

Pol Marsal Vilanova

**IMPLEMENTACIÓ D'EINES 4.0 EN EL CONTROL DE PLANTES
INDUSTRIALS TRADICIONALS (PLC)**

TREBALL DE FI DE GRAU

dirigit per David Álvarez Campos

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2024

Índex

Contingut

1. Memòria	11
1.1. Objecte.....	11
1.2. Abast.....	11
1.3. Antecedents	11
1.4. Referències	12
1.4.1. Bibliografia.....	12
1.4.2. Programes emprats	13
1.5. Definicions i Abreviatures.....	13
1.5.1. Definicions	13
1.5.2. Abreviatures.....	14
1.6. Marc teòric.....	15
1.6.1. Indústria 4.0.....	15
1.6.2. Internet of Things (IoT).....	17
1.6.3. PLC.....	18
1.6.3.1. SIMATIC S7-1200	19
1.6.3.2. SIMATIC IOT2050	20
1.6.4. Raspberry Pi	21
1.6.4.1. Raspberry Pi OS	22
1.6.5. Software.....	23
1.6.5.1. Node-RED	23
1.6.5.2. Teachable Machine.....	23
1.6.5.3. Telegram.....	25
1.6.5.4. Google Cloud.....	25
1.6.6. Comunicacions	26
1.6.6.1. TCP/IP	26
1.6.6.2. Model OSI	28
1.6.6.3. Ethernet.....	28
1.7. Hardware	30
1.7.1. PLC.....	30
1.7.2. Mòdul d'expansió	30
1.7.3. Font d'alimentació	31
1.7.4. Planta pneumàtica.....	31
1.7.5. Placa de connexions.....	32
1.7.6. Panell de control	32

1.7.7.	Raspberry Pi	33
1.7.8.	Webcam USB	33
1.7.9.	Pantalla LCD	34
1.7.10.	Switch Ethernet	34
1.7.11.	Connectors i perifèrics.....	35
1.7.12.	Esquema de connexions.....	35
1.8.	Funcionament i programació de la planta.....	36
1.8.1.	Descripció del funcionament.....	36
1.8.1.1.	Alimentador de peces	38
1.8.1.2.	Braç rotatiu	38
1.8.1.3.	Plataforma de distribució.....	39
1.8.2.	Programa base a implementar.....	40
1.8.2.1.	GRAF CET	41
1.8.2.2.	Descripció del programa.....	42
1.8.2.3.	Variables	55
1.8.3.	Evolució del programa desenvolupat a Automatització.....	56
1.9.	Implementacions 4.0.....	58
1.9.1.	Integració PLC-Raspberry.....	58
1.9.1.1.	Comunicacions	58
1.9.1.2.	Configuració a Node-RED	59
1.9.1.3.	Automatització de tasques al Raspberry Pi OS	61
1.9.2.	Registre de dades de producció al núvol	62
1.9.2.1.	Configuració de dades al PLC	62
1.9.2.2.	Registre al núvol amb Google Sheets.....	64
1.9.2.3.	Flux de Node-RED	65
1.9.2.4.	Resultat final.....	68
1.9.3.	Detecció de peces basada visió artificial	69
1.9.3.1.	Primer model	69
1.9.3.2.	Segon model	70
1.9.3.3.	Integració al PLC.....	74
1.9.3.4.	Flux de Node-RED	74
1.9.3.5.	Resultat final.....	76
1.9.4.	Interfície d'usuari	77
1.9.4.1.	Estructura.....	77
1.9.4.2.	Flux de Node-RED	78
1.9.4.3.	Interfície.....	79
1.9.4.4.	Resultat final.....	80

1.9.5.	Visualització de la planta en temps real	81
1.9.5.1.	Flux de Node-RED	82
1.9.5.2.	Interfície.....	84
1.9.5.3.	Resultat final.....	84
1.9.6.	Control extern mitjançant Telegram.....	85
1.9.6.1.	Configuració del bot	85
1.9.6.2.	Flux de Node-RED	86
1.9.6.3.	Resultat final.....	87
1.10.	Resultats	89
1.10.1.	Planta pneumàtica.....	89
1.10.2.	Integració Raspberry - PLC.....	89
1.10.3.	Registre de dades de producció al núvol	90
1.10.4.	Detecció de peces basada en visió artificial	90
1.10.5.	Interfície d'usuari i visualitzador.....	91
1.10.6.	Control extern mitjançant Telegram.....	91
1.11.	Possibles millores	92
1.12.	Reptes afrontats	94
1.13.	Conclusions	95
1.13.1.	Conclusions tècniques	95
1.13.2.	Conclusions econòmiques	95
1.13.3.	Conclusions personals	96
2.	Annexes	98
2.1.	Guió del projecte final de l'Assignatura Automatització	98
2.2.	Programa de la planta	123
2.3.	Codi JSON del flux del projecte de Node-RED	186

Taula d'il·lustracions

Fig. 1: Evolucions de la indústria. Font: veure referència [4].	15
Fig. 2: Principals aplicacions de la 4IR. Font: veure referència [3].	16
Fig. 3: 5 Best IoT Examples. Font: veure referència [10].	17
Fig. 4: Estructura d'un PLC. Font: veure referència [12].	18
Fig. 5: SIMATIC S7-1200 i diferents tipus de mòduls. Font: veure referència [16].	19
Fig. 6: IOT2050. Font: veure la referència [17].	20
Fig. 7: Dron controlat per una Raspberry Pi Zero. Font: veure referència [29].	21
Fig. 8: Industrial Shields, PLC basat en Raspberry Pi. Font: veure referència [22].	22
Fig. 9: Exemple de programa a Node-RED. Font: veure referència [27].	23
Fig. 10: Entrenament d'un model de TM. Font: veure referència [27].	24
Fig. 11: Principals protocols de comunicació en funció de les capes OSI. Font: < https://platzi.com/clases/2225-redes/35584-modelo-tcpip/ >. Consulta el 27/5/2024.	26
Fig. 12: Classes de direccions IP. Font: < https://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/red/ip.html >. Consulta el 26/5/2024.	27
Fig. 13: Operació lògica AND per obtenir la direcció de xarxa a partir de la màscara de subxarxa. Font: < https://codingornot.com/configuracion-de-redes-i-que-es-la-ip-y-la-mascara-de-subred >. Consulta el 26/5/2024.	27
Fig. 14: Procés de comunicació a través de les capes OSI. Font: < https://sobretodoredes.wordpress.com/redes-informaticas/modelo-osi/ >. Consulta el 27/5/2024.	28
Fig. 15: Estructura de la trama d'Ethernet II. Font: veure referència [32].	29
Fig. 16: S7-1200 CPU 1214C. Font: veure referència [15].	30
Fig. 17: S7-1200 SM 1223 DC/Rly. Font: veure referència [33].	30
Fig. 18: S7-1200 PM 1207. Font: veure referència [34].	31
Fig. 19: Vista general de la planta pneumàtica. Font: realització pròpia.	31
Fig. 20: Placa de connexions. Font: realització pròpia. Fig. 21: Esquema de connexions. Font: veure referència [30].	32
Fig. 22: Panell de control. Font: realització pròpia.	33
Fig. 23: Raspberry Pi 3 Model B. Font: veure referència [20].	33
Fig. 24: Microsoft LifeCam HD-3000. Font: < https://www.discoazul.com/microsoft-lifecam-hd-3000.html >. Consulta el 19/5/2024.	34
Fig. 25: Pantalla LCD 5" de la marca IBest. Font: < https://www.amazon.es/HDMI-LCD-Touchscreen-Display-Beaglebone/dp/B07PLF8V8Y >. Consulta el 19/5/2024.	34
Fig. 26: Switch Ethernet ConneXium de la marca Schneider Electric. Font: < https://www.se.com/es/es/product/TCSSESU053FN0/connexium-unmanaged-switch-5-puertos-para-cobre/ >. Consulta el 24/5/2024.	35
Fig. 27: Esquema de connexions del projecte. Font: realització pròpia.	35
Fig. 28: Esquema de funcionament. Font: veure referència [30].	36
Fig. 29: Elements que formen la planta numerats. Font: veure referència [30].	37
Fig. 30: Esquema de l'alimentador de peces. Font: veure referència [30].	38
Fig. 31: Esquema del braç rotatiu. Font: veure referència [30].	39
Fig. 32: Esquema de la plataforma elevadora. Font: veure referència [30].	40
Fig. 33: Esquema panell de control. Font: realització pròpia.	41
Fig. 34: Graficets del sistema. A l'esquerra: Grafcet de cicle. A la dreta: Grafcet d'estat. Font: realització pròpia.	42
Fig. 35: Segments 1,2 i 3 del bloc Main. Font: realització pròpia.	43

Fig. 36: Segment 4 del bloc Main. Font: realització pròpia.	43
Fig. 37: Segment 1 del bloc CI. Font: realització pròpia.	43
Fig. 38: Segment 2 i 3 del bloc CI. Font: realització pròpia.	44
Fig. 39: Segments 1 i 2 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	44
Fig. 40: Segment 3 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	45
Fig. 41: Segment 4 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	45
Fig. 42: Segment 5 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	45
Fig. 43: Segments 6 i 7 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	46
Fig. 44: Segments 8 i 9 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	46
Fig. 45: Segments 10, 11 i 12 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	47
Fig. 46: Segments 13, 14 i 15 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	48
Fig. 47: Segment 16 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	48
Fig. 48: Segments 17 i 18 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	49
Fig. 49: Segment 19 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	49
Fig. 50: Segment 20 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	49
Fig. 51: Segment 21 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	50
Fig. 52: Segment 22 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	50
Fig. 53: Segment 23 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	51
Fig. 54: Segment 24 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.	51
Fig. 55: Segment 1 del bloc Sortides. Font: realització pròpia.	52
Fig. 56: Segments 2, 3, 4, 5 i 6 del bloc Sortides. Font: realització pròpia.	53
Fig. 57: Segments 7, 8, 9 i 10 del bloc Sortides. Font: realització pròpia.	54
Fig. 58: Segments 1 i 2 del bloc Startups. Font: realització pròpia.	54
Fig. 59: Direcció IP estàtica a la RPi. Font: realització pròpia.	58
Fig. 60: Ajustament manual de l'adreça IP de l'ordinador. Font: realització pròpia.	59
Fig. 61: Configuració del PLC dins de Node-RED. Font: realització pròpia.	59
Fig. 62: Variables del PLC a utilitzar. Font: realització pròpia.	60
Fig. 63: Accés optimitzat a blocs. Font: < https://snap7.sourceforge.net/snap7_client_file/db_1500.bmp >. Consulta el 31/5/2024.	60
Fig. 64: Accés amb PUT/GET. Font: < https://snap7.sourceforge.net/snap7_client_file/cpu_1500.bmp >. Consulta el 31/5/2024.	61
Fig. 65: Segment 5 del bloc Main [OB1]. Font: realització pròpia.	63
Fig. 66: Segment 7 del bloc Main [OB1]. Font: realització pròpia.	63
Fig. 67: Segment 9 del bloc Main [OB1]. Font: realització pròpia.	63
Fig. 68: Configuració del compte de servei de Google Cloud. Font: realització pròpia.	64
Fig. 69: Afegir accés al compte d'accés. Font: realització pròpia.	64
Fig. 70: Configuració del compte de servei a Node-RED. Font: realització pròpia.	65
Fig. 71: Flux de Producció. Font: realització pròpia.	65
Fig. 72: Escriptura de dades als fulls de càlcul. Font: realització pròpia.	66
Fig. 73: Exportació dels fulls de càlcul. Font: realització pròpia.	67
Fig. 74: Node de generació de CSV. Font: realització pròpia.	67
Fig. 75: Lectura dels comptadors totals. Font: realització pròpia.	67
Fig. 76: Registre a Google Sheets. Font: realització pròpia.	68
Fig. 77: Registre exportat a Microsoft Excel. Font: realització pròpia.	68
Fig. 78: Instal·lació de la webcam a la planta. Font: realització pròpia.	69
Fig. 79: Preparació d'un primer model amb 7 classes. Font: realització pròpia.	70
Fig. 80: Configuració del node de Teachable Machine. Font: realització pròpia.	71
Fig. 81: Fotografia realitzada des del terminal. Font: realització pròpia.	72
Fig. 82: Estat de la webcam abans i després de la prova. Font: realització pròpia.	73

Fig. 83: Estat de la webcam passada mitja hora. Font: realització pròpia.....	73
Fig. 84: Segment que habilita el nou bloc al Main. Font: realització pròpia.....	74
Fig. 85: Segment de transició entre etapa 6 i 7. Font: realització pròpia.	74
Fig. 86: Segment que activa la marca "Predicció". Font: realització pròpia.	74
Fig. 87: Flux de Node-RED de classificació de peces. Font: realització pròpia.	75
Fig. 88: Configuració del node de la webcam. Font: realització pròpia.....	75
Fig. 89: Node "switch" per a classificar les peces. Font: realització pròpia.....	75
Fig. 90: Segment 1 del bloc de ManiobraTM. Font: realització pròpia.	77
Fig. 91: Flux del Dashboard. Font: realització pròpia.	78
Fig. 92: Flux de lectura de les dades de producció del torn i actualització de variables globals. Font: realització pròpia.	78
Fig. 93: Layout del control del PLC. Font: realització pròpia.....	79
Fig. 94: Interfície de control del PLC. Font: realització pròpia.	79
Fig. 95: Dibuix esquemàtic de la planta. Font: realització pròpia.....	81
Fig. 96: Accés al dibuix esquemàtic des d'una adreça HTTP de Node-RED. Font: realització pròpia.	82
Fig. 97: Part de flux del visualitzador. Font: realització pròpia.	82
Fig. 98: Layout del visualitzador. Font: realització pròpia.....	83
Fig. 99: Interfície del visualitzador. Font: realització pròpia.	84
Fig. 100: Creació del bot. Font: realització pròpia.	85
Fig. 101: Configuració del bot a Node-RED. Font: realització pròpia.	85
Fig. 102: Flux de gestió del bot de Telegram. Font: realització pròpia.....	86
Fig. 103: Comandament /start amb el seu codi de Javascript. Font: realització pròpia.	86
Fig. 104: Comandament /inputs. Font: realització pròpia.	86
Fig. 105: Accionament de polsadors per mitjà de nodes de connexió virtual. Font: realització pròpia.	87
Fig. 106: Captures de xat del joc de proves. Font: realització pròpia.	87

Taules i gràfics

Taula 1: Elements que formen la planta pneumàtica.....	36
Taula 2: Entrades i sortides utilitzades de la planta.....	37
Taula 3: Combinacions dels sensors d'identificació de peces.	39
Taula 4: Descripció panell de control.....	41
Taula 5: Entrades del PLC.....	55
Taula 6: Sortides del PLC.....	55
Taula 7: Marques de memòria.	56
Taula 8: Direccions IP de la xarxa local.....	59
Taula 9: DB1 Dades_Planta.	62
Taula 10: Prediccions de TM a la Raspberry. F= cara amb forat, NF=cara sense forat, NP = no peça.....	71
Taula 11: Prediccions de TM a la Raspberry en condicions òptimes. F= cara amb forat, NF=cara sense forat.	73
Taula 12: Joc de proves del sistema integrat al PLC.....	76
Taula 13: Joc de proves de la interfície d'usuari.....	80
Taula 14: Joc de proves del visualitzador web.	84
Taula 15: Joc de proves del bot de Telegram.	87
Taula 16: Pressupost del sistema a implementar al projecte.	96

Memòria

1. Memòria

1.1. Objecte

Aquest projecte té com a objecte principal l'estudi i la implementació d'eines pròpies de la Indústria 4.0 i de la digitalització en el control d'una planta industrial tradicional de classificació de peces. S'utilitzarà un ordinador monoplaca Raspberry Pi 3 model B com a passarel·la IoT i una planta pneumàtica del laboratori 107 de l'edifici E4 del Campus Sescelades de la URV, controlada per un PLC SIMATIC S7-1200 de Siemens.

Es realitzarà la programació del PLC de la planta per mitjà de l'entorn Tia Portal V13 de la pròpia Siemens a partir del model GRAFCET de la planta, amb un mode de producció contínua, un de producció cicle a cicle i una aturada d'emergència que permet reprendre la producció.

Per mitjà de la Raspberry Pi i l'eina de software Node-RED, s'implementarà la classificació de peces amb una càmera amb IA integrada, una interfície de control i visualització tàctil del PLC, comunicació amb l'autòmat per mitjà de Telegram, visualització de la planta en temps real i un sistema de registres al núvol amb dades de producció de la planta.

1.2. Abast

El projecte està delimitat per les següents tasques:

- Disseny i programació del PLC de la planta, amb dos modes de producció i gestió d'aturada d'emergència i a final de cicle.
- Instal·lació i configuració del sistema operatiu i software necessari en la Raspberry Pi.
- Integració de la correcta comunicació i transmissió de dades entre el PLC S7-1200 i la Raspberry Pi 3B.
- Disseny i implementació d'un sistema de classificació de peces per mitjà de reconeixement d'imatge amb intel·ligència artificial.
- Desenvolupament d'una interfície d'usuari que permeti interactuar amb el PLC i obtenir informació sobre la planta i la producció.
- Desenvolupament d'un bot de Telegram que permeti el control i la lectura de dades de la planta des de dispositius amb accés a Internet.
- Disseny d'un visualitzador de l'estat de l'autòmat i els seus actuadors en temps real.
- Creació d'una base de dades de la producció i la seva corresponent gestió i exportació.
- Integració del conjunt, garantint el correcte funcionament de totes les eines.

1.3. Antecedents

Amb la creixent digitalització de la indústria i la transició cap a sistemes de producció dotats de connectivitat i accés a internet, s'ha obert un ampli ventall de possibilitats per a millorar la eficiència, el control i la integració de dades. Aquests sistemes permeten la supervisió en temps real, l'anàlisi de dades avançat i la presa de decisions automatitzada. En aquest context, dispositius industrials com el SIMATIC IoT2050 de Siemens o els models Harmony Edge Box d'Schneider Electric destaquen per les seves característiques i capacitats, però el seu alt cost pot ser un impediment per a moltes empreses.

Aquest projecte sorgeix precisament per explorar alternatives més econòmiques i accessibles, demostrant que és possible desenvolupar eines similars utilitzant dispositius de baix cost com la Raspberry Pi o altres ordinadors monoplaca. Juntament amb entorns de programació accessibles i lliures com Node-RED, s'obren les portes de la creació de sistemes de control industrials IoT a l'abast d'un gran nombre d'usuaris.

L'objectiu d'aquest projecte és demostrar que amb una Raspberry Pi i Node-RED es pot crear un sistema de control industrial eficient, capaç de competir amb solucions d'un cost molt més elevat. La implementació d'aquest projecte no només busca reduir costos, sinó també fomentar l'accessibilitat i flexibilitat en el desenvolupament d'aplicacions industrials connectades, obrint noves oportunitats per a la innovació en la indústria.

1.4. Referències

1.4.1. Bibliografia

- [1] McKinsey & Company (2022). [What are Industry 4.0, the Fourth Industrial Revolution, and 4R?](#) [en línia]. Consulta el 29/3/2024.
- [2] IBM (2022). [¿Qué es la Industria 4.0?](#) [en línia]. Consulta el 29/3/2024.
- [3] i-Scoop (2017). [Industry 4.0 and the fourth industrial revolution explained.](#) [en línia]. Consulta el 29/3/2024.
- [4] Mobiliza Academy (2022). [¿Qué es la industria 4.0 y cómo va a afectar a las empresas?](#) [en línia]. Consulta el 29/3/2024.
- [5] Mark Cotteleer (2017). [Forces of change: Industry 4.0](#) [en línia]. Deloitte Insights. Consulta el 29/3/2024.
- [6] UNIR Revista (2023). [Las claves de las tecnologías de la Industria 4.0](#) [en línia]. Consulta el 29/3/2024.
- [7] Martínez Aguiló, Jaume (2019). *Industria 4.0: la transformación digital en la industria*. Editorial UOC.
- [8] ASSCII (2022). [Què és la Internet de les Coses](#) [en línia]. Consulta el 12/4/2024.
- [9] Geeksforgeeks (2024). [Introduction to Internet of Things \(IoT\)](#) [en línia]. Consulta el 12/4/2024.
- [10] Heredia, Ralph (2021). [5 Best IoT Examples](#) [en línia]. Zipit Resources. Consulta el 14/4/2024.
- [11] MasterPLC (2021). [¿Qué es un PLC y cómo funciona?](#) [en línia]. Consulta el 14/4/2024.
- [12] Sicma21 (2021). [¿Qué es un PLC y cuándo se usa?](#) [en línia]. Consulta el 15/4/2024.
- [13] Sharma, Shreyas (2023). [What is a PLC: A Comprehensive Guide](#) [en línia]. Wevolver. Consulta el 15/4/2024.
- [14] Gútez, Iñigo (2018). [PLC S7-1200 de Siemens: características generales](#) [en línia]. ProgramaciónSiemens.com. Consulta el 4/5/2024.
- [15] Siemens (2024). [SIMATIC S7-1200](#) [en línia]. Consulta el 4/5/2024.
- [16] Siemens (2016). [Manual SIMATIC S7-1200](#). Consulta el 4/5/2024.
- [17] Siemens (2021). [Webinar SIMATIC IoT 2040-2050](#). Consulta el 7/5/2024.
- [18] Grup Carol (2020). [Siemens IOT2050: La Puerta de enlace inteligente para soluciones Industriales de IoT](#) [en línia]. Consulta el 7/5/2024.
- [19] Leticia Calvo (2022). [¿Qué es una Raspberry Pi y para qué sirve?](#) [en línia]. GoDaddy. Consulta el 14/5/2024.
- [20] Raspberry Pi (2024). [Catàleg Raspberry Pi 5](#) [en línia]. Consulta el 14/5/2024.
- [21] Greenfield, David (2019). [Is Raspberry Pi Ready for Industry?](#) [en línia]. Automation World. Consulta el 14/5/2024.
- [22] Aprendiendo Arduino (2022). [Arduino, Raspberry Pi y Node-RED en la Industria 4.0](#) [en línia]. Consulta el 14/5/2024.
- [23] Raspberrypi Pi Documentation (2024). [Raspberrypi OS](#) [en línia]. Consulta el 14/5/2024.
- [24] Jones, Connor (2021). [A complete guide to Raspberry Pi OS](#) [en línia]. ITPro. Consulta el 14/5/2024.
- [25] Influxdata (2023). [Understanding How to Use Node-RED Functions](#) [en línia]. Consulta el 14/5/2024.
- [26] Node-RED (2024). [About Node-RED](#) [en línia]. Consulta el 14/5/2024.
- [27] Sinelec (2022). [¿Qué es Node-RED y para qué sirve?](#) [en línia]. Consulta el 14/5/2024.
- [28] González, Lope (2022). [Reconocimiento de objetos con Teachable Machine](#) [en línia]. Lope();. Consulta el 15/5/2024.

