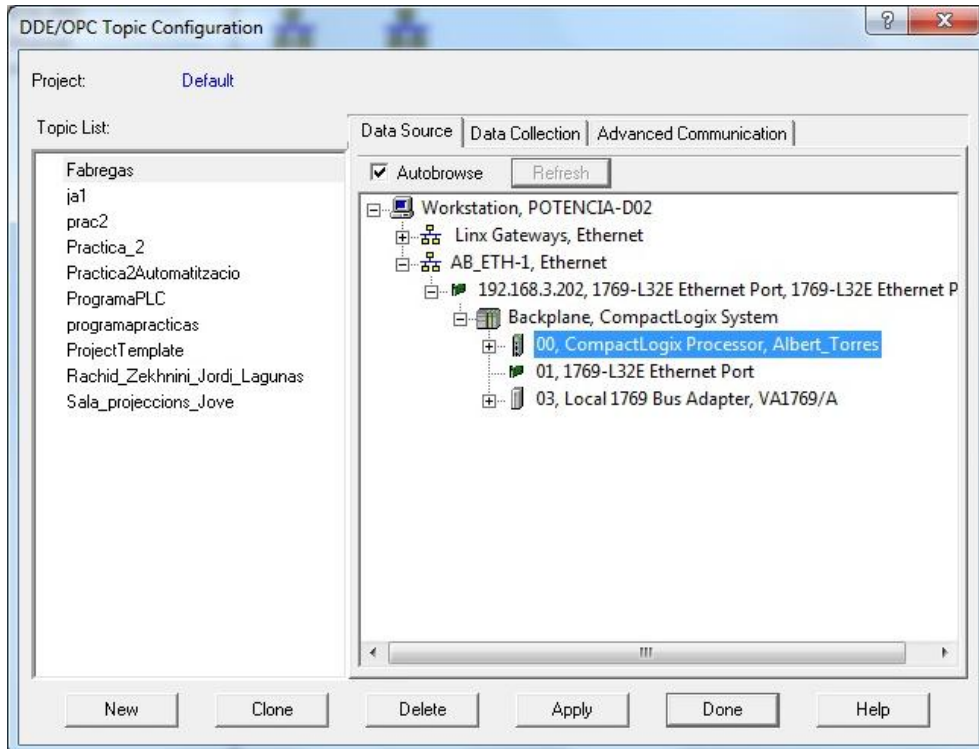


Figura 59. Crear vincle

S’haurà de navegar fins a la CPU del nostre PLC per a poder llegir les variables que volem exportar. Un cop seleccionada la CPU fem clic sobre “**New**”, aquesta acció generarà un enllaç, que haurem d’anomenar, entre els dos programes RSLogix i Excel via RSLinx, amb el qual intercanviaran la informació. Aquesta informació només serà de lectura, amb això volem dir, que si el valor llegit en el Excel procedent del RSLogix el manipulem en el Excel, aquest no canviarà en el RSLogix, si no que en el proper refresc es sobreescrirà amb el valor del RSLogix.

Un cop anomenat, aquest nou vincle és mostrarà a la secció l’esquerra de la pantalla. En el nostre cas, hem anomenat “**Prestatgeria**”:

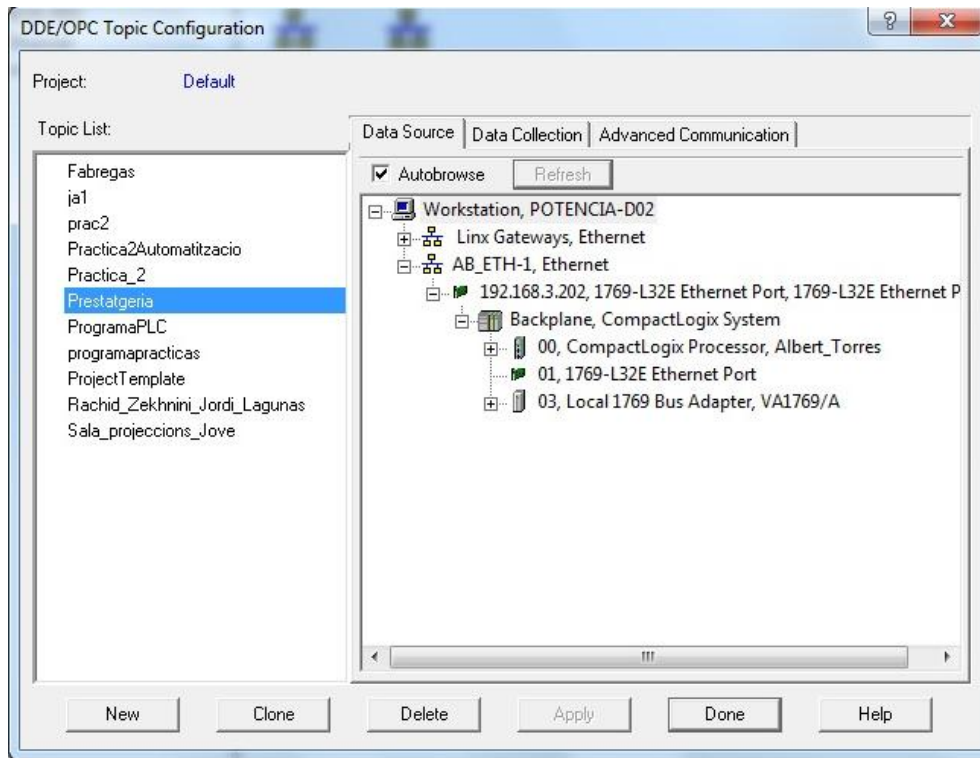


Figura 60. DDE/OPC Topic Configuration

Un cop haguem generat el vincle entre els programes, el següent pas sortir d'aquesta finestra de configuració i anar a buscar el vincle que ens enviarà les dades.