- [29] Mayoral Vilches, Víctor (2016). [Pi0drone: A \\$200 Smart Drone with the Pi Zero](#) [en línia]. Hackster.io. Consulta el 18/5/2024.
- [30] ETSE URV (2010). *Guió del projecte final de l'assignatura Automatització (17204103)*.
- [31] Burke, John (2021). [Definition – Ethernet](#) [en línia]. ComputerWeekly. Consulta el 20/5/2024.
- [32] IONOS Digital Guide (2020). [Trama Ethernet: definició, estructura y variantes](#) [en línia]. Consulta el 20/5/2024.
- [33] Siemens (2024). [SIMATIC S7-1200 SM 1223](#) [en línia]. Consulta el 24/5/2024.
- [34] Siemens (2024). [SIMATIC S7-1200 PM 1207](#) [en línia]. Consulta el 24/5/2024.
- [35] CTQ (2023). [Comparativa entre Ethernet TCP/IP, Ethernet/IP y Modbus TCP](#) [en línia]. Consulta el 26/5/2024.
- [36] Castillo, José Antonio (2019). [Qué es el direccionamiento IP y cómo funciona \(bien clarito\)](#) [en línia]. Consulta el 26/5/2024.
- [37] Ordorica, Ignacio (2020). [¿Qué es Google Cloud y para qué sirve?](#) [en línia]. Incentro.com. Consulta el 26/5/2024.
- [38] Proofpoint (2024). [¿Qué es el modelo OSI?](#) [en línia]. Consulta el 27/5/2024.
- [39] LogicBus (2019). [Guía para entender EtherNet/IP](#). [en línia]. Consulta el 27/5/2024.

1.4.2. Programes emprats

- **Tia Portal V13**
- **Pi Imager**
- **Node-RED**
- **Telegram**
- **Teachable Machine**
- **Google Sheets**
- **AutoCAD**
- **Microsoft Office**
- **GoodNotes**

1.5. Definicions i Abreviatures

1.5.1. Definicions

Direcció MAC: Codi identificador únic i fixe que s'assigna a cada dispositiu per a ser distingit dins d'una xarxa.

Open Source: Software amb el codi font disponible públicament. Qualsevol persona el pot veure, utilitzar, modificar i distribuir de manera lliure i gratuïta amb l'objectiu de fomentar la col·laboració i la millora contínua del software per part de la comunitat.

GRAFNET: Eina gràfica utilitzada per planificar i descriure el comportament de sistemes d'automatització i màquines industrials.

Pantalles HMI: Dispositiu que permet la interacció entre un operador humà i un sistema de control per mitjà d'una interfície visual programable.

Fitxer CSV: Format d'arxiu de text que s'utilitza per emmagatzemar dades en forma de taula, fàcil de llegir, editar i transferir entre programes de càlcul com Excel o Google Sheets.

HTML: Llenguatge estàndard per a crear i estructurar pàgines web, basat en l'ús d'etiquetes.

CSS: Llenguatge utilitzat per descriure la presentació i l'estil d'un document escrit en HTML.

1.5.2. Abreviatures

IoT: *Internet of Things* o Internet de les Coses

IIoT: *Industrial Internet of Things*

4IR: Quarta Revolució Industrial o Indústria 4.0

IA: Intel·ligència Artificial

VR: Realitat Virtual

AR: Realitat Augmentada

E/S: Entrades/Sortides

CPU: Unitat de processament central

PLC: Computador lògic programable

SBC: *Single-Board Computer*

ML: *Machine Learning*

RPi: Raspberry Pi

GRAFCET: GRAfic Funcional de Control per Etapa/Transició.

HSC: *High Speed Counting*

MAC: *Media Access Control*

LAN: *Local Area Network*

OSI: *Open Systems Interconnection*

ISO: Organització Internacional de Normalització

HMI: *Human-Machine Interface*

HTML: *HyperText Markup Language*

CSS: *Cascading Style Sheets*

CSV: Comma-separated values

Webcam: Càmera web, terme d'ús comú

1.6. Marc teòric

1.6.1. Indústria 4.0

Es coneix com a Indústria 4.0, Quarta Revolució Industrial o 4IR el concepte de la digitalització de la indústria, impulsada per avenços tecnològics emergents com la connectivitat, l'anàlisi de dades, la interacció home-màquina i les millores en el camp de la robòtica. Aquest concepte va ser introduït l'any 2011 per l'economista Klaus Schwab, fundador del Fòrum Econòmic Mundial, durant la Hannover Messe, una de les fires comercials més conegudes i importants del món, dedicada al desenvolupament de la indústria.

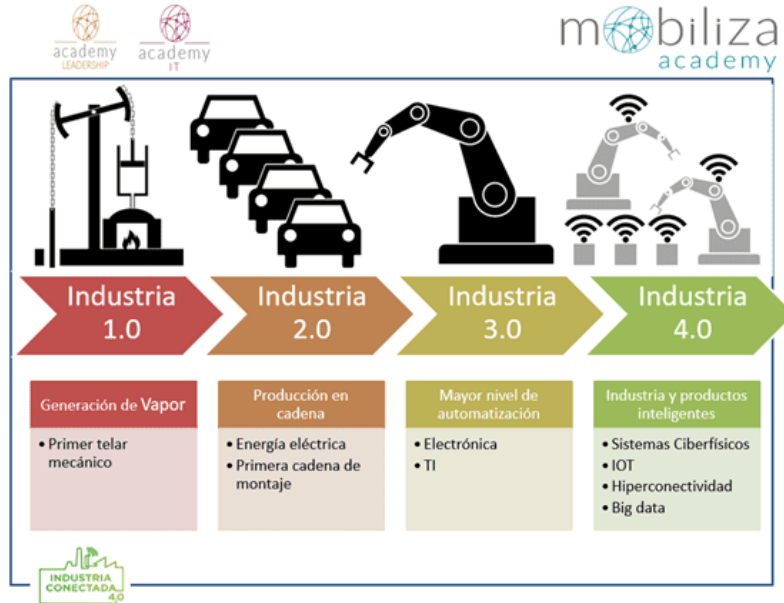


Fig. 1: Evoluciones de la industria. Font: veure referència [4].

La Indústria 4.0 es recolza en les invencions de la Tercera Revolució Industrial, desenvolupades entre mitjans del segle XX i principis del XXI – tals com la Internet, els ordinadors o altres tipus de dispositius electrònics – i les porta un pas més enllà, conclouent en quatre tipus de tecnologies fonamentals:

- Connectivitat, dades i poder computacional: informàtica al núvol, blockchain, etc.
- Anàlisi i intel·ligència: *Big Data*, *Machine Learning*, Intel·ligència Artificial, etc.
- Interacció home-màquina: realitat virtual (VR), vehicle autònom, automatització robòtica, etc.
- Enginyeria avançada: impressió 3D, energies renovables, nanotecnologia, etc.

De totes maneres, la tecnologia és només la meitat de l'equació de la indústria 4.0. Per a prosperar i esdevenir exitoses, les companyies han d'assegurar que els seus treballadors estan capacitats i preparats adequadament, arribant en molts casos a re-estructurar i/o ampliar la plantilla.

Cal entendre el potencial d'aquesta quarta revolució, ja que no només afectarà als processos de fabricació, sinó que també a la resta d'indústries i sectors. Pot millorar les operacions de negoci i el creixement dels ingressos, transformant els productes, la cadena de subministrament i les expectatives dels clients. Les tecnologies relacionades amb la 4IR també podrien conduir a productes i serveis completament nous. L'ús de sensors i dispositius portàtils, l'anàlisi i la robòtica, entre d'altres, permetran millores en productes de diverses maneres, des de la creació de prototips i proves fins a la incorporació de connectivitat a productes prèviament aïllats.

Entre les principals tecnologies introduïdes per la indústria 4.0, s'inclouen:

- **Internet de les Coses (IoT):** Conjunt de sensors, sistemes i dispositius autònoms que estan connectats entre sí i alhora amb Internet, creant un ecosistema digital capaç de recopilar, intercanviar i analitzar dades del món físic per a obtenir una eficiència i productivitat òptima dels processos productius.
- **Fabricació additiva:** Engloba la digitalització de tots els processos per fabricar un producte, des del disseny fins a la venda. En destaca la impressió 3D.
- **Realitat Augmentada i Virtual (AR/VR):** Són dues tecnologies que ofereixen experiències immersives per a l'usuari en diferents aplicacions, com l'àmbit empresarial, simulacions, formació, màrqueting o entreteniment.
- **Ciberseguretat:** Eina primordial per a protegir i assegurar les dades de les empreses contra atacs de *malware*.
- **Intel·ligència Artificial (IA):** Proporciona a les màquines la capacitat d'aprendre i prendre decisions de manera similar a les persones a partir d'algorismes matemàtics i bases de dades. Es poden implementar dins les empreses per automatitzar tasques i optimitzar processos productius.
- **Big Data:** Permet el tractament i l'anàlisi de grans quantitats de dades per tal d'extreure patrons i informació rellevants per a cada sector.
- **Computació al núvol:** Implica l'accés a serveis informàtics com emmagatzematge i processament sota demanda a Internet. Aquests serveis s'ofereixen per mitjà de servidors, xarxes de comunicacions, bases de dades i multimèdia. La principal avantatge és que permet augmentar les capacitats tecnològiques d'una empresa sense haver d'invertir en infraestructures.
- **Bessons digitals:** Són representacions virtuals en temps real d'objectes físics, processos o sistemes que permeten la seva reproducció i simulació per tal d'estudiar-ne el seu comportament i optimitzar el rendiment o preveure problemes.



Fig. 2: Principals aplicacions de la 4IR. Font: veure referència [3].

1.6.2. Internet of Things (IoT)

El concepte d'*Internet of Things* o la Internet de les Coses fa referència a la interconnexió de dispositius físics com electrodomèstics, vehicles o màquines industrials dotats de software, sensors i altres tecnologies per tal de comunicar-se i intercanviar dades a través d'Internet. En els pròxims anys, les tecnologies basades en IoT suposaran un canvi diferencial en la forma en la que interactuem amb l'entorn, simplificant, automatitzant i millorant diferents tasques de la vida diària. Els dispositius amb aquesta tecnologia basen el seu funcionament en l'ús de sensors de varis tipus que mesuren l'entorn físic i sistemes encastats de baix consum que es comuniquen amb la xarxa i fan d'unió entre el món físic i el digital.



Fig. 3: 5 Best IoT Examples. Font: veure referència [10].

Segons el fòrum especialitzat *Geekforgeeks*^[9], actualment hi ha sobre 9.000 milions d'objectes connectats a Internet, i aquesta xifra s'espera que augmenti als 20.000 en un futur proper. Entre totes les possibilitats que ofereix, les aplicacions més utilitzades són:

- **Domòtica:** la interconnexió d'electrodomèstics, enllumenat, sistemes de condicionament i la resta de dispositius intel·ligents de la casa permet millorar la qualitat de vida, facilitar l'ús i la interacció amb l'entorn domèstic i aconseguir una millor eficiència energètica.
- **Salut:** amb l'ús de dispositius *wearables* com rellotges, polseres i ulleres intel·ligents, el monitoratge de la salut i l'activitat física ha esdevingut una eina molt utilitzada per tot tipus de persones: nadons, esportistes, malalts, ancians...
- **Indústria:** s'utilitza per optimitzar la cadena productiva, fer manteniment predictiu d'equips, automatitzar processos de producció i analitzar bases de dades en temps real.
- **Transport:** en grans ciutats s'està implantant el concepte de *Smart Cities*, amb l'objectiu de digitalitzar la infraestructura de transport, la gestió del trànsit i de flotes i millorar la eficiència dels serveis urbans.

Dins del concepte IoT, sorgeix la branca IIoT o *Industrial Internet of Things*, que fa referència a l'aplicació de tecnologies IoT en el context industrial. La IIoT permet a les empreses aprofitar els beneficis d'aquestes tecnologies en àrees com la fabricació, energia, agricultura, etc.

1.6.3. PLC

Un PLC o controlador lògic programable és un computador industrial que comprova l'estat dels dispositius d'entrada i pren decisions basades en un programa personalitzat per a controlar els dispositius de sortida. Donades les seves característiques, té un ampli ventall d'aplicacions dins la indústria: automatització de línies de producció, gestió d'emmagatzematge, control de processos, sistemes de seguretat i monitoratge...

L'estructura del PLC està formada principalment per:

- Una font d'alimentació DC que proporciona energia a l'autòmat i a la resta d'elements del sistema
- Mòduls d'entrada i sortida per mitjà dels quals s'intercanvia informació i s'interactua amb l'exterior
- Un sistema de memòria que organitza i gestiona la informació emmagatzemada a l'autòmat
- Una CPU basada en microprocessador que llegeix les dades d'entrada, les tracta i actualitza l'estat de les sortides. Està en constant comunicació i intercanvi amb el sistema de memòria.

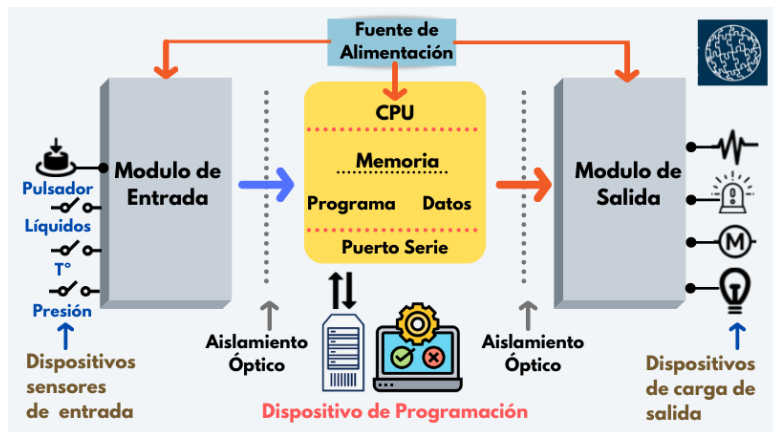


Fig. 4: Estructura d'un PLC. Font: veure referència [12].

Una part essencial de les operacions dels autòmats són els llenguatges de programació. D'acord amb l'article de Shreyas Sharma^[13], la Comissió Electrotècnica Internacional (IEC) ha estandarditzat cinc tipus de llenguatges sota la norma IEC 61131-3. Aquests són Diagrama d'Esglaons (LD), Text Estructurat (ST), Llista d'Instruccions (IL), Diagrama de Blocs (FBD) i Gràfic de Funcions Seqüencials (SFC). Cadascun té les seves característiques, i segons les necessitats del programa s'utilitzarà un o l'altre. A la pràctica, s'utilitzen varis llenguatges en un mateix programa per a aprofitar els avantatges de cadascun.

Els avantatges més rellevants dels PLC respecte altres dispositius són:

- **Fiabilitat:** estan dissenyats per treballar en entorns industrials agressius, oferint un baix percentatge de defectes i una vida útil molt llarga.
- **Flexibilitat:** tenen una gran varietat de funcions i operacions, el que es tradueix en moltíssimes possibilitats i una capacitat d'adaptació a les necessitats molt alta.
- **Facilitat d'ús:** comparat amb altres sistemes, la programació de l'autòmat es basa en llenguatges simples i sovint s'utilitzen entorns de software de navegació accessible.
- **Instal·lació i manteniment econòmic:** els costos d'instal·lació, manteniment i reparació són inferiors que en altres controladors industrials.

- **Seguretat:** tenen la capacitat d'incloure característiques de seguretat dins dels seus programes, tant per material com per treballadors. També es poden desactivar sota certs condicions, com sobreescalfament, errors elèctrics o risc de col·lisió.

Entre les principals fabricants de PLC del món, s'inclou Siemens, Rockwell, Schneider Electric, Mitsubishi, ABB o Omron.

1.6.3.1. SIMATIC S7-1200

Per a aquest projecte s'utilitzarà un SIMATIC S7-1200 de Siemens, un PLC molt utilitzat en la indústria per a solucions d'automatització compactes. Compta amb diverses opcions de comunicació, integració de pantalles HMI, funcions avançades de computació i control, i característiques de seguretat i protecció. No obstant aquestes qualitats, es destaca al mercat per la seva flexibilitat i integració amb altres dispositius.



Fig. 5: SIMATIC S7-1200 i diferents tipus de mòduls. Font: veure referència [16].

Segons el model, varia el CPU utilitzat, el nombre d'E/S integrades, el nombre de ports PN i la memòria de treball i càrrega. També en varia la quantitat de mòduls que es poden interconnectar. Aquests mòduls permeten afegir o ampliar característiques de l'autòmat, ja siguin nous senyals d'entrada i/o sortida digitals o analògics, ports de comunicació (Profinet, IO-Link, MQTT, Ethernet, Internet Industrial...) o funcions de control i monitoratge al núvol, com el mòdul IOT2050.

El software que s'utilitza per a programar i controlar el PLC és el TIA Portal (*Totally Integrated Automation*), un programa tot-en-un dissenyat per a programar PLC, terminals HMI, variadors de freqüència, etc. en un únic projecte. Una de les principals avantatges és que permet compartir dades i variables entre els dispositius mencionats anteriorment, evitant així errors de memòria i compactant la informació. És un entorn amb una interfície molt completa i alhora senzilla d'utilitzar. Permet programar amb varis llenguatges de programació com Ladder (LD), diagrama de bloc de funcions (FBD), text estructurat (ST) o fins i tot en GRAFCET.

1.6.3.2. SIMATIC IOT2050

El dispositiu SIMATIC IOT2050 és la passarel·la o porta d'enllaç de Siemens orientada a la recopilació, processament i transmissió dades en un entorn industrial, basada en un processador ARM semblant al d'un PC que permet la programació d'alt nivell, diferents tipus de comunicació i accés a la xarxa i al núvol. Els principals avantatges respecte altres computadors com Raspberry Pi, Orange Pi o ASUS Tinker Board són la integració amb dispositius industrials (sobretot de Siemens), la seva construcció robusta orientada a entorns industrials, i el rendiment que ofereix.



Fig. 6: IOT2050. Font: veure la referència [17].

És compatible amb el sistema operatiu Debian basat en Linux, que permet una gran varietat d'aplicacions i l'ús de compiladors de llenguatge d'alt nivell com C++, JAVA o JSON, podent utilitzar entorns com Arduino IDE o Node-Red . Inclou ports USB, comunicació sèrie i Ethernet. i ranures ARDUINO per a connectar E/S i sensors.

Les aplicacions més comunes de la família de dispositius SIMATIC IOT són:

- Lectura i processament de dades de màquines i producció.
- Connexió al núvol: el dispositiu actua com a passarel·la entre la planta i els entorns digitals, com el propi Industrial Edge de Siemens.
- Monitoratge i manteniment predictiu: permet predir errors i optimitzar el rendiment.
- Integració amb sistemes d'automatització: pot afegir funcionalitats complexes o específiques als autòmats i sistemes actuals, com l'ús d'IA o accés a internet.
- Control de baixa potència: per mitjà d'un mòdul d'E/S, es pot connectar sensors i actuadors de baixa tensió, i programar un sistema automatitzat, arribant a substituir als PLC per a aplicacions senzilles.

1.6.4. Raspberry Pi

La Raspberry Pi és un ordinador SBC (*Single-Board Computer*) desenvolupat l'any 2006 per la Fundació Raspberry Pi, un grup d'investigació de la Universitat de Cambridge amb l'objectiu d'apropar la informàtica i programació a les escoles amb una alternativa econòmica i de dimensions reduïdes. El primer model de Raspberry Pi va ser llançat al mercat l'any 2012, i donades les possibilitats del dispositiu i la seva relació qualitat-preu, va tenir un creixement exponencial.

Actualment l'empresa ofereix més d'una desena de dispositius amb característiques, mides, funcions i preus diferents, encapçalats per la recent Raspberry Pi 5, el model de gamma superior. Aquest compta amb un CPU Arm Cortex-A76 de 64 bits, 4/8 GB de memòria RAM, quatre ports USB, quaranta pins digitals GPIO, un port Ethernet, un port HDMI, un port PCIe 2.0, entrada d'àudio, WiFi i Bluetooth 5.0. Els principals avantatges d'aquest model són el rendiment, la versatilitat, el baix consum energètic, la integració amb diversos SO i la gran comunitat d'usuaris que desenvolupen projectes, documentació, guies i fòrums per a totes les possibilitats.

Raspberry ofereix suport a diferents sistemes operatius. Es recomana per a la majoria d'aplicacions l'ús de Raspberry Pi OS, un sistema basat en Debian, però també es pot instal·lar múltiples versions de Linux, SO específics (com RetroPie per a emulació i FreeBSD per a emmagatzematge al núvol) i fins i tot una versió optimitzada de Windows, anomenada Windows 10 IoT Core.

A l'hora de decidir utilitzar una Raspberry també s'han de tenir clares les seves limitacions. El seu rendiment ha millorat molt durant la seva evolució, però segueix sense ser prou potent per a córrer un SO exigent com Windows 11 i no pot executar a la perfecció programari exigent com AutoCAD o SolidWorks. Per altra banda, el dispositiu només funciona connectat al corrent i el rendiment baixa en cas d'alimentar-se amb una potència insuficient.



Fig. 7: Dron controlat per una Raspberry Pi Zero. Font: veure referència [29].

Entre la gran quantitat d'aplicacions i projectes desenvolupats, els més comuns són:

- **Ofimàtica bàsica:** amb un SO i un entorn de programari lleugers, es poden editar documents, fulls de càlcul, imatges, etc. utilitzant un equip de petites dimensions.
- **Centre multimèdia:** gràcies al port HDMI, es pot connectar el dispositiu a una TV o un projector per a visualitzar contingut multimèdia com pel·lícules, fotos o música.
- **Servidor NAS:** gràcies a la seva connectivitat es pot implementar un servidor privat d'emmagatzematge al núvol, guardant arxius en un entorn segur i privat.
- **Emulació:** per mitjà de SO dedicats, es pot emular consoles de videojocs antigues i jugar a títols clàssics.

- **Domòtica:** es poden connectar dispositius d'E/S als pins de la Raspberry i implementar un sistema de gestió de la il·luminació, condicionament, electrodomèstics i seguretat de la casa, tot controlat de manera digital via WiFi.
- **Dispositiu IoT:** es pot integrar dins d'entorns industrials per a interconnectar equips automatitzats entre ells i a internet, permetent el monitoratge, control, anàlisi i optimització dels sistemes.

En els darrers anys, els computadors SBC com la Raspberry han guanyat molt protagonisme en l'entorn industrial i empreses especialitzades en automatització i robòtica han desenvolupat dispositius de l'estil, com l'IO2050 de Siemens, o directament han transformat Raspberrys en un equip PLC, com és el cas de Industrial Shields o Revolution Pi.



Fig. 8: Industrial Shields, PLC basat en Raspberry Pi. Font: veure referència [22].

Per a aquest projecte en concret, s'utilitzarà una Raspberry Pi Model 3B amb 1 GB de RAM i una imatge de Raspberry Pi OS instal·lada en una targeta micro-SD de 32 GB.

1.6.4.1. Raspberry Pi OS

Raspberry Pi OS és un sistema operatiu de programari lliure basat en Debian, una distribució de Linux coneguda per la seva estabilitat, seguretat i personalització. Està optimitzat per funcionar sobre dispositius de la marca, amb software pre-instal·lat per a aprofitar les característiques de la Raspberry. Compta amb una interfície d'usuari senzilla i intuïtiva, però alhora semblant a sistemes d'escriptori comuns com macOS i Microsoft Windows.

Hi ha tres versions del SO: la versió Lite, amb les característiques essencials i recursos mínims; la versió estàndard, amb totes les característiques del sistema i alguns programes instal·lats; la versió Full, amb software professional i de productivitat instal·lat (com LibreOffice).

Algunes funcions exclusives del SO són l'accés directe als pins GPIO, biblioteques de funcions i classes per a simplificar la programació, i l'entorn integrat amb eines de programació en Python o C.

1.6.5. Software

1.6.5.1. Node-RED

Node-RED és una eina de programació de codi obert basada en programació de fluxos, amb un sistema de representació visual que fa accessible l'eina a usuaris sense alts coneixements de programació. Va ser desenvolupat per IBM l'any 2013 i actualment pertany a la OpenJS Foundation, una organització sense ànim de lucre que promou el desenvolupament de Javascript i l'ecosistema web.

Node-RED proporciona una interfície basada en navegador (com Chrome o Firefox) que permet crear fluxos connectant nodes que representen tasques o components específics. S'utilitza principalment en programació d'entorns IoT i automatització domèstica per simplificar la integració de diferents dispositius i serveis.

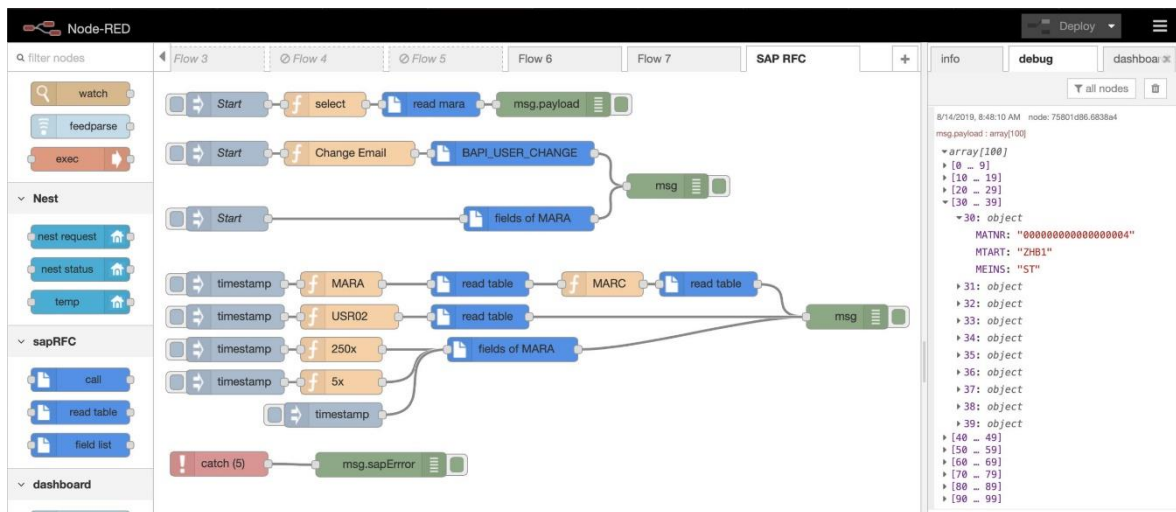


Fig. 9: Exemple de programa a Node-RED. Font: veure referència [27].

El funcionament és molt intuïtiu: l'usuari escull entre un gran repertori de nodes, alguns d'entrada (sensors o APIs), altres de processament (funcions o filtres) i altres de sortida (actuadors o exportadors), i s'interconnecten els nodes per a crear un flux que executa una tasca determinada. Els nodes es comuniquen i bescanvien informació per mitjà de missatges, objectes de JavaScript amb diferents camps per identificar tipus de dades i metadades. Dins de cada node es poden configurar certs paràmetres, com els camps de sortida del missatge o instruccions sobre com s'ha de processar el missatge del node anterior. Per defecte, es transmet a la sortida un missatge que compta amb un "payload" amb el contingut útil i un "context" amb la capçalera o el distintiu del missatge.

Entre els més de 4.000 mòduls (grups de nodes) disponibles actualment, hi podem trobar nodes de comunicacions via xarxa, control d'E/S, disseny d'UI, base de dades, processament de senyals, comunicació amb PLCs, ús de xarxes socials, o fins i tot un node per a programar una funció en JavaScript des de zero.

1.6.5.2. Teachable Machine

El *Machine Learning* o Aprenentatge Automàtic és la branca de la Intel·ligència Artificial que es basa en "ensenyar" als computadors a aprendre i prendre decisions a partir de les dades i coneixements que va adquirint i recopilant. Actualment ja està present en molts camps com l'automoció, la medicina o l'entreteniment, donat que permet processar grans quantitats de dades i extreure'n informació útil i patrons a molta velocitat.

Teachable Machine és una plataforma web de *Machine Learning* desenvolupada per Google que permet a qualsevol persona crear models d'IA sense necessitat de coneixements de programació. Està basat en *deep learning*, un tipus de ML que estructura grans quantitats de dades imitant les connexions neuronals del cervell humà, buscant patrons o característiques comunes per a classificar amb precisió aquesta informació.

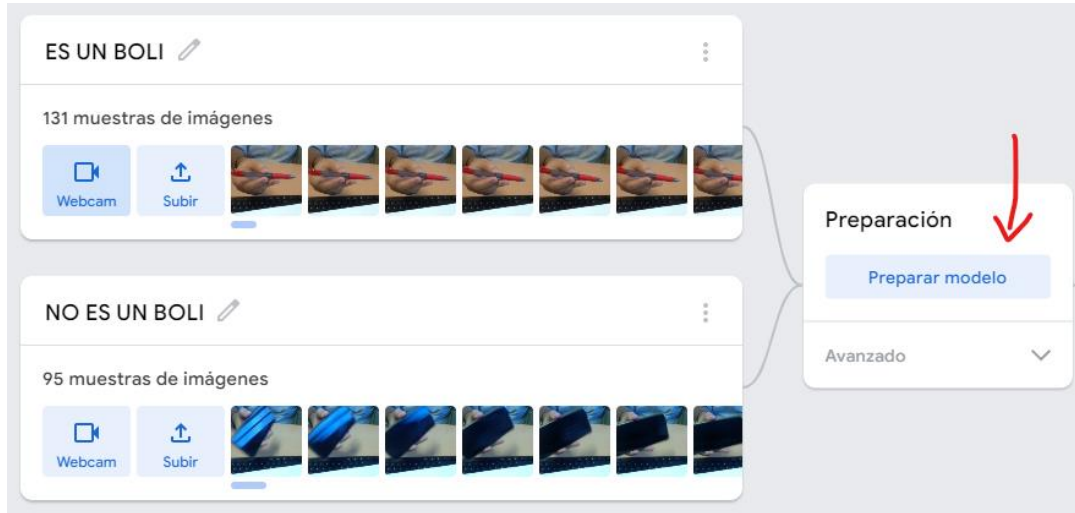


Fig. 10: Entrenament d'un model de TM. Font: veure referència [27].

Teachable Machine ofereix tres tipus d'intel·ligència artificial: classificació d'imatges, de sons i de postures corporals. L'usuari escull el tipus d'IA i defineix les classes o tipus d'objectes a identificar. A partir d'arxius locals o fotos realitzades amb una webcam, l'eina entrena i genera un model de classificació en qüestió de minuts, per a posteriorment ser exportat en format Tensorflow.js i utilitzar-lo tant al núvol (per mitjà de Google Drive) com en aplicacions web o locals.

A l'hora de preparar un model, es poden ajustar tres paràmetres:

- **Èpoques:** cada època és un cicle complet a través del conjunt de dades. És a dir, si s'ajusten 10 èpoques, el model analitza totes les fotografies proporcionades i estableix patrons 10 vegades. Si s'ajusta un nombre prou baix, el resultat pot ser un model poc entrenat que no ha après prou sobre les dades. En canvi, un model amb un número excessiu d'èpoques pot resultar en *overfitting*, quan l'algoritme s'ajusta tant a les dades d'entrenament que no pot fer prediccions precises a partir de dades fora de les proporcionades. Per defecte està ajustat en 50.
- **Mida de lot:** és el número d'exemples d'entrenament que el model processa de forma conjunta abans d'actualitzar-se. És a dir, són agrupacions de dades que, un cop processades, modifiquen les característiques del model. En un lot petit el model es va actualitzant amb més freqüència i permet ajustos més precisos però comporta menys homogeneïtat, i un lot gran comporta actualitzacions més estables però amb ajustos menys detallats. Per defecte està ajustat a 16.
- **Taxa d'aprenentatge:** és un paràmetre que determina la velocitat amb la que el model ajusta els pesos als errors trobats durant l'entrenament. El mínim canvi en aquest paràmetre pot suposar en una gran diferència en els resultats. Amb una taxa alta, el model aprèn ràpidament però pot saltar-se errors i perdre homogeneïtat, i amb una taxa baixa el model aprèn a poc a poc però tendeix a un resultat més precís. Per defecte està ajustat a 0,001.

Donat que és una eina d'ús lliure i enfocada a l'aprenentatge, TM té certes limitacions:

- Quantitat de dades limitada.
- Dificultat de predir models complexos i detallats.
- Personalització limitada, poca capacitat d'ajustar els models a les necessitats específiques.
- Problemes per escalar models a projectes més grans i amb molts tipus de dades.

1.6.5.3. Telegram

Telegram és una aplicació de missatgeria instantània que es diferencia d'altres serveis per la seva seguretat, sincronització entre dispositius i funcionalitats avançades com canals de difusió, bots i integració personalitzada. En els últims anys ha guanyat protagonisme en l'àmbit de l'automatització i l'IoT gràcies a l'accés multiplataforma i la configuració accessible dels bots.

1.6.5.4. Google Cloud

Google Cloud Platform és un conjunt d'infraestructures i serveis al núvol que Google ofereix a les empreses, la majoria relacionades amb la computació al núvol (*Machine Learning, Big Data, IA*). Aquests serveis permeten a empreses de totes les mides dissenyar, provar i llançar aplicacions integrant tecnologies modernes i impulsant la innovació i la transformació digital. Els principals serveis que ofereix són:

- Processament
- Emmagatzematge i bases de dades
- Intel·ligència Artificial i *Machine Learning*
- Anàlisi de dades
- Seguretat i identitat

1.6.6. Comunicacions

En aquest projecte s'utilitzarà el protocol EtherNet/IP, dissenyat específicament per aplicacions d'automatització industrial. Es caracteritza per implementar mesures segures en les comunicacions, garantint la seva fiabilitat i eficiència en la transmissió de dades en entorns industrials. Per a entendre com funcionen els protocols, cal primer tenir clar què és el model TCP/IP, el model OSI i el protocol Ethernet.

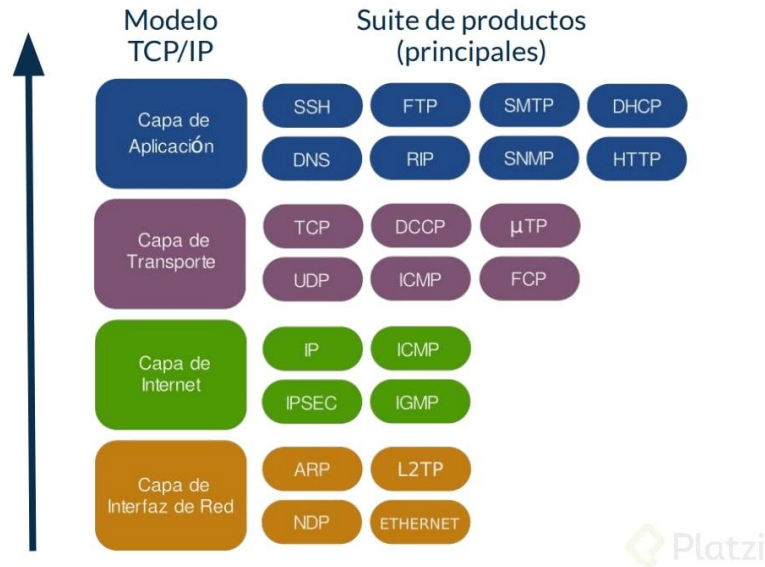


Fig. 11: Principals protocols de comunicació en funció de les capes OSI. Font: <<https://platzi.com/clases/2225-redes/35584-modelo-tcpip/>>. Consulta el 27/5/2024.

1.6.6.1. TCP/IP

El model TCP/IP és el conjunt de protocols que s'utilitzen per a la comunicació a Internet i operen en capes superiors (a partir de la 3^a del model OSI). Permet que dispositius amb diferents sistemes operatius es comuniquin entre si i s'utilitza en la majoria de xarxes locals i comercials. Els principals protocols dins d'aquest grup són:

- **TCP (Protocol de control de transmissió):** S'encarrega d'administrar i garantir el transport de dades d'extrem a extrem.
- **IP (Protocol d'Internet):** És responsable del direccionament lògic i l'enrutament de paquets entre xarxes.

Cada dispositiu connectat a una xarxa que utilitza TCP/IP té assignada una direcció IP única. Les direccions IP permeten identificar de manera lògica i jeràrquica els dispositius en una xarxa. Quan un dispositiu envia dades utilitzant TCP/IP, el protocol IP afegeix una capçalera al paquet amb la direcció IP d'origen i destí, assegurant una entrega efectiva de les dades. Existeixen dos versions principals:

- **IPv4:** Utilitza direccions de 32 bits, fet que limita el número total de direccions disponibles.
- **IPv6:** Utilitza direccions de 128 bits per donar a l'abast la falta de direccions d'IPv4.

Una direcció IP es pot dividir en dues parts anomenades *xarxa* i *host*. En funció d'aquests camps es classifiquen diferents tipus de direccions IP:

- **Classe A:** Només s'utilitza el primer byte per definir la xarxa, els següents tres bytes identifiquen el *host* de la xarxa. S'utilitza en xarxes molt àmplies, amb direccionalment per a 16 milions d'equips.
- **Classe B:** S'utilitzen els dos primers bytes per a la xarxa i els dos posteriors per al *host*. També es fan servir en xarxes extenses.
- **Classe C:** S'empra els tres primers bytes per a la xarxa i l'últim per definir el *host*.
- **Classe D i classe E:** No són d'ús comú per a la majoria d'usuaris, sinó que estan destinades a grups d'equips concrets i utilització experimental.

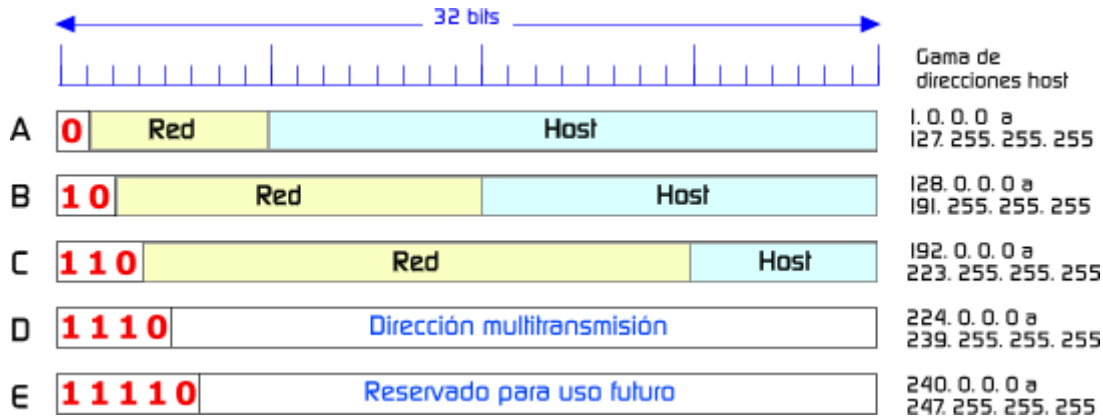


Fig. 12: Classes de direccions IP. Font: <<https://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/red/ip.html>>. Consulta el 26/5/2024.

Degut a massificació d'Internet, l'ús de direccions IP assignades impossibilita en certs casos la correcta identificació i configuració de xarxes locals, de manera que es va introduir l'ús de subxarxes. Aquestes divideixen una xarxa ampla en segments reduïts i pràctics, permetent una millor administració de l'espai i reduint el tràfic de dades.

La màscara de subxarxa s'utilitza per indicar quants bits de la direcció IP pertanyen a la xarxa i quants als *hosts* dins d'aquella xarxa. Cada subxarxa té la seva pròpia direcció de xarxa i rang de direccions IP, i els enrutadors decideixen a quina subxarxa enviar els paquets basant-se en la direcció IP de destí i la màscara de subxarxa escollida.

Per exemple, una màscara de subxarxa 255.255.255.0 indica que els primers 24 bits pertanyen a la xarxa i els últims 8 són per als *hosts*.

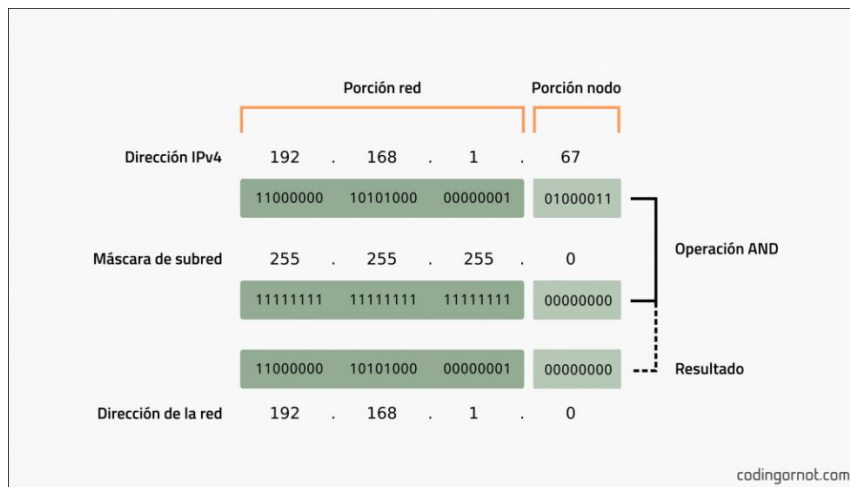


Fig. 13: Operació lògica AND per obtenir la direcció de xarxa a partir de la màscara de subxarxa. Font: <<https://codingornot.com/configuracion-de-redes-i-que-es-la-ip-y-la-mascara-de-subred>>. Consulta el 26/5/2024.