Per a obtenir el vincle de dades, anem a buscar a la barra del menú, situada a la part superior del programa, el desplegable anomenat **“Edit”**. Un cop desplegat, fem clic a l'única opció que presenta aquest desplegable anomenada **“Copy DDE/OPC Link...”** tal i com mostra la figura següent:

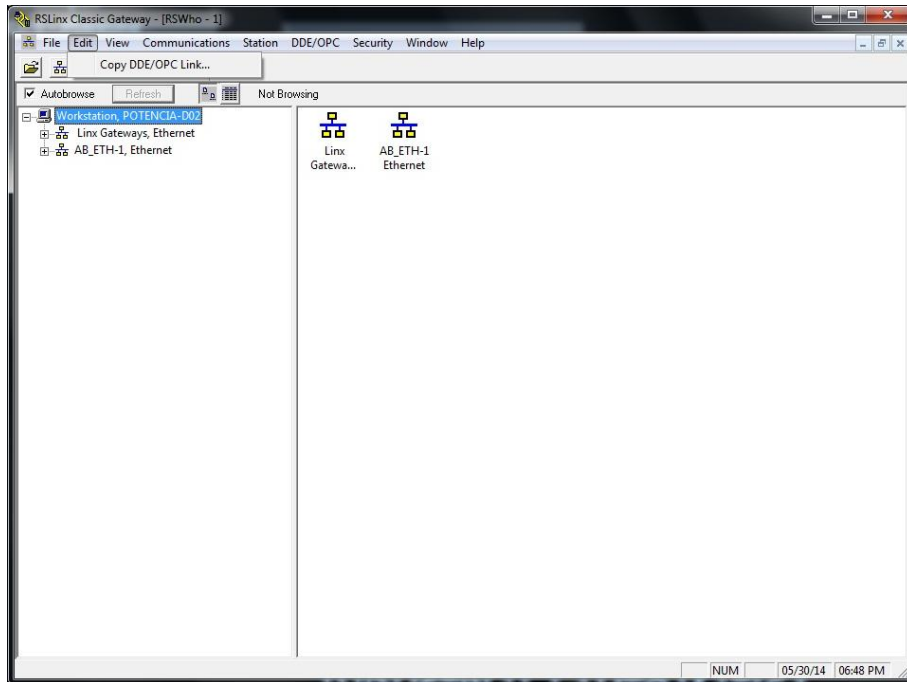


Figura 61. RSLinx

Aquesta acció ens obrirà una nova finestra de configuració, la qual ens farà escollir la variable a exportar desitjada:

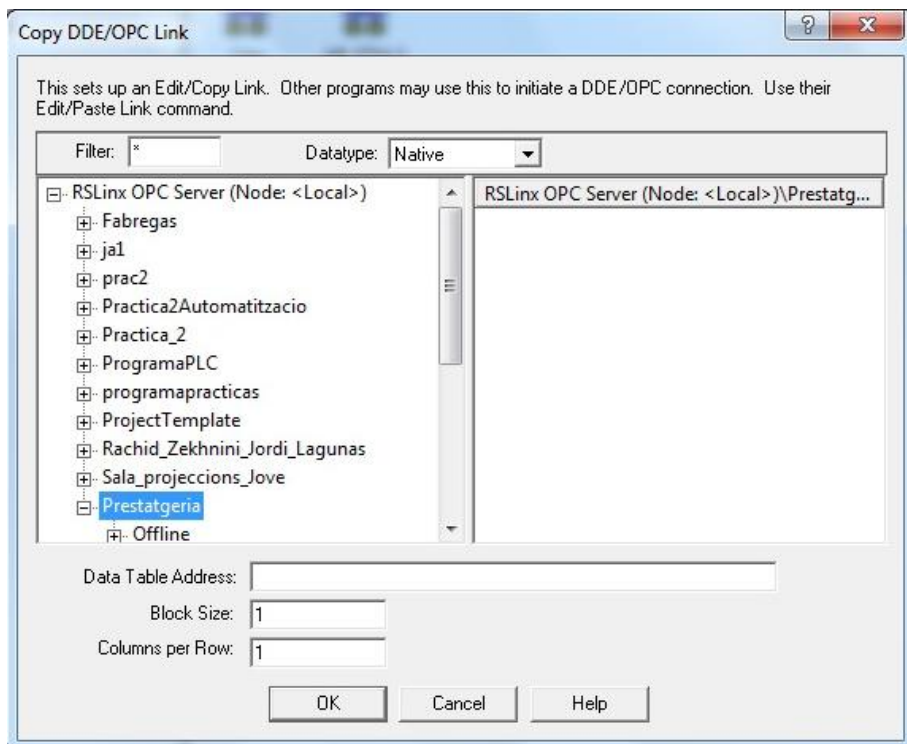


Figura 62. Link DDE

Ara s'ha de navegar per l'arbre situat a la pantalla de la dreta fins arribar al nostre PLC, un cop en el PLC, seleccionem l'opció **“Online”** al desplegar-la podem veure els tags del programa, com que el que ens interessa exportar són les dades de les cel·les, hem de desplegar la variable Estructura. En desplegar-la, se'ns mostraran les 350 cel·les, enumerades de la 0 fins la 349. Seleccionem la primera anomenada **“[0]”**, en fer-ho, a la finestra de la dreta, se'ns mostrarà els tags que la componen, ara només queda seleccionar el tag que més ens interessi.