1.6.6.2. Model OSI

El model OSI (*Open Systems Interconnection*) és un marc conceptual que defineix com es comuniquen els sistemes de xarxes i com s'envien dades des d'un remitent cap a un destinatari. Va ser desenvolupat per l'Organització Internacional de Normalització (ISO) i s'utilitza per descriure els components de la comunicació de dades, establir normes i estàndards per a les infraestructures de xarxes i facilitar la operativitat entre diferents tecnologies i fabricants. El model OSI es divideix en set capes que s'apilen de baix a dalt:

- **Capa física (1):** Mitjà de comunicació físic i tecnologies per transmetre-hi dades.
- **Capa d'enllaç de dades (2):** S'encarrega de la detecció i correcció de dades, control de flux i adreçament de dades.
- **Capa de xarxa (3):** S'encarrega de l'adreçament lògic i de l'enrutament de dades entre xarxes.
- **Capa de transport (4):** Garanteix l'entrega completa i sense errors de dades, incloent control de flux i segmentació.
- **Capa de sessió (5):** Estableix, manté i sincronitza sessions de comunicació entre aplicacions.
- **Capa de presentació (6):** Tradueix, xifra i comprimeix les dades per a poder ser processades a la capa d'aplicació.
- **Capa d'aplicació (7):** Proporciona serveis directament a les aplicacions d'usuari.

El model OSI permet que les dades flueixin des de la capa 7 a la capa 1 del remitent i després de la capa 1 a la capa 7 al dispositiu destinatari, facilitant la comunicació entre tecnologies i que els sistemes de xarxa es comuniquin de manera estandarditzada.

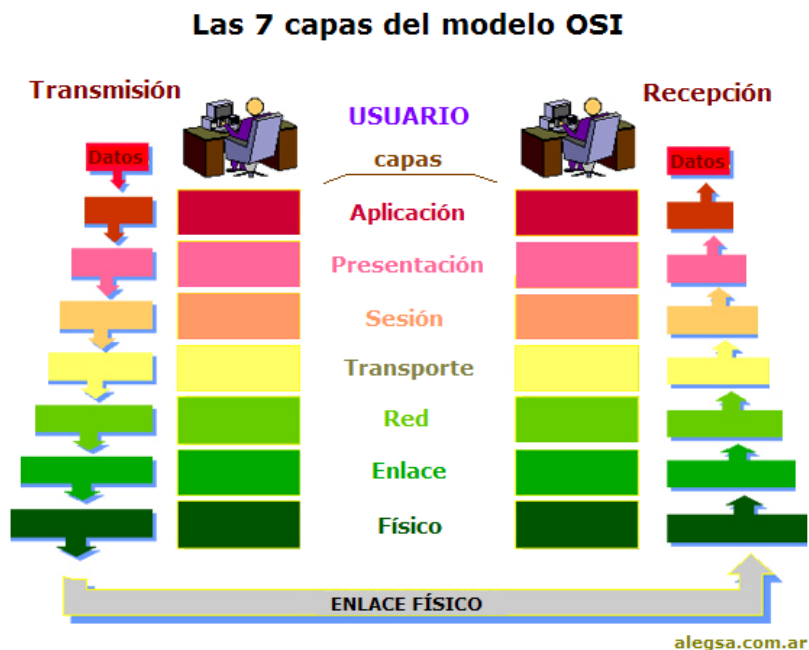


Fig. 14: Procés de comunicació a través de les capes OSI. Font: <<https://sobretodoredes.wordpress.com/redes-informaticas/modelo-osi/>>. Consulta el 27/5/2024.

1.6.6.3. Ethernet

El protocol Ethernet és un estàndard de comunicació utilitzat per a connectar dispositius tant en una xarxa d'àrea local (LAN) com en xarxes de llarg abast (WAN), permetent comunicar-se entre sí a través d'un conjunt de normes o llenguatges comuns. Ethernet s'aplica dintre de

les capes 1 i 2 del model OSI, corresponents a la capa física i d'enllaç de dades, descrivint com els dispositius han de transmetre dades a altres dispositius de la mateixa xarxa per a que aquests puguin reconèixer, llegir i processar la informació que contenen. Utilitza trames encapsulades en paquets per a transmetre dades a través de connectors físics. Segons el protocol de xarxa o tipus de comunicació, les trames d'Ethernet s'estructuren de diferents maneres i poden contenir més o menys dades.

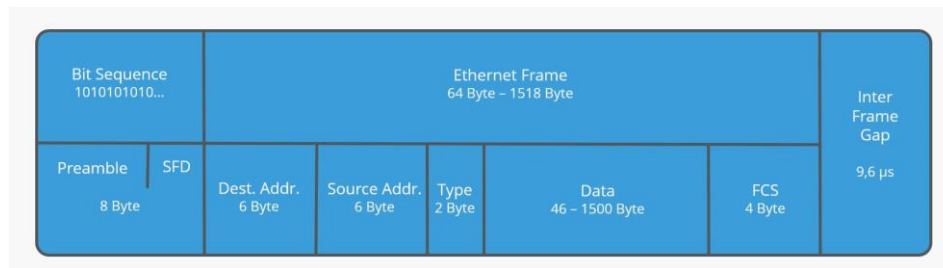


Fig. 15: Estructura de la trama d'Ethernet II. Font: veure referència [32].

Ofereix avantatges com baix cost, alta velocitat, fiabilitat i seguretat, però a canvi de dependència dels cables físics i vulnerabilitat a interferències electromagnètiques. És molt utilitzada en ordinadors per a accedir a internet i garantir un bon senyal, però també s'implementa en connexions de xarxa local d'empreses, hospitals o escoles per a intercomunicar ordinadors, impressores, servidors, sistemes de vigilància...

1.7. Hardware

A continuació es descriuen els diferents dispositius, materials i elements que s'han emprat durant el desenvolupament del projecte.

1.7.1. PLC

L'autòmat escollit és un SIMATIC S7-1200 de la companyia Siemens, concretament el model CPU 1214C AC/DC/Rly (número d'article: 6ES7214-1BG40-0XB0). Aquest s'alimenta a 24 V i compta amb 14 entrades digitals a 24 V DC (6 d'elles són HSC), 2 entrades analògiques de 0-10 V o 4-20 mA, i 10 sortides relé de 24 V. Inclou un port Ethernet RJ45 per a comunicar-se amb altres dispositius i sistemes per mitjà de la interfície de comunicació PROFINET. Es programa amb l'entorn TIA Portal de la pròpia Siemens.



Fig. 16. S7-1200 CPU 1214C. Font: veure referència [15].

1.7.2. Mòdul d'expansió

Donat que l'autòmat no dona a l'abast amb el nombre de senyals d'entrada i sortida de la planta, s'afegeix un mòdul d'expansió d'E/S digitals, el SIMATIC S7-1200 SM 1223 DC/Rly (número d'article: 6ES7223-1PH32-0XB0). S'alimenta a 24 V i compta amb 8 entrades digitals a 24 V i 8 sortides digitals en format de relé amb una capacitat de 2 A. El mòdul està dissenyat exclusivament per complementar l'autòmat S7-1200, de manera que s'integra de forma segura i còmode gràcies a l'entorn TIA Portal.



Fig. 17: S7-1200 SM 1223 DC/Rly. Font: veure referència [33].

1.7.3. Font d'alimentació

Per a proporcionar alimentació al PLC i al mòdul d'expansions, s'empra el mòdul de la família SIMATIC S7 orientada a aquesta funció, el S7-1200 PM 1207 (número d'article: 6EP1332-1SH71). Funciona amb una entrada de corrent altern de 120/230 V, de manera que es pot alimentar per mitjà de la xarxa elèctrica convencional. A la sortida proporciona un senyal de corrent continu de 24 V i 2.5 A, garantint una alimentació estable i fiable per als dispositius connectats.



Fig. 18: S7-1200 PM 1207. Font: veure referència [34].

1.7.4. Planta pneumàtica

S'utilitza la planta electropneumàtica del laboratori 107 de l'ETSE, anteriorment emprada per a les sessions de pràctiques de l'assignatura Automatització (codi 17204103). Aquesta s'encarrega de classificar peces cilíndriques segons el seu color i es basa en tres subsistemes: un alimentador, un braç transportador i una plataforma elevadora.

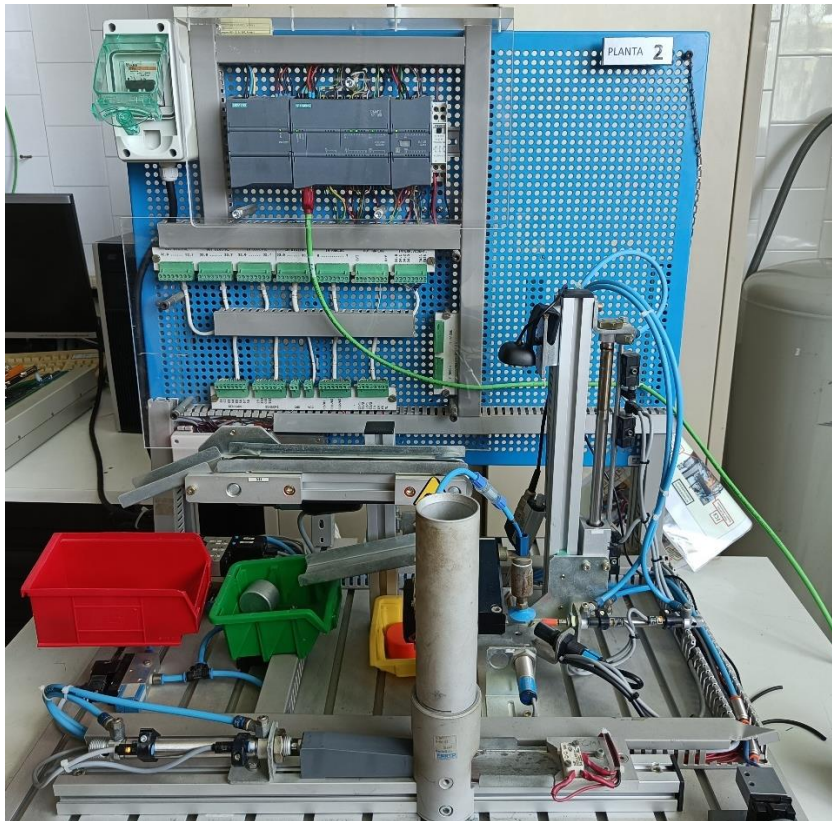


Fig. 19: Vista general de la planta pneumàtica. Font: realització pròpia.

Els elements que formen la planta són:

- 7 sensors de proximitat
- 1 sensor capacitiu
- 1 sensor inductiu
- 1 sensor òptic
- 3 finals de cursa
- 4 pistons controlats per mitjà d'electrovàlvules
- 1 vàlvula de buit
- 1 motor de cinta transportadora

Tot i que no s'incorporen en aquest projecte, la planta també té un sensor piezoelèctric i un sensor de buit. Per a optimitzar el funcionament i reduir errors deguts als sensors, s'ha decidit prescindir o substituir-los per objectes de software com temporitzadors. Per a una descripció més detallada de la planta, s'adjunta el [guió de la pràctica final de l'assignatura Automatització](#) als annexos.

1.7.5. Placa de connexions

Per a connectar l'autòmat a les entrades i sortides de la planta i dispositius annexes, s'utilitza una PCB que proporciona els senyals físics del PLC a partir d'un connector que reuneix tots aquests (ports negres de l'esquerra). El mateix succeeix per a l'autòmat (port negre de la dreta). Cablejant els ports del PLC i de la planta entre ells, s'aconsegueix realitzar la connexió amb l'ordre escollit per l'usuari. Per a aquest projecte, les connexions escollides es detallaran a l'[apartat 1.8.2](#).

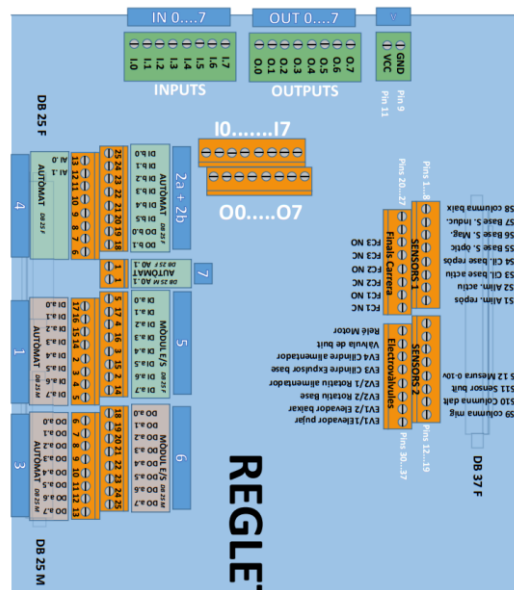
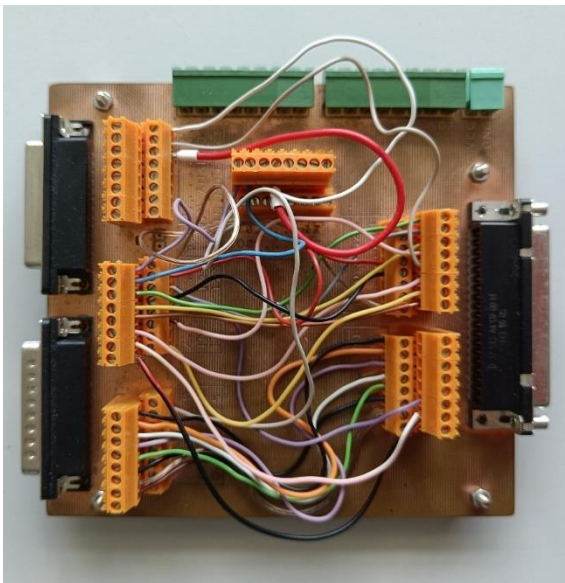


Fig. 20: Placa de connexions. Font: realització pròpia. Fig. 21: Esquema de connexions. Font: veure referència [30].

1.7.6. Panell de control

S'empra una PCB que disposa de 8 entrades i 8 sortides. Les entrades són 2 pulsadors normalment oberts (I0 i I4) i 6 interruptors de palanca (I1, I2, I3, I5, I6 i I7). Les sortides són 8 indicadors LED (O0-O7). El panell s'alimenta a 24 V i es connecta als senyals del PLC per mitjà de la placa de connexions mencionada anteriorment. Per mitjà d'aquesta placa es permet la interacció directa entre usuari i autòmat, podent programar tots els dispositius segons conveniència i les necessitats del projecte.

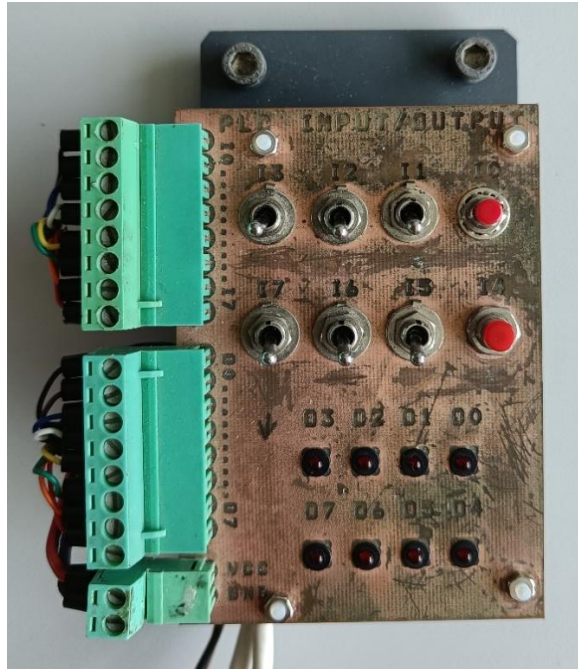


Fig. 22: Panell de control. Font: realització pròpia.

1.7.7. Raspberry Pi

S'utilitza una Raspberry Pi 3 Model B com a dispositiu central per a gestionar diverses funcions, com la comunicació amb el PLC, el control i anàlisi de dades o la interfície UI. El dispositiu compta amb un CPU Cortex-A53 de 64 bits @1.4 GHz, 1 GB de SDRAM, connectivitat WiFi 2.4-5 GHz, Bluetooth 4.2, un port d'Ethernet Gigabit, quatre ports USB 2.0, un port HDMI, un port CSI per a càmeres, un port de pantalla DSI, un port de sortida d'àudio i una ranura per a targetes MicroSD. S'alimenta a 5 V/2.5 A a través d'un connector Micro-USB.

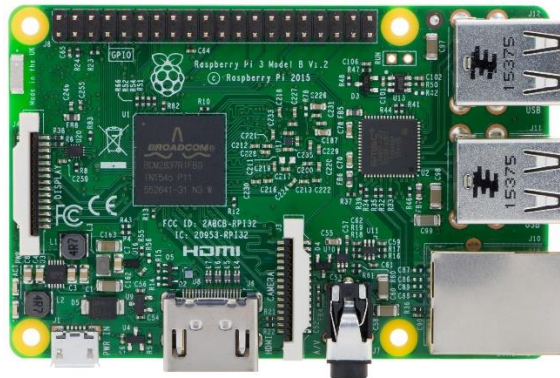


Fig. 23: Raspberry Pi 3 Model B. Font: veure referència [20].

1.7.8. Webcam USB

Per a implementar el sistema de classificació de peces amb IA integrada, es connecta una càmera USB LifeCam HD-3000 de Microsoft. Ofereix una imatge nítida a 720p i incorpora un micròfon d'alta definició. Tot i estar orientada a vídeo-trucades i conferències en línia, es pot utilitzar en diversos sistemes i aplicacions, donada la seva compatibilitat i una configuració accessible.



Fig. 24: Microsoft LifeCam HD-3000. Font: <<https://www.discoazul.com/microsoft-lifecam-hd-3000.html>>. Consulta el 19/5/2024.

1.7.9. Pantalla LCD

La interfície d'usuari es visualitzarà a través d'una pantalla LCD de 5" de la marca IBest. Aquesta té una resolució de 800x480 píxels i una pantalla tàctil resistiva, i es connecta per mitjà d'un port HDMI per a la visualització i a un port micro-USB per a l'alimentació i

Està pensada per a utilitzar-se amb ordinadors monoplaca i sistemes operatius com Raspbian, Ubuntu o Windows, de manera que és ideal per al projecte donada la seva facilitat de configuració i compatibilitat.



Fig. 25: Pantalla LCD 5" de la marca IBest. Font: <<https://www.amazon.es/HDMI-LCD-Touchscreen-Display-Beaglebone/dp/B07PLF8V8Y>>. Consulta el 19/5/2024.

1.7.10. Switch Ethernet

Per a garantir la comunicació entre l'autòmat i la Raspberry, s'empra un Switch ConneXium de 5 ports Ethernet TCP/IP, de la marca Schneider Electric (número d'article: TCSESU053FN0). Aquest s'alimenta a 24 V i proporciona connexions fiables entre cables RJ45, orientat a comunicacions industrials. També s'utilitza per a carregar el programa des de TIA Portal cap al PLC.



Fig. 26: Switch Ethernet ConneXium de la marca Schneider Electric. Font: <https://www.se.com/es/es/product/TCSESU053FN0/connexium-unmanaged-switch-5-puertos-para-cobre/>. Consulta el 24/5/2024.

1.7.11. Connectors i perifèrics

Per a integrar tots els dispositius anteriors, s'ha utilitzat els següents connectors:

- Connector Ethernet: habilita la comunicació entre el PLC i la Raspberry, i també s'utilitza per a carregar el programa al PLC des d'un ordinador.
- Connector HDMI: permet la visualització de la interfície de la Raspberry a la pantalla LCD.
- Connector micro-USB: s'empra per a alimentar la raspberry i la pantalla LCD, i també es connecta un entre els dos dispositius anteriors per a habilitar la interacció tàctil.

Durant el desenvolupament del projecte també s'ha utilitzat teclat i ratolí per a navegar pel SO de la RPi i programar el flux de Node-RED, i un ordinador del laboratori 107 amb l'entorn Tia Portal V13 instal·lat.

1.7.12. Esquema de connexions

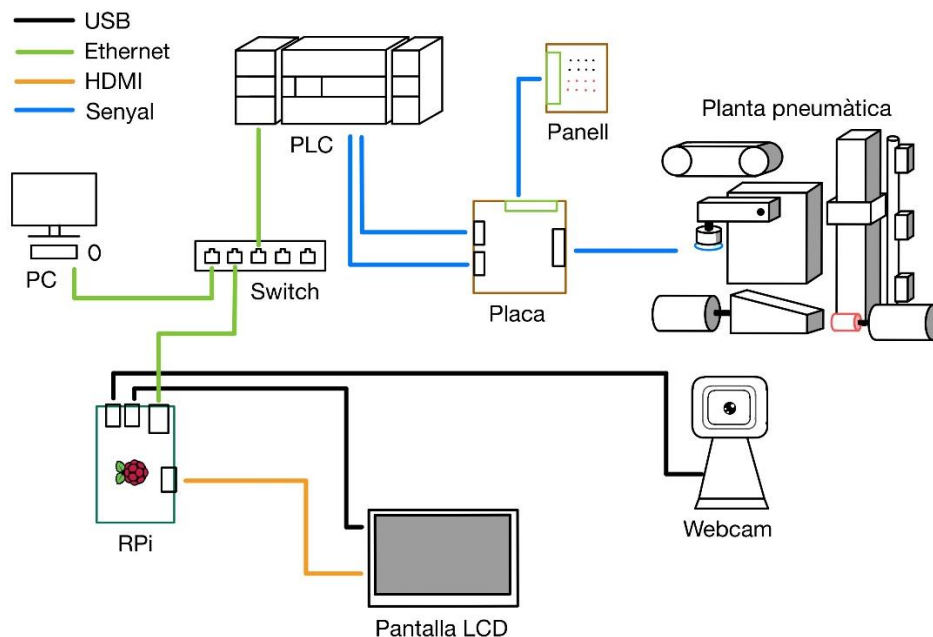


Fig. 27: Esquema de connexions del projecte. Font: realització pròpia.

1.8. Funcionament i programació de la planta

En aquest apartat es descriurà de manera detallada el funcionament, les parts i el programa a implementar a la planta pneumàtica.