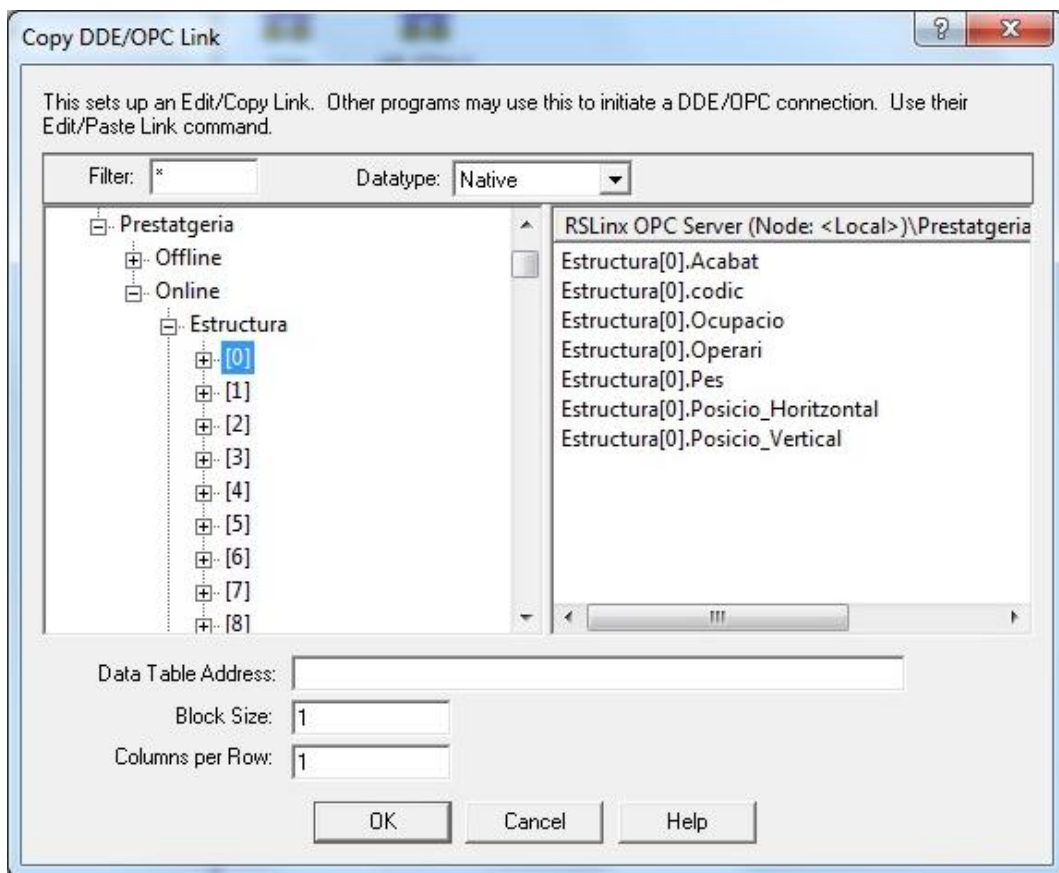


Figura 63. Selecció variable

Un cop seleccionem la variable que ens interessa de la finestra de la dreta, a la part de baix podem observar l'apartat **“Data Table Address:”** el qual ens mostra el link que haurem d'enganxar a l'Excel:

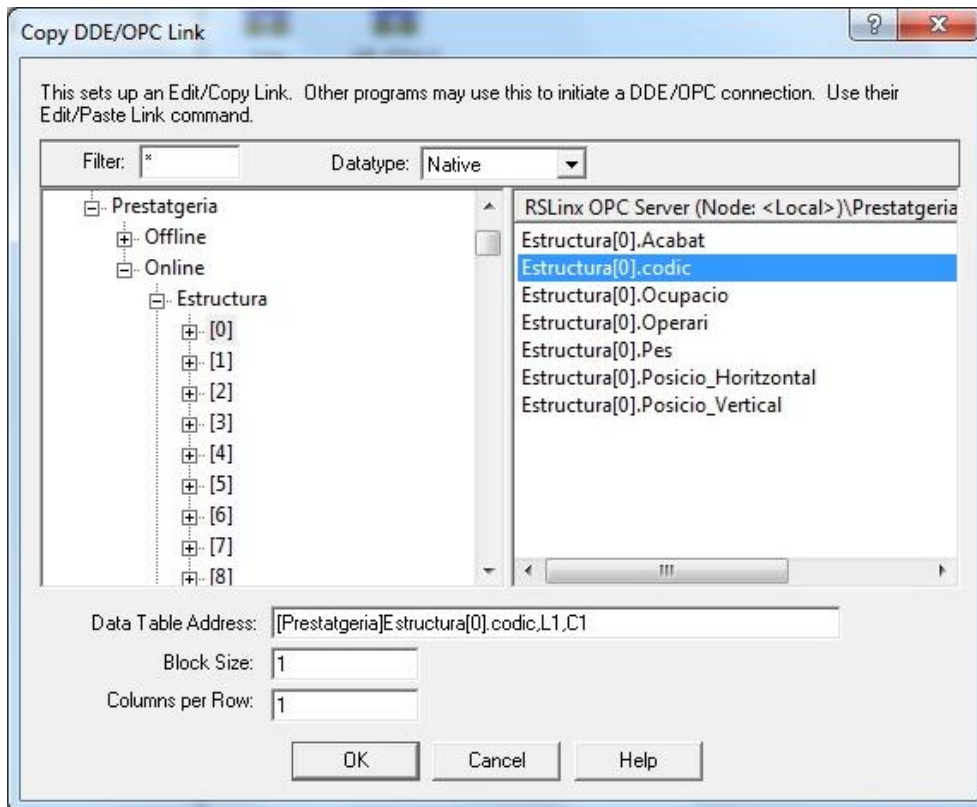


Figura 64. Obtenció del link

Per enganxar aquest link al programa Excel només haurem de seleccionar-lo i fer clic amb el botó dret i seleccionar **copiar**:

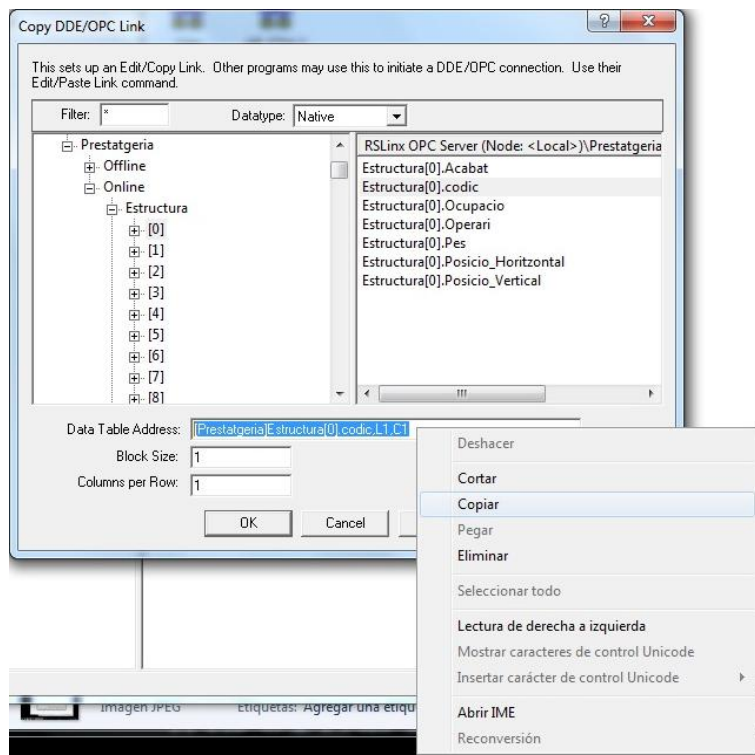


Figura 65. Copia del link

Tot seguit, premem el boto “**OK**” per sortir de la finestra d’enllaç, i sense tancar el RSLinx, obrim el programa Excel. Un cop obert, seleccionem la casella on vulguem veure la dada seleccionada al RSLinx i fem clic amb el botó dret, de les opcions que ens desplega, n’escollim la que indica “**Pegado especial**”.

Aquesta acció ens obrirà una nova finestra de configuració, on s’haurà de definir el format que tindrà el text que estem enganxant a la cel·la de l’Excel.

Haurem de fer clic sobre l’opció “**Pegar vínculos**” mostrada a la dreta de la finestra de configuració i acceptem.

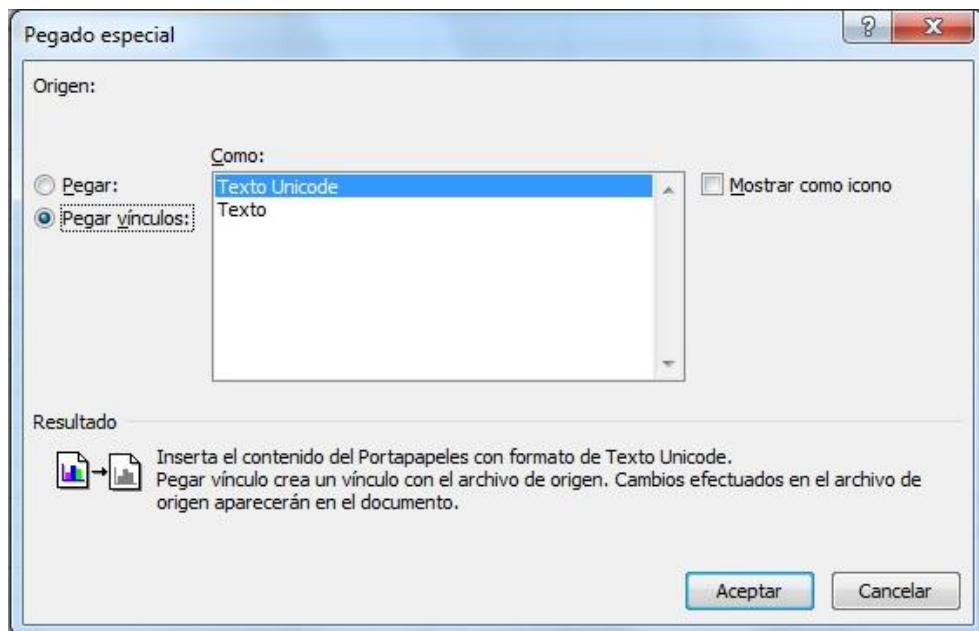


Figura 66. Enganxat especial

Ara només haurem de repetir aquest procés per totes i cadascuna de les informacions que vulguem visualitzar a l’Excel.

	A	B	C	D
1	Codic Color	Acabat	Pes en KG	
2	Estructura	Brillant	22	
3	2555	Mate	24	
4	6001	Brillant	12	
5	7022	Mate	8	
6	7001	Brillant	14	
7	7005	Brillant	24	
8	6024	Brillant	2	
9	6011	Brillant	5	
10	5005	Mate	3	
11	5002	Gofrat	2	
12	1000	Brillant	7	
13	1011	Brillant	1	
14	1013	Mate	3	
15	1015	Brillant	7	
16	1015	Mate	12	
17	3002	Brillant	15	
18	3020	Brillant	16	
19	4008	Brillant	18	
20	7001	Brillant	3	
21	7011	Mate	25	
22	7022	Gofrat	21	
23	9005	Brillant	19	
24	9001	Brillant	20	
25	6055	Mate	13	
26	3002	Brillant	7	
27	5015	Mate	19	
28	5012	Brillant	2	
29				

Figura 67. Llistat del estoc

Per no haver de repetir tot el procés descrit en aquest apartat, podem anar canviant els links directament sobre l'Excel, és a dir, seleccionant la següent casella i enganxant el mateix link. Un cop enganxat, només s'ha de canviar el número de la cel·la pel de la següent, el procés d'intercanvi d'informació funcionarà correctament, ja que el vincle està establert i el procés que hem fet a l'apartat "**Copy DDE/OPC Link...**" només es l'obtenció del link, però com que tots són iguals és més ràpid canviar el número de cel·la que repetir el procés sencer.

	A	B	C	D	E	F
1	Codic Color	Acabat	Pes en KG			
2	Estructura[0]	Brillant	22			
3	2555	Mate	24			

Figura 68. Variació del Link

Per exemple: si canviem de cel·la el canvi del link serà:

[Prestatgeria]Estructura[0].Codi,L1,C1 → [Prestatgeria]Estructura[1].Codi,L1,C1

Per als altres blocs, altres informacions com ara acabat o pes, també es pot copiar i enganxar el link, l'únic que suposarà serà que a més del canvi del número de cel·la també s'haurà de canviar l'extensió.

Per exemple: si canviem de codi de color a pes el canvi del link serà:

[Prestatgeria]Estructura[0].Codi,L1,C1 → [Prestatgeria]Estructura[0].Pes,L1,C1

RSLogix Emulate

És un programa capaç d'emular un automatisme. Està preparat per a introduir mòduls d'entrades i sortides digitals, i fins i tot pel connexionat de sistemes de comunicació específics.

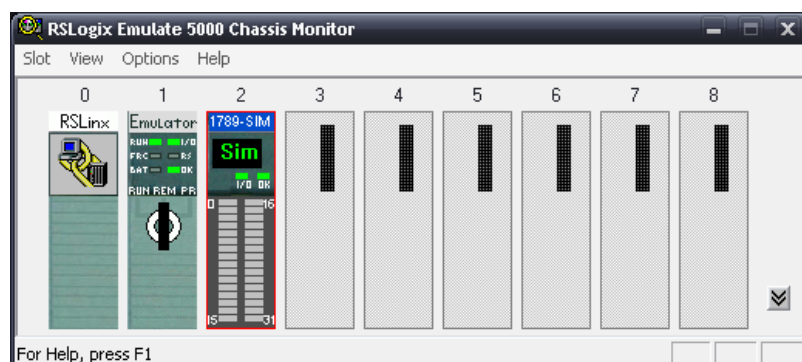


Figura 69. RSLogix Emulate

Té un funcionament molt senzill, simplement, com s'ha explicat a l'apartat *Configuració del controlador de comunicació de l'ordinador*, s'han de seguir els mateixos passos amb la diferència que ahora d'escollir el tipus de driver en vers d'escollir el Ethernet driver, hem d'escollir la configuració del driver com a (Virtual Backplane) per a realitzar la connexió amb l'emulador.

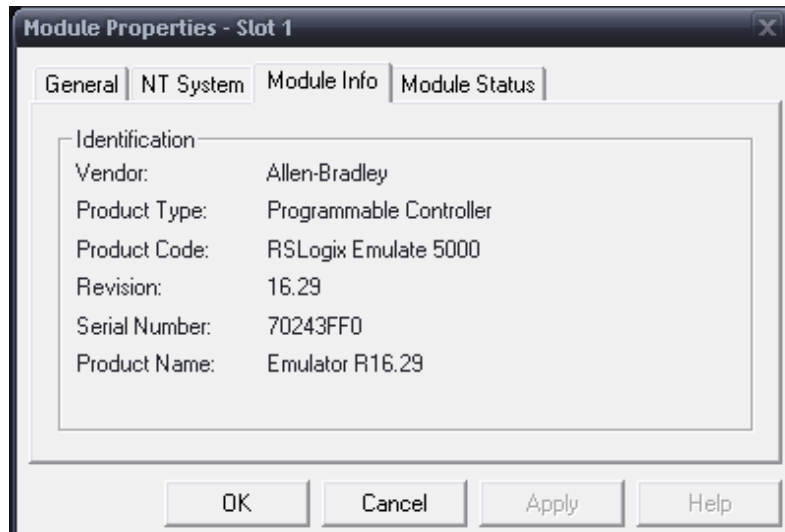


Figura 70. Configuració Modul

L'eina de l'emulador és molt útil davant la impossibilitat de disposar d'un automatsme, per a realitzar proves de control sense la necessitat de tenir un autòmat.