1.8.1. Descripció del funcionament

Tal com s'ha esmentat anteriorment, la planta es basa en la classificació automàtica de peces de diferents colors i materials, duent a terme un procés que simula una línia de muntatge industrial. Inicialment, les peces arriben a un dipòsit cilíndric desordenades, i a través de diferents mecanismes controlats per sensors i actuadors electro-pneumàtics, acaben dipositades en diferents contenidors segons el tipus de peça.

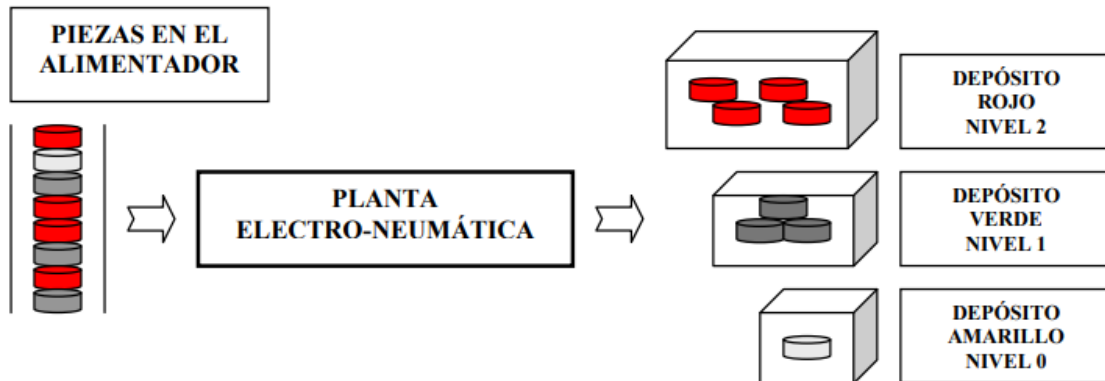


Fig. 28: Esquema de funcionament. Font: veure referència [30].

La planta simula alguns aspectes claus en els processos industrials automatitzats com la gestió i classificació de materials, representant la interacció dels sensors i actuadors per a analitzar diferents peces. També es treballa la integració de sistemes electro-pneumàtics per a efectuar tasques complexes, i es fomenta la gestió d'eficiència i optimització d'errors o dels temps de producció.

Dins [el guió de la pràctica corresponent a la programació de la planta](#)^[30], dins de l'assignatura Automatització, s'inclou una taula descriptiva de tots els elements de la planta, juntament amb una imatge per a identificar-los:

NÚMERO	DESCRIPCIÓ
1	Grup d'electrovàlvules de control
2	Estructura de la plataforma elevadora
3	Motor i cinta transportadora
4	Sensor analògic de mesura d'alçada de les peces
5	Pistó d'expulsió de peces de la plataforma
6	Electrovàlvula de buit per poder aspirar les peces
7	Motor i braç rotatiu per a transportar les peces
8	Grup de sensors per determinar les característiques de la peça
9	Pistó per empènyer les peces carregades al cilindre alimentador
10	Cilindre alimentador de peces
11	Ventosa per aspirar les peces
12	Vàlvula d'obertura manual de entrada/tancament d'aire a pressió
13	Dipòsits d'emmagatzematge de peces. En cada dipòsit hi ha un tipus de peces diferent

Taula 1: Elements que formen la planta pneumàtica.

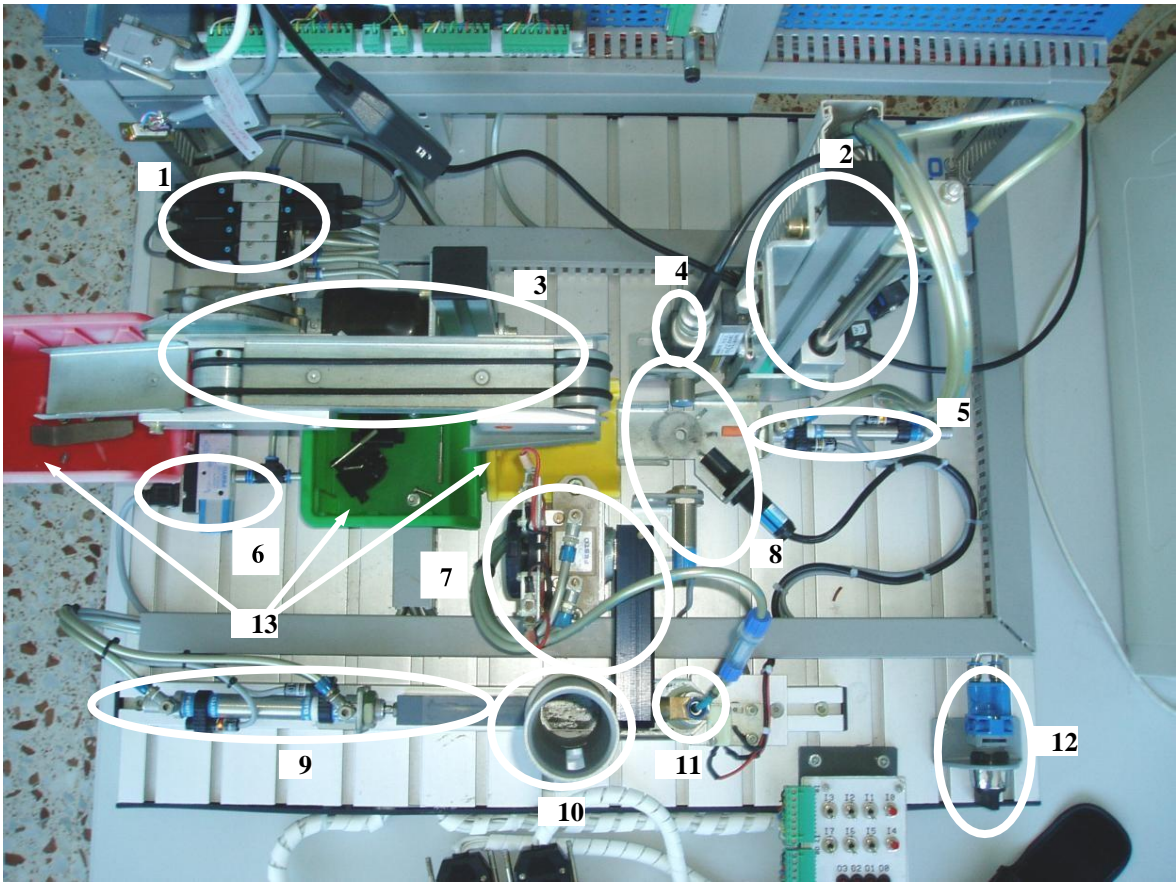


Fig. 29: Elements que formen la planta numerats. Font: veure referència [30].

D'entre els ítems mencionats anteriorment, es diferencien les entrades i sortides que s'utilitzaran al programa, amb el codi corresponent:

ELEMENT	DESCRIPCIÓ
EV1/1	Electrovàlvula. Fa pujar la plataforma elevadora.
EV1/2	Electrovàlvula. Fa baixar la plataforma elevadora.
EV2/1	Electrovàlvula. Dirigeix el braç rotatiu cap a l'alimentador de peces.
EV2/2	Electrovàlvula. Dirigeix el braç rotatiu cap a plataforma elevadora.
EV3	Electrovàlvula. Acciona el pistó de la plataforma elevadora.
EV4	Electrovàlvula. Acciona el pistó de l'alimentador de peces.
A5	Motor de cinta transportadora.
VS	Vàlvula de buit de la ventosa col·locada al braç rotatiu.
S1	Sensor de Proximitat. Si està actiu, el pistó de l'alimentador està comprimit.
S2	Sensor de Proximitat. Si està actiu, el pistó de l'alimentador està expandit.
S3	Sensor de Proximitat. Si està actiu, el pistó de la plataforma està comprimit.
S4	Sensor de Proximitat. Si està actiu, el pistó de la plataforma està expandit.
S5	Sensor Òptic. Detecta els colors per reflexió de la llum.
S6	Sensor Inductiu. Detecta els materials conductors per camp magnètic.
S7	Sensor Capacitiu. Detecta tot tipus de peces sigui quina sigui la seva constitució.
S8	Sensor de Proximitat. La plataforma elevadora està en el nivell 0 (inicial, menys elevat).
S9	Sensor de Proximitat. La plataforma elevadora està en el nivell 1 (intermedi).
S10	Sensor de Proximitat. La plataforma elevadora està en el nivell 2 (més elevat).
FC/A1	Interruptor final de cursa. Detecta la presència o no de peces disponibles per ser aspirades.
FC/A2	Interruptor final de cursa. Detecta la posició del braç rotatiu cap a l'alimentador de peces.
FC/A3	Interruptor final de cursa. Detecta la posició del braç rotatiu cap a la plataforma elevadora.

Taula 2: Entrades i sortides utilitzades de la planta.

Tal com s'ha mencionat en l'apartat 1.7.3, s'ha decidit prescindir del sensor de buit S11 que donava errors, i del piezoelèctric S12 que mesurava l'alçada de la plataforma de manera analògica. Es substituirà el sensor de buit per un temporitzador software que garanteixi la succió de la peça, i s'emprarà els tres sensors de proximitat que indiquen el nivell de la plataforma per a conèixer el seu estat.

El sistema està dividit en tres mecanismes: alimentador, braç rotatiu i plataforma. A continuació es detalla cada mecanisme i els elements que el componen.

1.8.1.1. Alimentador de peces

Aquest mecanisme actua com a punt d'inici del procés de classificació. Les peces es dipositen de manera desordenada en un cilindre amb una obertura a l'extrem inferior per a permetre el pas d'un pistó. Aquest mateix pistó és el responsable d'empènyer les peces una a una, i està dissenyat de manera que al empènyer una peça i retornar a la posició inicial, la següent peça estigui ja preparada.

El pistó s'acciona per mitjà de l'electrovàlvula E4, que és alhora controlada per dos sensors d'inici i final del recorregut de l'alimentador. Les peces activen un interruptor de final de cursa, indicant que estan preparades per a ser transportades pel braç rotatiu. Aquest sistema assegura que les peces es presentin de manera individual per a la posterior classificació.

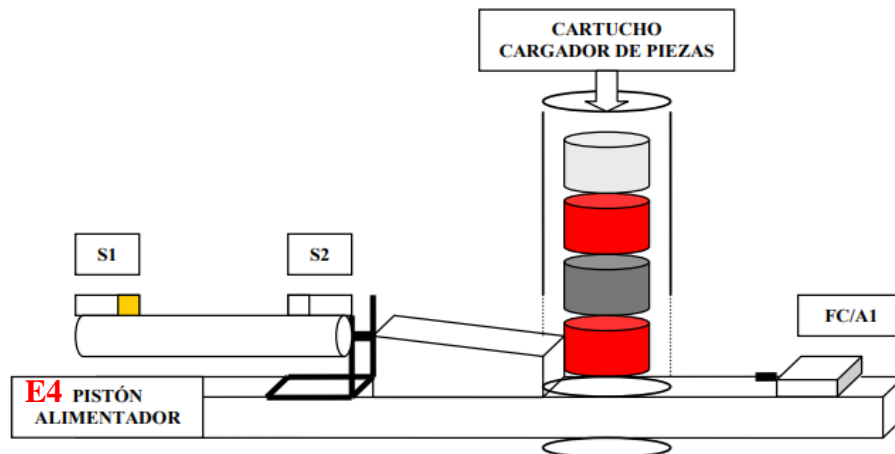


Fig. 30: Esquema de l'alimentador de peces. Font: veure referència [30].

Els components emprats en aquesta estació de la planta són:

- S1: pistó de l'alimentador comprès
- S2: pistó de l'alimentador expandit
- FC/A1: Interruptor de fi de cursa de peces a l'alimentador
- E4: Electrovàlvula que acciona el pistó de l'alimentador

1.8.1.2. Braç rotatiu

El braç rotatiu actua com a enllaç entre l'alimentador i la plataforma elevadora. Està equipat amb una ventosa al seu extrem, la qual, per mitjà d'efecte Venturi generat per una electrovàlvula, aconsegueix subjectar la peça al braç durant el transport. Disposa de dos interruptors de final de cursa que detecten la posició en la qual es troba el braç. Un cop la peça és aspirada correctament, el braç portarà la peça a la planta baixa de la plataforma per a ser classificada.

És important conèixer en tot moment la ubicació del braç, donat que un control erroni podria comprometre l'estat dels components del sistema, o fins i tot suposar danys majors.

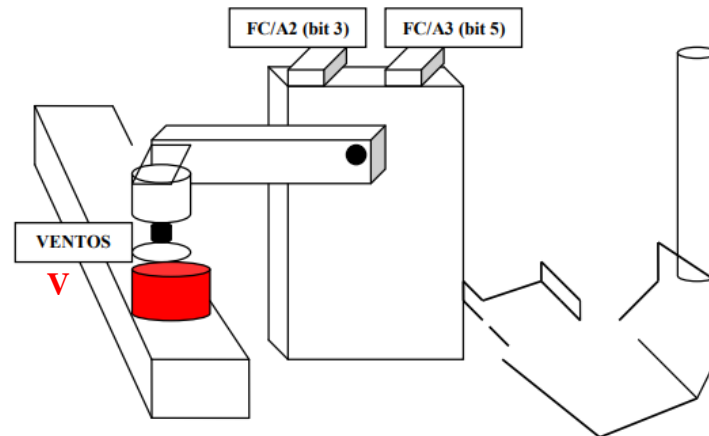


Fig. 31: Esquema del braç rotatiu. Font: veure referència [30].

Els components de control utilitzats en aquest mecanisme són:

- FC2: Interruptor de fi de cursa a l'alimentador.
- FC3: Interruptor de fi de cursa a la plataforma elevadora.
- E2/1: Electrovàlvula que mou el braç cap a l'alimentador.
- E2/2: Electrovàlvula que mou el braç cap a la plataforma elevadora.
- VS: Vàlvula de vuit amb ventosa.

1.8.1.3. Plataforma de distribució

Aquesta és l'estació final del procés. Inicialment es troba la plataforma al nivell més baix (nivell 0), des d'on li arriben peces a través del braç. Per mitjà de tres sensors (capacitiu, inductiu i òptic) identifica les característiques de cada peça, tal com es mostra a la taula 3. En funció de la peça, la plataforma s'eleva al nivell corresponent per a dipositar-la al seu contenidor. Per al cas del contenidor del nivell 0, la plataforma simplement no es mou.

CAPAC.	ÒPTIC	INDUC.	PEÇA DETECTADA
0	X	X	Sense peça o mal col·locada
1	0	0	Peça negra
1	1	0	Peça de color
1	1	1	Peça metàl·lica

Taula 3: Combinacions dels sensors d'identificació de peces.

S'estableix de forma arbitrària el nivell 0 per a peces de color, el nivell 1 per a peces metàl·liques i el nivell 2 per a peces negres. La plataforma incorpora 3 sensors de proximitat per identificar la seva posició en l'eix vertical, i puja i baixa per mitjà d'un pistó de doble efecte (E1), accionat per dues electrovàlvules.

Un cop la plataforma es troba al nivell corresponent, s'expulsa la peça cap al contenidor a través del pistó E3. Per al cas de les peces negres, ubicades al nivell 2, s'utilitza una cinta transportadora accionada per un motor per a portar-les a destí.

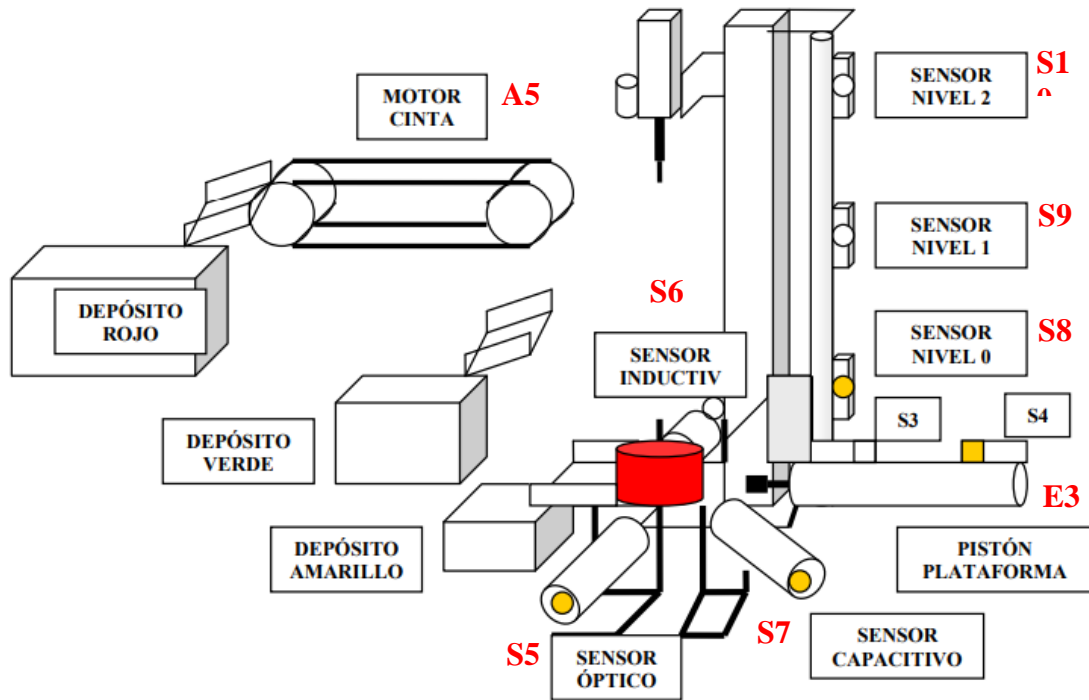


Fig. 32: Esquema de la plataforma elevadora. Font: veure referència [30].

Les E/S emprades en aquesta estació són:

- S3: Sensor de proximitat, pistó de la plataforma expandit.
- S4: Sensor de proximitat, pistó de la plataforma comprès.
- S5: Sensor òptic, peces que reflecteixen color.
- S6: Sensor inductiu, peces conductores.
- S7: Sensor capacitiu, tot tipus de peces.
- S8: Sensor de proximitat, plataforma al nivell 0.
- S9: Sensor de proximitat, plataforma al nivell 1.
- S10: Sensor de proximitat, plataforma al nivell 2.
- E1/1: Electrovàlvula, eleva la plataforma.
- E1/2: Electrovàlvula, baixa la plataforma.
- E3: Electrovàlvula, acciona el pistó que empeny les peces.
- A5: Motor de la cinta transportadora.

1.8.2. Programa base a implementar

En aquest apartat es descriurà de forma detallada el funcionament del programa base de la planta, limitat al transport i classificació de peces tradicional. S'ha programat el PLC mitjançant l'entorn de TIA Portal, el programari desenvolupat per Siemens per gestionar el software dels seus dispositius. El programa sencer s'ha dissenyat amb llenguatge KOP (també anomenat LADDER), ideal per a la programació d'autòmats basats en E/S.

Per a realitzar la programació, es basarà el funcionament en un model Grafcet del procés. Aquest mètode permet visualitzar de forma cronològica les diferents etapes del cicle de producció, la seva sincronització i les condicions que permeten la transició entre elles. Resulta una eina molt útil per a processos cíclics senzills, com és el cas del projecte.

S'ha dissenyat dos modes de funcionament per a la planta:

- Producció contínua: el sistema classificarà de forma ininterrompuda les peces del cilindre alimentador, fins a esgotar existències. En cas de sol·licitar una aturada, al finalitzar el cicle en curs s'aturarà el sistema.
- Cicle a cicle: el sistema realitzarà un sol cicle i tornarà a quedar en repòs fins a nova sol·licitud.

A part, s'implementa un mode d'aturada d'emergència que desactiva totes les sortides fins a reprendre la producció. Durant l'estat d'emergència, es guarda l'estat actual del sistema, retornant a la darrera etapa activa quan es desactiva aquest mode.

L'usuari podrà interactuar amb el sistema per mitjà del panell de control, iniciant el mode de producció desitjat, sol·licitant la parada de producció o l'aturada d'emergència. També es podrà visualitzar l'estat del sistema per mitjà de dos testimonis lluminosos, un per al mode continu i un altre per al mode cicle a cicle. A continuació es mostra un diagrama del panell, juntament amb una taula descriptiva:

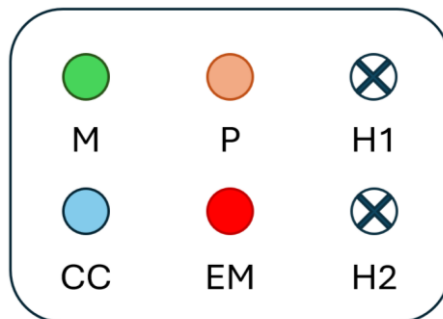


Fig. 33: Esquema panell de control. Font: realització pròpia.

NOM	SENYAL	DESCRIPCIÓ
M	I0	Polsador de marxa del mode continu
P	I1	Polsador d'aturada a fi de cicle
CC	I2	Polsador de marxa del mode cicle a cicle
EM	I3	Interruptor d'estat d'emergència
H1	O0	Indicador sistema en producció contínua
H2	O4	Indicador sistema en producció un cicle

Taula 4: Descripció panell de control.

1.8.2.1. GRAFCET

En la figura 29 es descriu el funcionament del sistema de manera modelitzada per mitjà de GRAFCET. Es destaca la integració dels dos modes de funcionament al mateix Grafcet, que en funció de l'etapa del segon Grafcet, corresponent a l'estat del sistema, retornarà a l'inici o reprendrà la classificació de la següent peça. També cal mencionar que no s'ha contemplat el mode d'Emergència donat que aquest directament desactiva totes les sortides, ni tampoc el sistema de detecció que identifica quan s'exhaureixen les peces al cilindre de l'alimentador. En el següent apartat es descriurà segment a segment el programa dissenyat.