5.3 Càlculs dels motors

Requisits:

- Pes a aixecar: 25 + 5 Kg (25Kg de la caixa de pintura + 5Kg de seguretat).
- Alçada màxima a la que s'ha d'aixecar el pes: 10 metres.
- Temps de recorregut de la distància màxima: 50 segons.
- Velocitat constant, escollirem motors de AC.

$$F - m \cdot g = m \cdot a \rightarrow F = m \cdot g + m \cdot a = m \cdot (g + a)$$

Sabem que:

$$h = \text{---} \rightarrow a = \text{---}$$

Ara substituïm i obtenim:

$$F = m(g + \text{---}) \rightarrow \text{Treball} = F \cdot \text{distància}$$

$$\text{Treball} = m(g + \text{---}) \cdot d \rightarrow 30(9,81 + \text{---}) \cdot 10 = 2945,4 \text{ Juls}$$

$$F = m(g + \text{---}) = 30(9,81 + \text{---}) = 294,54$$

Com que la velocitat serà constant l'acceleració serà "0" i queda:

$$\text{Treball} = F \cdot d = m \cdot g \cdot d = 30 \cdot 9,81 \cdot 10 = 2943 \text{ Juls}$$

Càlcul del motor vertical:

$$\text{Potència màxima} = \text{---} = \text{---} = 58,908 \text{ W}$$

Nota: la potència màxima es donarà en el moment de l'arrencada

$$\text{Potència mitja} = \text{---} = \text{---} = 58,86 \text{ W}$$

Càlcul del motor Horitzontal:

$$\text{Treball} = F \cdot d = m \cdot g \cdot d = 30 \cdot 9,81 \cdot 5 = 1471,5 \text{ Juls}$$

$$\text{Potència màxima} = \text{————} = \text{————} = 58,86\text{W}$$

Les potències requerides seràn:

Motor Vertical: 58,908W ~ **60W**

Motor Horitzontal: 58,86W ~ **60W**

6. GUIA DE FUNCIONAMENT

En aquest capítol, explicarem quins procediments s'han de seguir a l'hora de: posar en funcionament la cèl·lula, realitzar el control i la supervisió del procés, realitzar la desconnexió de la cèl·lula i solucionar les possibles situacions d'error que poden aparèixer.

Quan l'operari vulgui manipular la prestatgeria automàtica, s'ha de dirigir a la pantalla tàctil ubicada l'oficina. El primer que ha de fer, és carregar el programa del PanelView, és a dir, executar l'aplicació facilitada per l'enginyer responsable d'aquest projecte. Per fer-ho, només cal fer doble clic sobre el icona localitzat a la carpeta anomenada "Prestatgeria Automàtica" que es troba al escriptori del PC.

6.1.Procediment de posada en funcionament

Per posar en funcionament la prestatgeria automàtica, un cop s'hagi efectuat la seva corresponent instal·lació, s'han de seguir aquests passos:

1. Comprovar que el polsador d'aturada d'emergència, situats a la caixa elèctrica no esta polsat.
2. Activar el magnetotèrmic de l'armari de potencia, de l'empresa, que alimenta el sistema.
3. Activar el compressor que es troba sobre la cabina 1 de pintura de l'empresa (per saber quina es la cabina 1 de l'empresa consultar el annex plànol.
4. Obrir la clau d'aire pressió, situada al costat de l'armari elèctric.
5. Posar en funcionament la pantalla tàctil situada a l'oficina.
 - 5.1. Obrir l'aplicació del PanelView (prestatgeria)
6. Posar en funcionament l'ordinador de l'oficina.
 - 6.1.Obrir les aplicacions RSLinx i RSLogix (programa ESCODA)

Nota: Carregem directament aquest programa, perquè així ja se'ns obra directament amb la configuració desitjada.

6.2.Descarregar els programes en els autòmat.

(Per més informació consultar l'apartat: Comunicació PC-Autòmat per la programació de l'autòmat)

7. Executar l'aplicació prestatgeria.
8. Pulsar el botó de marxa del quadre elèctric
9. Pulsar el botó de posicionament situat al quadre elèctric

6.2.Procediment de control i supervisió en el SCADA

Procés de posicionament

Una vegada està tot apunt (estat inicial), premem el botó de posicionament (ubicat a la caixa elèctrica de la prestatgeria) i s'iniciarà el procés de reubicació de la plataforma a la posició inicial. Si el posicionament és produït després d'una aturada d'emergència, la plataforma s'ubicarà a la posició inicial i serà l'operari l'encarregat de comprovar que no hi ha cap caixa sobre ella. Si hi fos, s'hauria d'extreure i posteriorment introduir-la correctament al sistema.