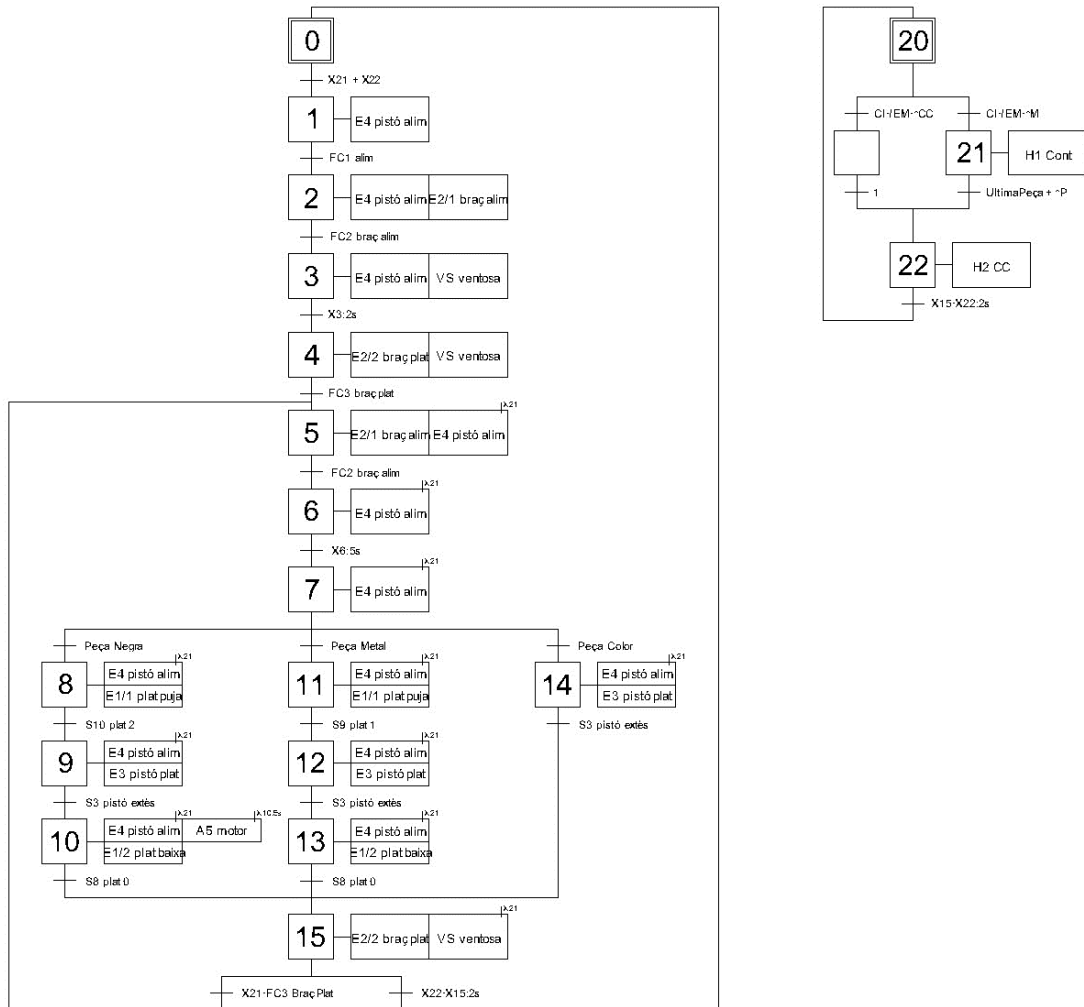


Fig. 34: Grafcets del sistema. A l'esquerra: Grafcet de cicle. A la dreta: Grafcet d'estat. Font: realització pròpia.

1.8.2.2. Descripció del programa

Es divideix el programa en diferents blocs, obtenint així una estructura clara que permet gestionar de forma eficient el desenvolupament del mateix. Els blocs mencionats son:

- Main [OB1]: Bloc principal del programa, s'executa sempre. Gestiona quins blocs de funcions estaran habilitats al programa i gestiona l'estat d'emergència.
- Condicions Inicials [FC1]: Habilita marques que identifiquen certs estats del sistema, com les condicions inicials o la posició del braç rotatiu.
- Maniobra [FC5]: Representa el funcionament del Grafcet de la figura 29, mitjançant marques per a totes les etapes mostrades. També modifica l'estat d'algunes marques internes utilitzades per conèixer les condicions del sistema.
- Sortides [FC2]: Habilita les sortides físiques en funció de les etapes actives.
- Startup [OB100]: Només s'executa en la posada en marxa de l'autòmat, activa les etapes inicials del sistema.

Es pot consultar el programa sencer als Annexos. Cal tenir en compte que pot haver-hi certes variacions respecte el programa base donat que s'implementen, posteriorment a aquest, alguns segments i variables emprats per a les eines IoT.

1.8.2.2.1. Main [OB1]

S'habilita els blocs de funcions a implementar al programa final. Aquest mètode de disseny permet flexibilitat i modularitat al programa.

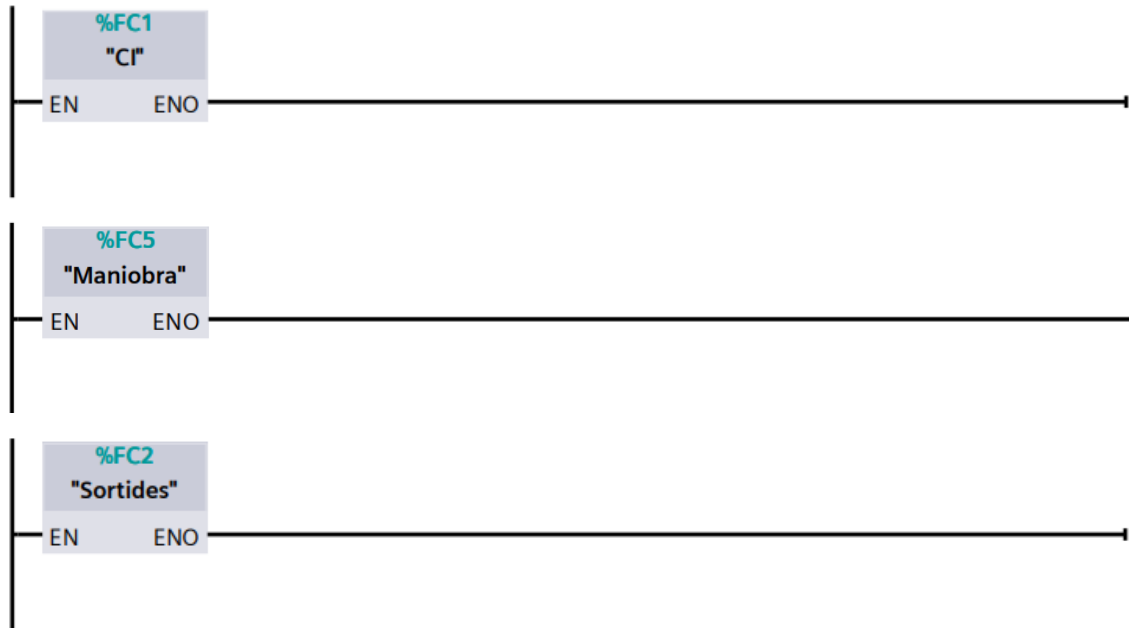


Fig. 35: Segments 1,2 i 3 del bloc Main. Font: realització pròpia.

Per mitjà de l'interruptor d'aturada d'emergència s'habilita i deshabilita l'estat d'emergència.

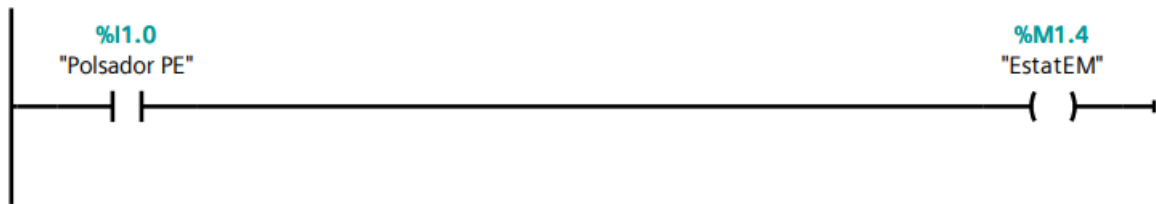


Fig. 36: Segment 4 del bloc Main. Font: realització pròpia.

1.8.2.2.2. Condicions Inicials [FC1]

Es genera una marca (%M0.0) amb la qual es sabrà en tot moment si el sistema està en l'estat inicial, amb els actuadors en posició preparada per començar un nou procés. Es considera que el sistema es troba en condicions inicials amb el pistó de l'alimentador comprès, sense peces preparades a l'alimentador, amb el braç rotatiu posicionat a la plataforma, i aquesta al nivell 0 sense cap peça col·locada i el pistó comprès.

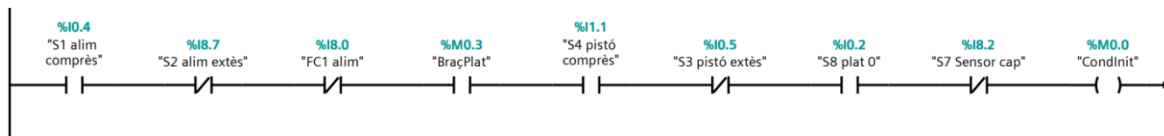


Fig. 37: Segment 1 del bloc CI. Font: realització pròpia.

Els finals de cursa del braç rotatiu tenen dos senyals cadascun, un contacte normalment obert i un contacte normalment tancat. Per a facilitar la comprensió de la posició del braç, es genera una marca per a cada costat del braç.

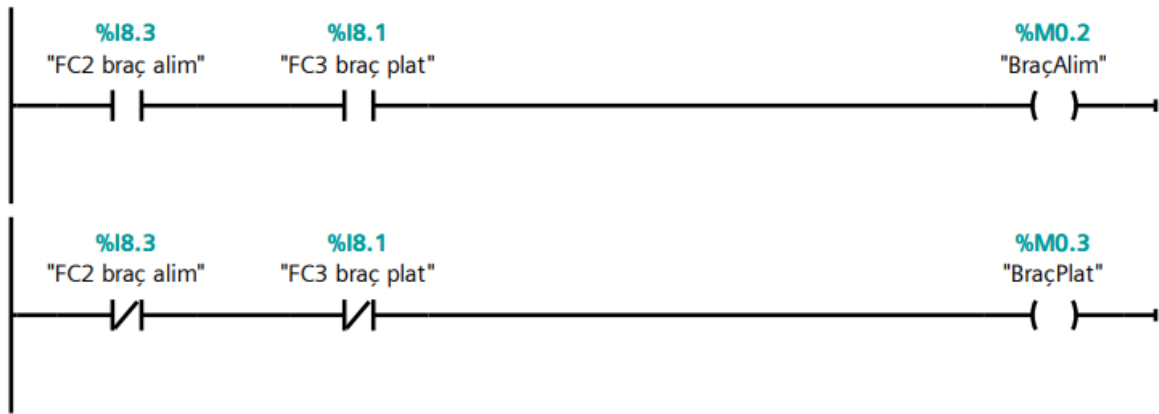


Fig. 38: Segment 2 i 3 del bloc CI. Font: realització pròpia.

1.8.2.2.3. Maniobra [FC5]

Els primers segments corresponen a la les transicions entre les etapes del Grafcet d'estats. L'etapa 20 equival a l'estat de repòs, l'etapa 21 al mode de producció contínua i l'etapa 22 al mode d'un sol cycle. Partint del repòs, es passarà a producció contínua si el sistema es troba en condicions inicials, no està activada l'aturada d'emergència i es prem el polsador M. De manera semblant i en les mateixes condicions, es transiciona al mode cycle a cycle si es prem el polsador CC.

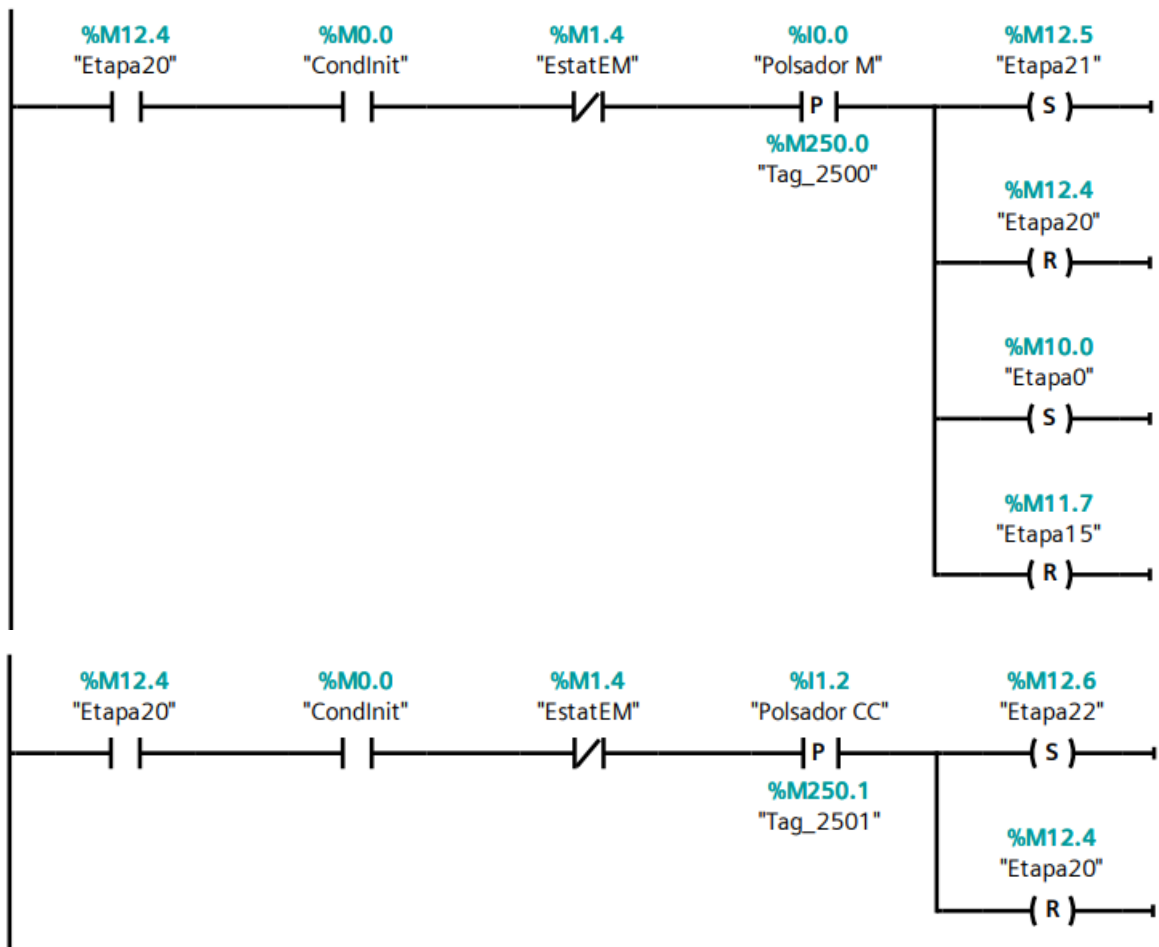


Fig. 39: Segments 1 i 2 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

Per a passar del mode continu al de cicle a cicle, es contemplen la situació en la que ja no hi ha més peces a l'alimentador i la sol·licitud d'aturada. En ambdós casos, el cicle actual és el darrer abans de tornar al repòs.

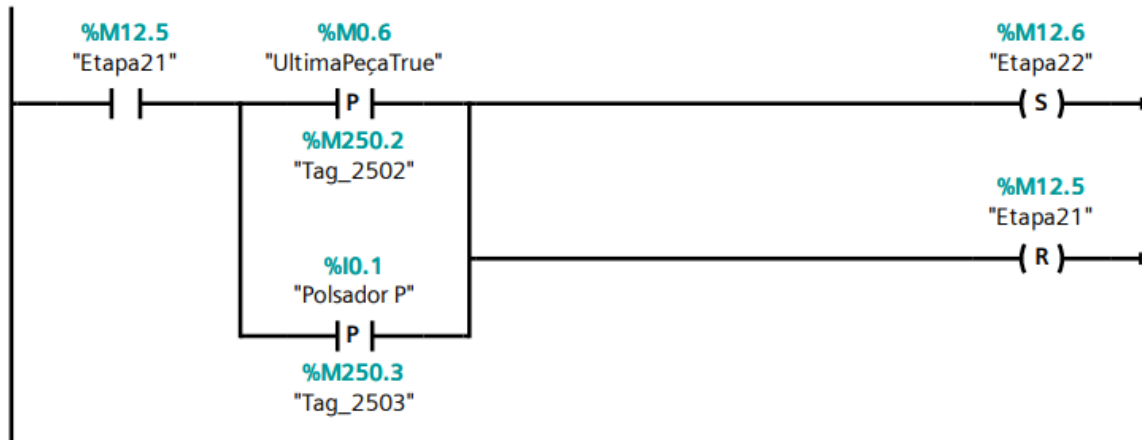


Fig. 40: Segment 3 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

A partir del següent segment, es tracta la transició entre etapes del graficet de cicle. En l'etapa 0, tant la transició al mode continu com d'un sol cicle activen la transició a l'etapa 2.

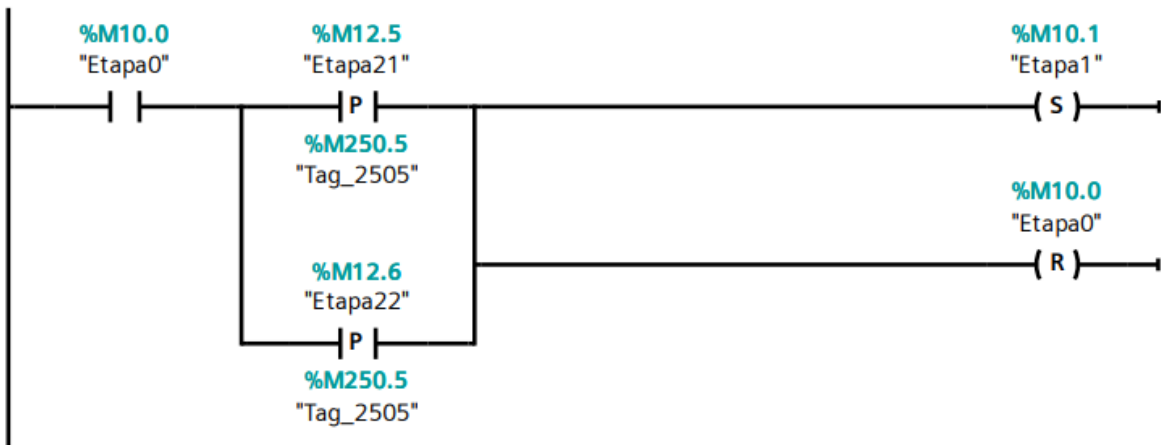


Fig. 41: Segment 4 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

En l'etapa 1 s'empeny la peça per mitjà del pistó de l'alimentador. Un cop l'interruptor de fi de cursa de l'alimentador detecta que la peça ja es troba en la posició inicial, passa a la següent etapa.

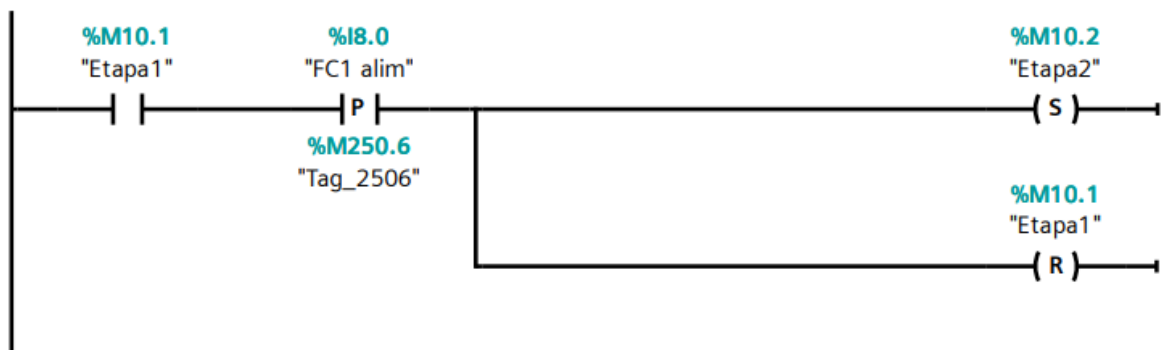


Fig. 42: Segment 5 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

Es porta el braç cap a l'alimentador, i posteriorment s'activa la ventosa del braç per a subjectar la peça. S'espera 2 segons en aquesta posició, garantint que la ventosa ha pogut succionar bé la peça.