Procés de marxa

Un cop fet el procés de posicionament, estarem a l'estat de *ready*, això indica que la prestatgeria està apunt per començar. Per indicar al sistema que ja pot començar, s'ha de pulsar el botó de marxa que està ubicat a la caixa elèctrica ubicada a la prestatgeria automàtica. Un cop premut el polsador, el sistema ja estarà a l'espera de les comunicacions amb la pantalla tàctil, és a dir, ja estarà apunt perquè un operari introdueixi informació al sistema de la caixa que vulgui introduir/retirar per començar a treballar.

La finalització del procés és durà a terme un cop hagi complert la instrucció exigida per l'operari mitjançant la pantalla tàctil. Però el sistema no s'aturarà si no que romandrà a l'espera que un nou operari torni a interactuar amb la pantalla tàctil.

Procés d'aturada de servei

Una vegada està el procés de marxa encès, es pot realitzar una aturada de servei premem el botó d'aturada ubicat a la caixa elèctrica, indiferentment de l' instant en que es premi, l'aturada es realitzarà un cop finalitzi el procés que esta portant a terme en aquell instant. D'aquesta manera, l'aturada és durà a terme quan la plataforma estigui ubicada a la seva posició inicial.

Per sortir d'aquest procés d'aturada, com que tenim la plataforma ben ubicada, només cal premé el posador de marxa ubicat a la caixa elèctrica de la prestatgeria i el sistema tornarà a estar actiu, llest per seguir realitzant accions.

Procés d'aturada d'emergència

Una vegada està el procés de marxa encès, es pot realitzar una aturada de servei premem el botó d'aturada ubicat a la caixa elèctrica, indiferentment de l' instant en que es premi, l'aturada serà immediata, i la plataforma quedarà aturada en el lloc on es trobi en el moment en que s'ha premut el botó.

Com s'ha explicat anteriorment, en el moment en que es vulgui tornar a posar en marxa, és a dir, un cop s'hagi solucionat la incidència que ha requerit que s'aturi el procés, el primer pas serà la comprovació del posador d'emergència (Bolet), que haurà d'estar desenclavat. Després, s'haurà de fer un posicionament per assegurar que la plataforma s'ubiqui en la posició inicial. Aquest procés es necessari degut a que, l'ubicació de la plataforma és dur a terme amb un sol sensor i amb l'ajuda de dos comptadors, per això, es important tenir clar en tot moment en quina posició es troba la plataforma, ja que si no la plataforma se'ns desincronitzaria i el sistema no funcionaria correctament.

6.3.Procediment de tancament

Per tancar la prestatgeria automàtica s'han de seguir els passos següents:

1. Tancar totes les aplicacions de l'ordinador i la pantalla tàctil
 - 1.1.RSView (pantalla tàctil)
 - 1.2.RSLogix (en l'ordinador en cas d'estar encès el programa)
 - 1.3.RSLinx
2. Tancar l'ordinador i la pantalla tàctil
3. Tancar la clau d'aire a pressió, situada al costat de l'armari
4. Tancar el compressor
5. Tancar els magnetotèrmics de la caixa elèctrica

7. POSSIBLES MILLORES

En vista de que es un projecte que possiblement es durà a terme, a continuació anomenarem uns punts que caldria millorar:

- Millores de seguretat: Caldria imposar millores de seguretat com per exemple, finals de carrera al final tant de les files com de les columnes, per així assegurar que els motors no arribaran al final de les guies.

- Millora del disseny de la BBDD: Fent que sigui possible afegir o eliminar treballadors d'aquesta i que aquest canvis quedessin enregistrats al sistema, fet que evitaria haver d'avisar a un tècnic amb coneixements en PLCs per fer els canvis.

- Millora de la BBDD: Seria convenient que la BBDD fos capaç de retenir un històric i d'aquesta manera registrar qui ha manipulat la caixa de pintura al llarg de la seva vida útil dins l'empresa (aquest període pot variar en funció del color, anant des de setmanes fins a anys).

8. PRESSUPOST

DESCRIPCIÓ	Euros
Capítol 1: Elaboració del projecte	23.000
Capítol 2: Materials	39.625
Capítol 3: Amortitzacions	7.145
Total	69.770
<i>IVA 21%</i>	<i>14.652</i>
Total final	84.421

Taula 6. Pressupost

Nota: El pressupost final del projecta esta estimat en 84.421€ per a veure'n els detalls consultar l'annex Estudi econòmic

9. CONCLUSIONS

L'automatització industrial és vital en el dia d'avui per les empreses. El fet de tenir processos que es portin a terme de forma completament automàtica suposa un gran avantatge competitiu respecte les empreses en què els processos encara es controlen de forma manual. Per aquest motiu, aprendre a realitzar el disseny i control d'una prestatgeria automatitzada, ens pot servir en el món laboral, ja que actualment moltes empreses utilitzen sistemes semblants en els seus processos de fabricació.

En la realització d'aquest projecte s'ha aconseguit poder simular el funcionament d'una prestatgeria automàtica per a l'empresa ESCODA. Finalment, s'ha dissenyat un sistema molt complet, format per diferents elements (autòmats, ordinadors, software SCADA, actuadors) i s'ha completat amb una interfície d'usuari pel control d'estoc, generant així un complex i vital element per l'empresa, que combinarà diferents tecnologies (electricitat, electrònica i pneumàtica).

Per poder fer el disseny de tot el sistema: hi ha hagut un gran treball previ de informació, assoliment i posada en pràctica de coneixements, perquè un cop combinats garanteixin la posada en funcionament de tots els elements que formen la prestatgeria automàtica. S'han hagut de programar el PLC, fer el disseny complet de la interfície d'usuari i aprendre a treballar amb el Microsoft Access que fins avui era desconegut. A més a més, s'ha après a gestionar l'exportació de dades del PLC per a generar els llistats d'estoc del sistema, coneixements molt útils per a la carrera professional que comença a partir d'ara.

10. BIBLIOGRAFIA

Materials:

Sensor de pes:

Nom del lloc web: Eilersen Electric

Autor: Virtual Espo

Data de la consulta: 28/04/2014

Direcció:

<http://www.directindustry.es/prod/eilersen-electric/celdas-carga-compresion-digitales-tipo-boton-25509-145764.html>

Web bobina auto retràctil manega pneumàtica:

Nom del lloc web: Aliexpress

Autor: Alibaba.com

Data de la consulta: 24/04/2014

Direcció:

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/automatic-high-pressure-air-hoser-reel-reel-hose-1175756243.html?s=p>

Web pistó pneumàtic:

Nom del lloc web: Airtec

Autor: Airtec.de

Data de la consulta: 24/04/2014

Direcció:

<http://www.airtec.de/pneumatic-cylinder-with-piston-rod.html>

Més informació sobre carta RAL:

Nom del lloc web: Coloresral

Autor: Coloresral.com

Data de la consulta: 31/05/2014

Direcció:

<http://www.coloresral.es/>

Targeta analog Omron:

Nom del lloc web: Omron
Autor: realizing
Data de la consulta: 25/05/2014
Direcció:

http://industrial.omron.eu/en/products/catalogue/automation_systems/programmable_logic_controllers/rack_plc_series/cs1g_h/analog_i_o_units/default.html

PLC Omron:

Nom del lloc web: Farnell
Autor: Premier Farnell plc.
Data de la consulta: 25/05/2014
Direcció:

http://es.farnell.com/jsp/displayProduct.jsp?sku=2218391&CMP=KNC-GES-FES-GEN-LISTINGS&gross_price=true&CMP=KNC-GES-FES-GEN-LISTINGS&mckv=RFE1qR8W|pcrid|productlistings

Sensor posició:

Nom del lloc web: Farnell
Autor: Premier Farnell plc.
Data de la consulta: 25/05/2014
Direcció:

<http://es.farnell.com/omron-industrial-automation/e3jm-ds70m4-g/fotointerruptor-difuso/dp/178472>

RSLogix 5000 Little edition:

Nom del lloc web: Worldhnews
Autor: WorldHNews.com
Data de la consulta: 1/06/2014
Direcció:

<http://www.worldhnews.com/distr/rockwell/detail/rslogix-5000-lite-edition/9324-rld250ene.html>

RSLinx Classic Professional:

Nom del lloc web: Worldhnews

Autor: WorldHNews.com

Data de la consulta: 1/06/2014

Direcció:

<http://www.worldhnews.com/distr/rockwell/detail/rsview32-runtime-150-s-rslinx-classic-professional/9301-2se3103.html>

PanelView 1250:

Nom del lloc web: Worldhnews

Autor: WorldHNews.com

Data de la consulta: 1/06/2014

Direcció:

<http://www.worldhnews.com/distr/rockwell/detail/panelview-plus-6-1250-color-klavesnice-a-dotyk-dc-napajeni/2711p-b12c4d8.html>

Els elements utilitzats en el Projecte que no estan referenciats en la bibliografia, estan a la bibliografia del Avantprojecte (Annex 1)

Webs de consulta:

Tutorial Access:

Nom del lloc web: Youtube

Autor: Youtube.com

Data de la consulta: 1/03/2014

Direcció:

Part 1: <http://www.youtube.com/watch?v=z25ahOXHZAQ>

Part 2: <http://www.youtube.com/watch?v=d8kd3XTR4t8>

Part 3: <http://www.youtube.com/watch?v=Y9ddtKC27Os>

Part 4: <http://www.youtube.com/watch?v=uFdlF30CTXI>

Com exportar del RSLogix al Excel:

Nom del lloc web: insightsinautomation

Autor: insightsinautomation.com

Data de la consulta: 25/02/2014

Direcció:

<http://www.insightsinautomation.com/getting-allen-bradley-plc-and-pac-data-into-excel-using-rslinx/>

Explicació moviments de registres:

Nom del lloc web: Ono

Autor: Autoplcs.com

Data de la consulta: 5/03/2014

Direcció:

http://webs.ono.com/autoplcs/pdfs/ab_bls_registre.pdf

Tutorial RSLogix:

Nom del lloc web: Youtube

Autor: Youtube.com

Data de la consulta: 10/03/2014

Direcció:

https://www.youtube.com/results?search_query=plc+rslogix+5000+basico+%28tipos+datos+tags+base+alias%29+parte+1+de+8+

Explicació variables complexes:

Nom del lloc web: plc-hmi-scadas

Autor: plc-hmi-scadas.com

Data de la consulta: 8/03/2014

Direcció:

<http://plc-hmi-scadas.com/124.php>