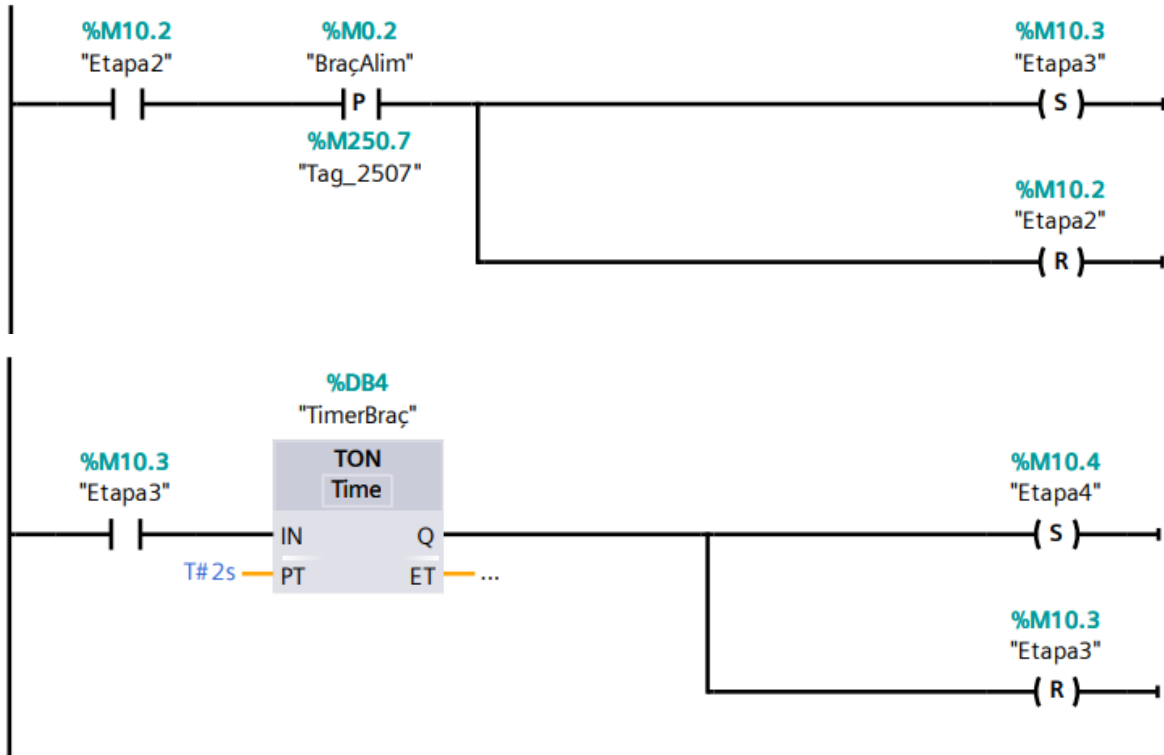


Fig. 43: Segments 6 i 7 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

Posteriorment s'efectua el trasllat de la peça cap a la plataforma. Un cop dipositada, es desactiva la ventosa i el braç retorna a l'alimentador per deixar pas a la classificació de peces. Cal mencionar que, a partir de l'etapa 5, si el sistema es troba en mode continu, es torna a activar el pistó de l'alimentador, preparant una nova peça.

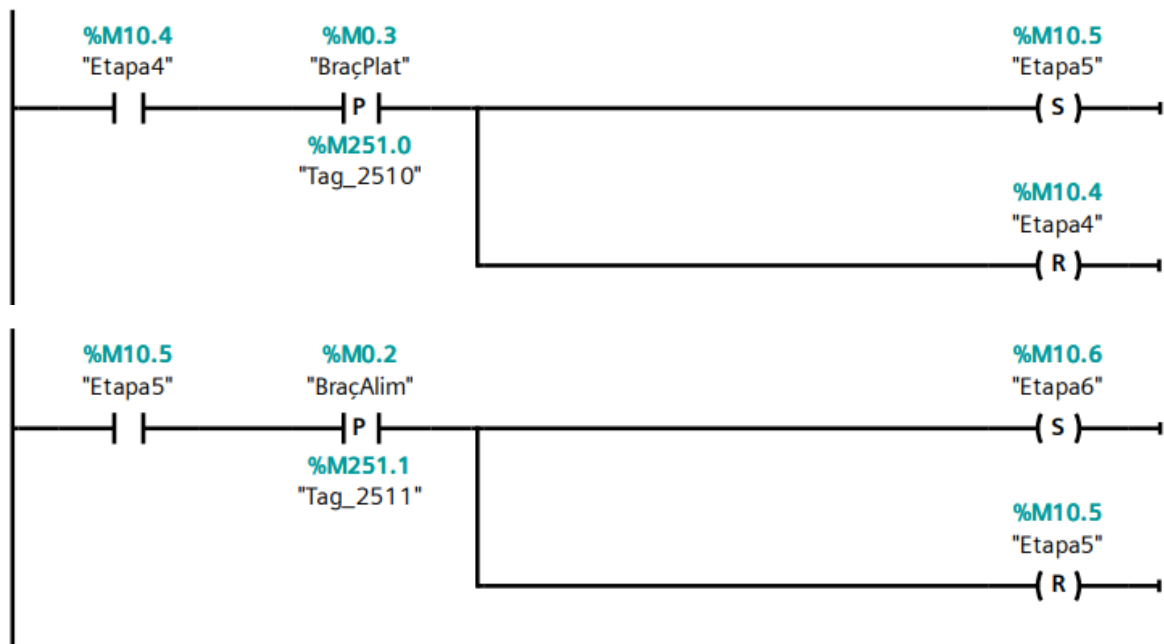


Fig. 44: Segments 8 i 9 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

En l'etapa 6, s'activa un temporitzador de retard a la connexió (TON) per a donar temps al sistema a identificar el tipus de peça. A l'inici d'aquesta etapa es realitza la classificació segons els sensors que estiguin activats, tal com s'ha descrit a la taula 3. S'habilita una marca per a cada classe de peça. Passat el temps del temporitzador, es fa la transició a una etapa o una altra en funció de la peça identificada.

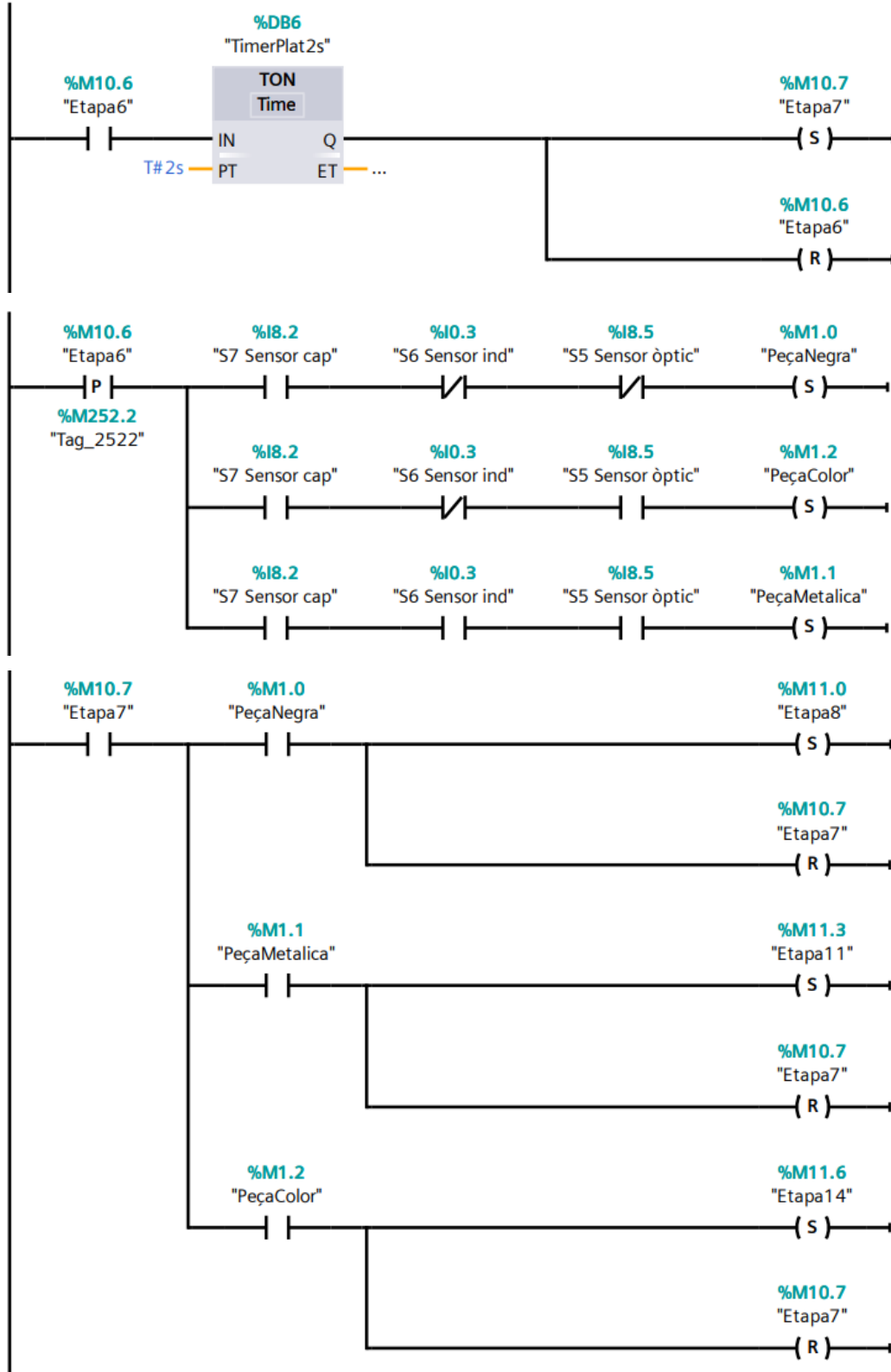


Fig. 45: Segments 10, 11 i 12 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

La plataforma s'eleva a un dels tres nivells segons el tipus de peça, l'empenyerà al seu contenidor amb el pistó de la plataforma i posteriorment el pistó i la plataforma tornaran a la seva posició inicial. Les etapes 8, 9 i 10 corresponen al procés per a la peça negra, que puja fins al nivell 2 i es mou fins al contenidor amb una cinta transportadora.

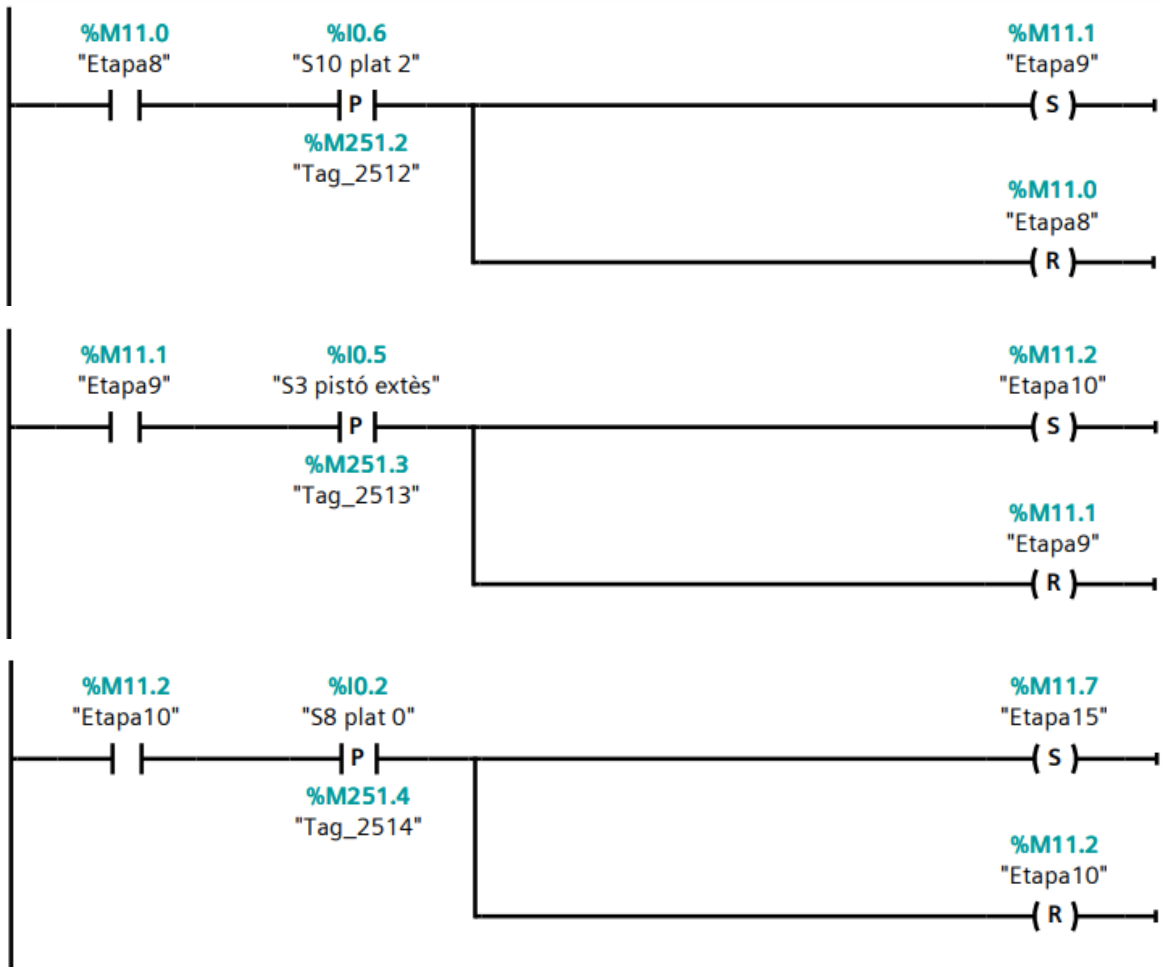


Fig. 46: Segments 13, 14 i 15 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

Les etapes 11, 12 i 13 corresponen a la peça metàl·lica i funcionen de manera semblant que per la peça negra, però en aquest cas la plataforma puja fins al nivell 1 i es diposita la peça sense ús de la cinta.

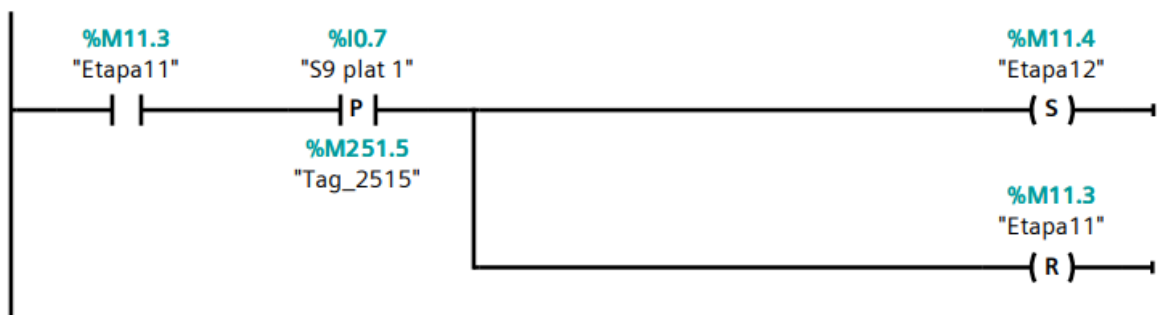


Fig. 47: Segment 16 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

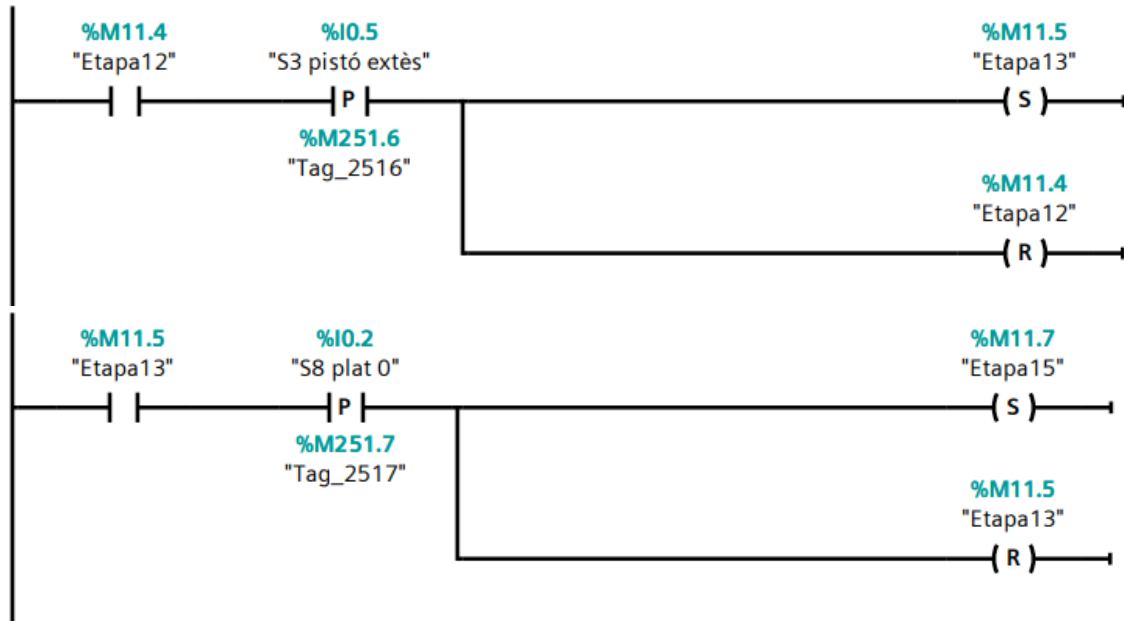


Fig. 48: Segments 17 i 18 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

La peça de color es diposita al mateix nivell 0, de manera que només cal empènyer-la amb el pistó i retornar a la posició inicial.

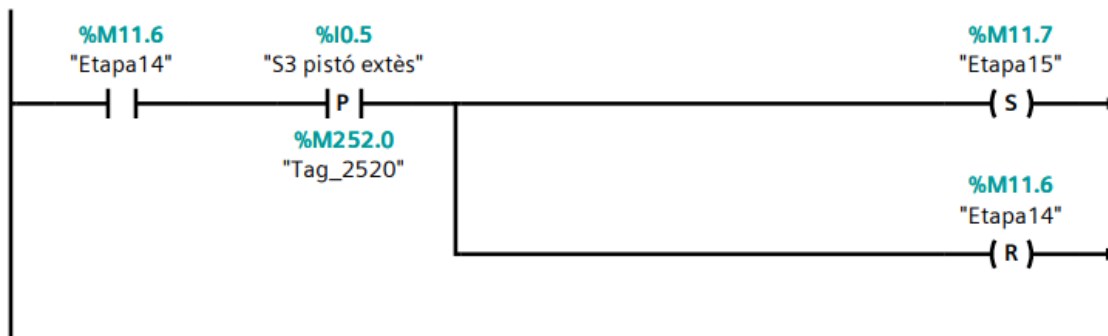


Fig. 49: Segment 19 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

L'etapa 15 és l'última del cicle i retorna el braç a la plataforma per als dos modes: en el continuat per a classificar la següent peça, i en el d'un sol cicle per a retornar el sistema a les condicions inicials. En funció de l'etapa d'estat (21 o 22), el sistema retornarà a l'etapa 5 del cicle per a classificar una nova peça o a l'etapa 0 i finalitzar l'últim cicle.

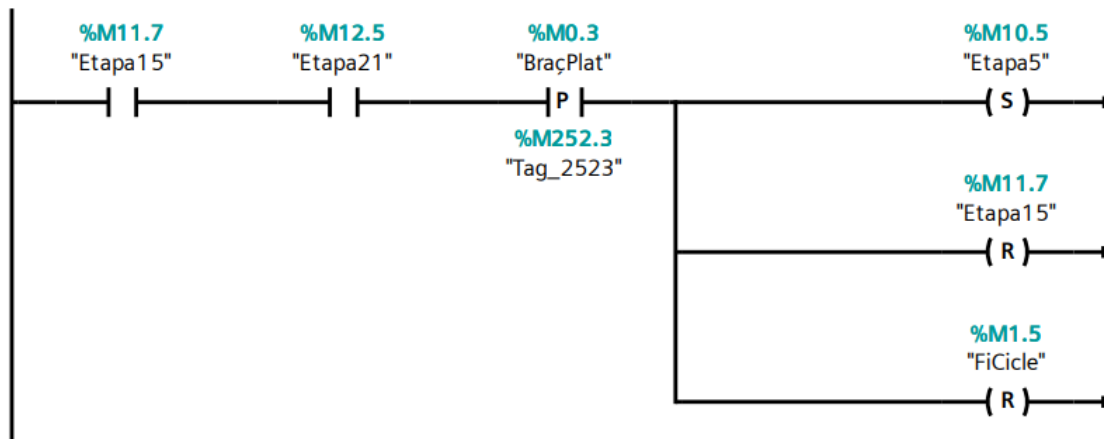


Fig. 50: Segment 20 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

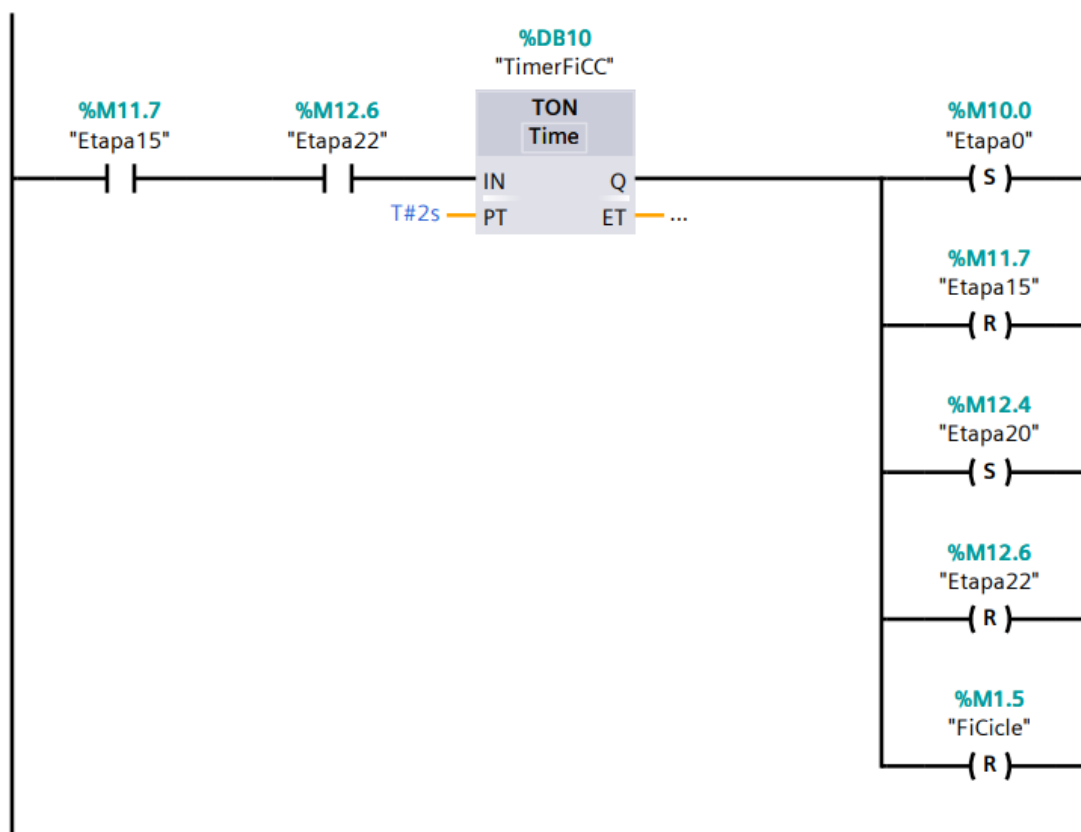


Fig. 51: Segment 21 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

Cal mencionar que s'afegeix en la transició en el mode cicle a cicle un temporitzador TON per a mantenir activa la marca “FiCicle” durant un curt període de temps, utilitzada en aplicacions posteriors. A l'inici de l'etapa es reinicien algunes marques internes.

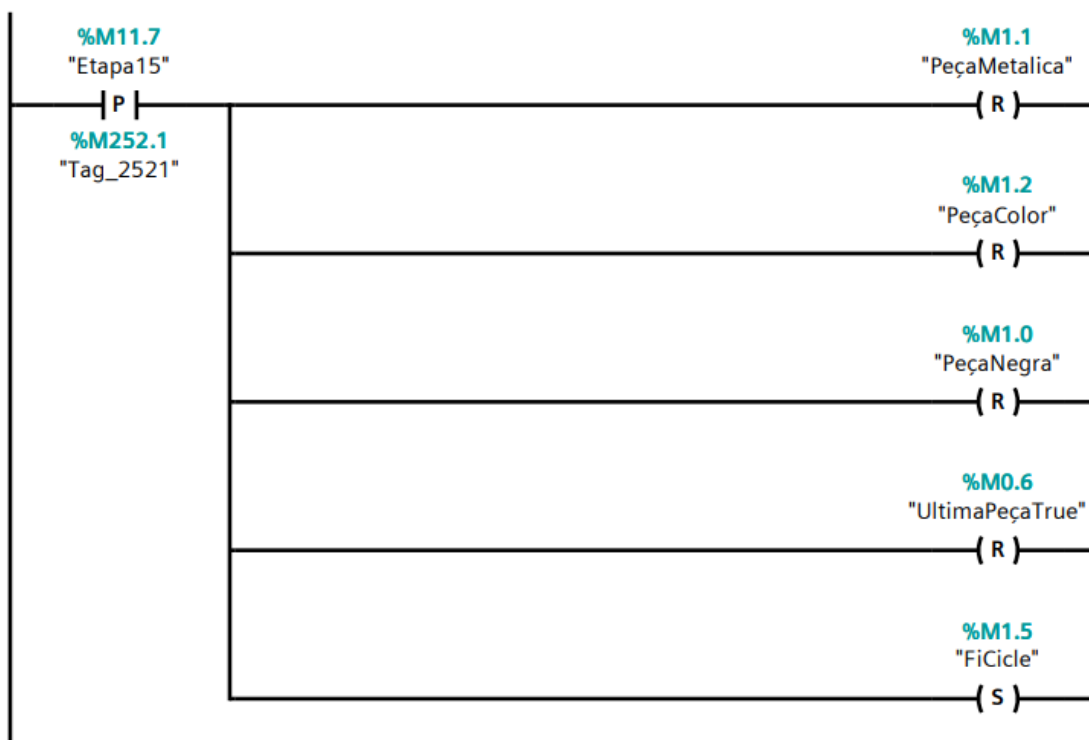


Fig. 52: Segment 22 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

Per a detectar si s'han esgotat les peces al cilindre de l'alimentador, s'estableix un temporitzador d'1 segon en l'etapa 6 que es desactiva quan el fi de cursa de l'alimentador detecta una nova peça. És a dir, que si al cap d'1 segon amb el pistó alimentador encès no s'ha activat aquest interruptor implicarà que no n'hi ha més i s'activarà una marca que ho indiqui. Si encara hi ha peces, el temporitzador no tindrà temps a activar la sortida.

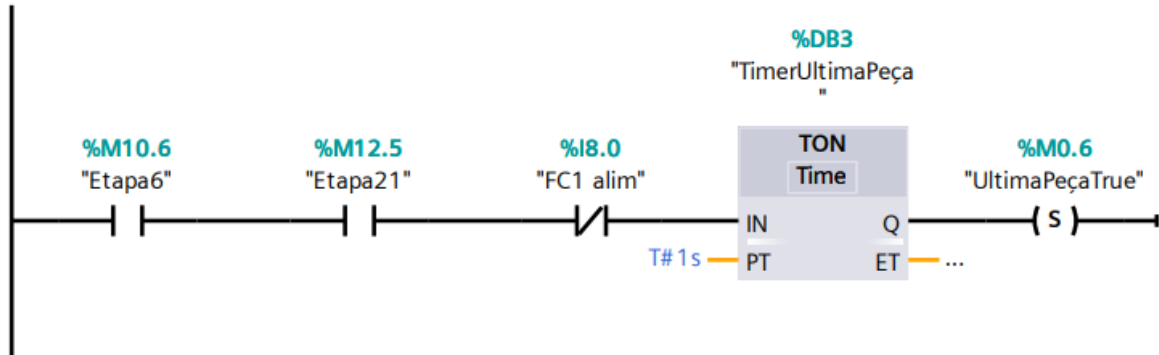


Fig. 53: Segment 23 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

Durant la classificació de peces negres, s'accionarà el motor de la cinta transportadora durant 5 segons. Per a conèixer l'estat del motor, s'utilitza una marca, que posteriorment accionarà l'actuador del motor.



Fig. 54: Segment 24 del bloc Maniobra. Font: realització pròpia.

1.8.2.2.4. Sortides [FC2]

En aquest segment s'accionen els senyals dels actuadors en funció de les etapes en les que es troba la planta. Cal mencionar que, tot i no sortir al Grafset, tots els segments tenen un contacte negatiu de l'estat d'emergència. És a dir, en cas d'activar-lo s'inhabiliten totes les sortides.

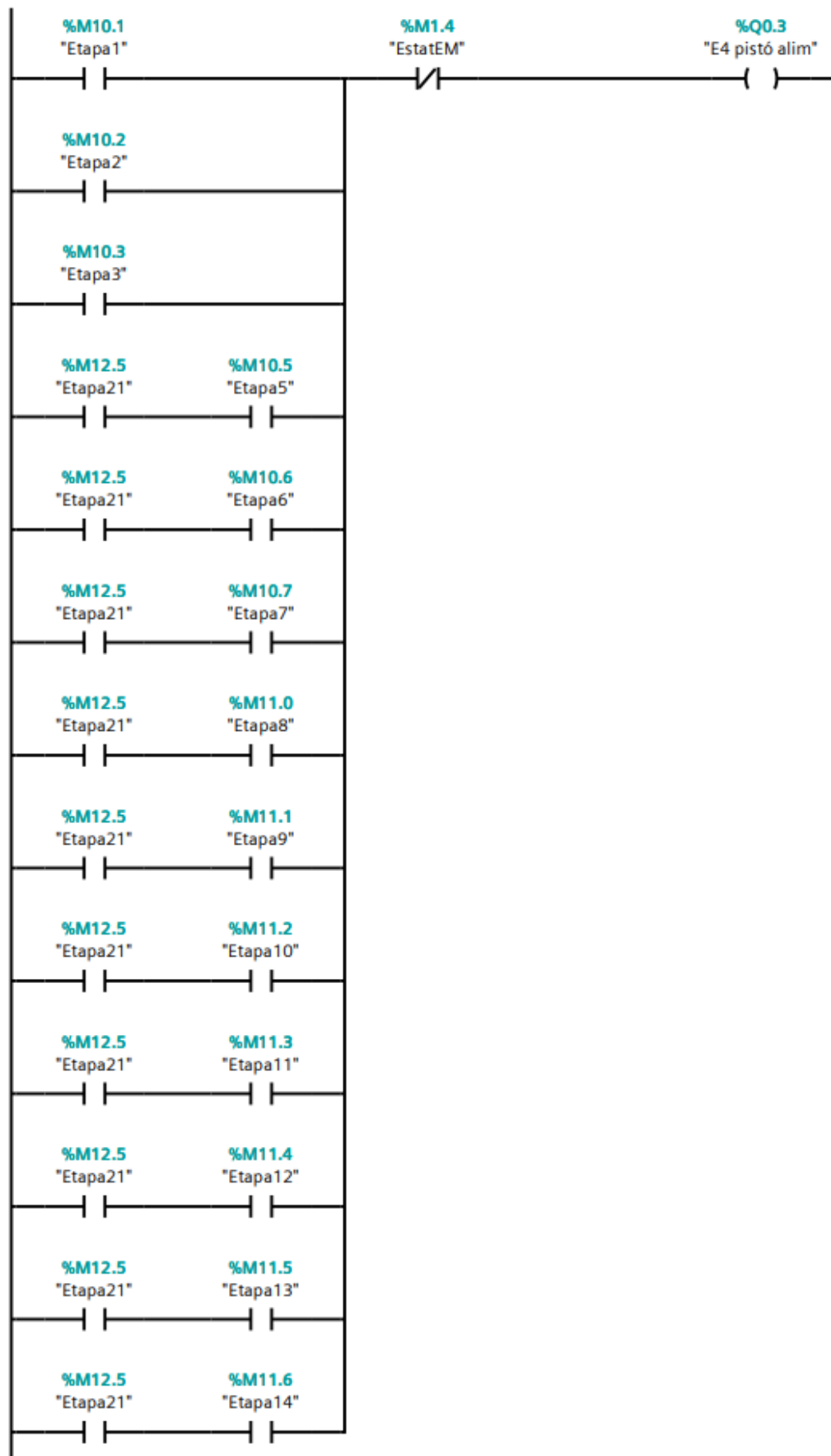


Fig. 55: Segment 1 del bloc Sortides. Font: realització pròpia.

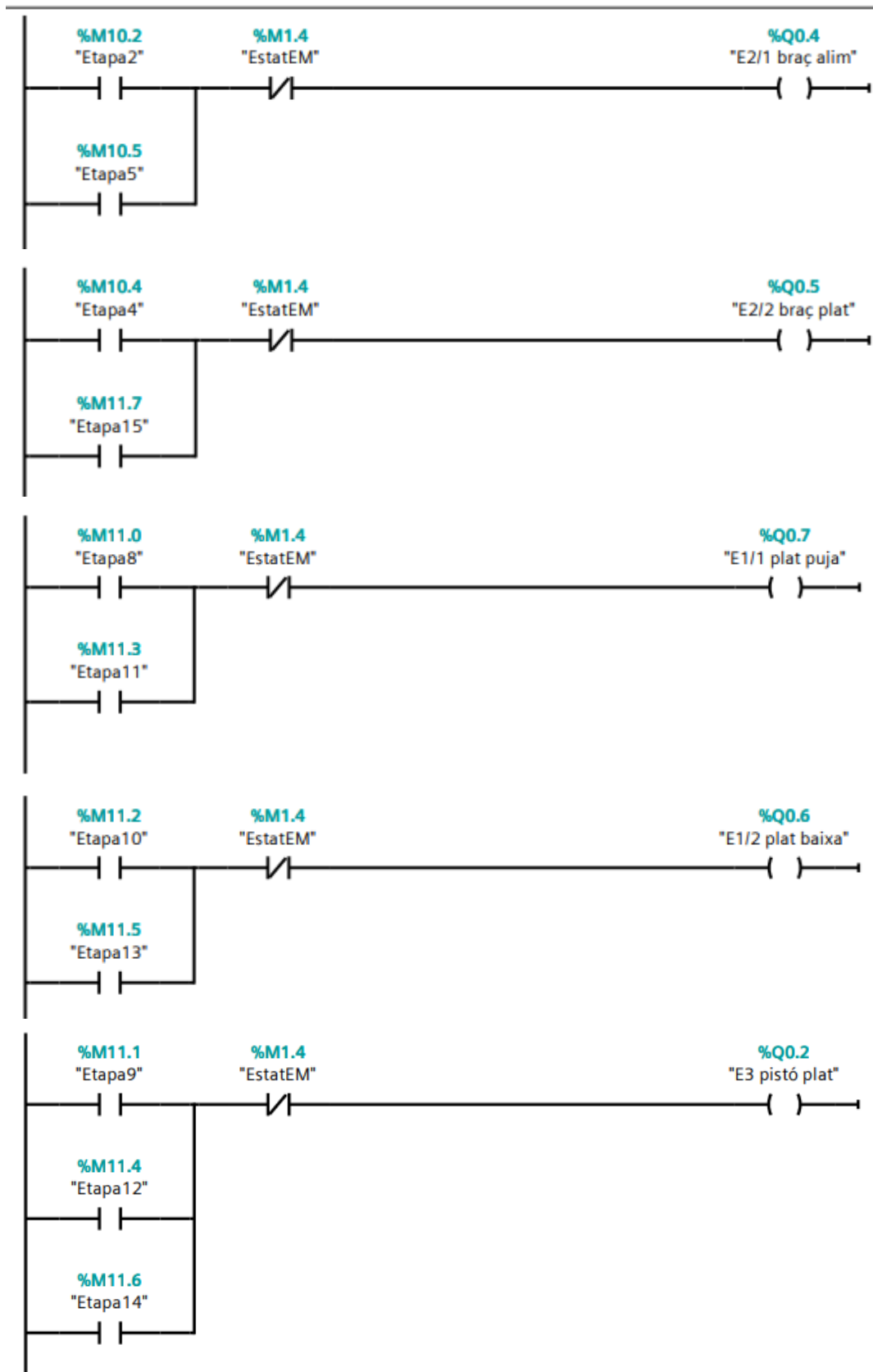


Fig. 56: Segments 2, 3, 4, 5 i 6 del bloc Sortides. Font: realització pròpia.

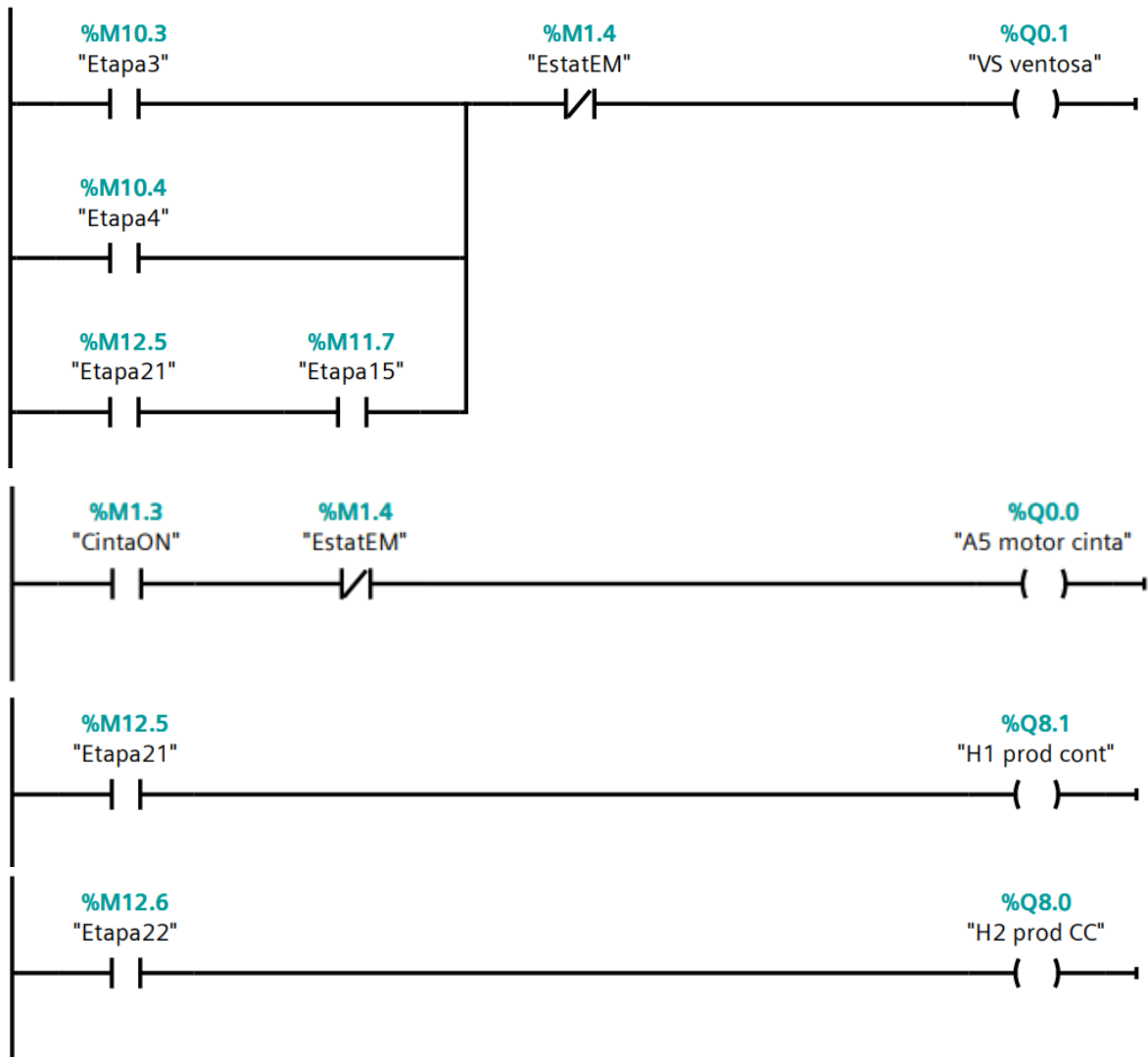


Fig. 57: Segments 7, 8, 9 i 10 del bloc Sortides. Font: realització pròpia.

1.8.2.2.5. Startup [OB100]

En aquest bloc simplement es fa un “set” de les marques d’etapa inicials en la posada en marxa de l’autòmat. D’aquesta manera, el sistema es troba preparat per iniciar un procés de manera automàtica.

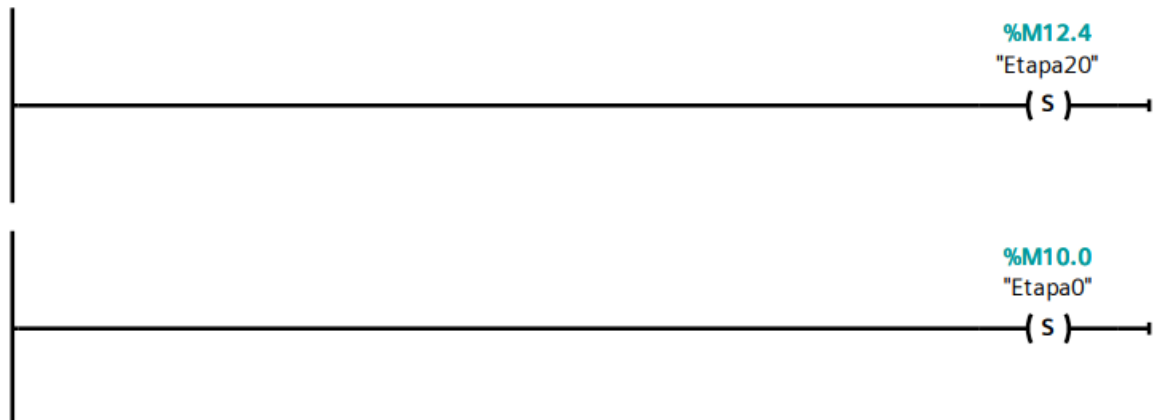


Fig. 58: Segments 1 i 2 del bloc Startups. Font: realització pròpia.

1.8.2.3. Variables

En aquest apartat es mostra les E/S i les marques de memòria utilitzades durant el programa. Cal esmentar que pràcticament tots els segments de la maniobra utilitzen contactes de detecció de flanc, de manera que s'ha utilitzat moltes marques en la part inferior dels contactes que no interactuen amb el programa però cal assignar-les per evitar problemes de funcionament. Aquestes marques no es mostraran en aquest apartat, però es troben disponibles als [Annexos](#).

Les entrades són:

NOM	TIPUS	DIRECCIÓ	DESCRIPCIÓ
Polsador M	Bool	%I0.0	Polsador I0 del panell de control
Polsador P	Bool	%I0.1	Polsador I1 del panell de control
Polsador CC	Bool	%I1.2	Polsador I2 del panell de control
Polsador PE	Bool	%I1.0	Interruptor I3 del panell de control
S1 alim comprès	Bool	%I0.4	Sensor de nivell baix del pistó de l'alimentador
S2 alim estès	Bool	%I8.7	Sensor de nivell alt del pistó de l'alimentador
S3 pistó estès	Bool	%I0.5	Sensor de nivell alt del pistó de la plataforma
S4 pistó comprès	Bool	%I1.1	Sensor de nivell alt del pistó de la plataforma
S5 sensor òptic	Bool	%I8.5	Sensor que detecta objectes que reflecteixen la llum
S6 sensor ind	Bool	%I0.3	Sensor que detecta objectes metàl·lics
S7 sensor cap	Bool	%I8.2	Sensor que detecta objectes metàl·lics i no metàl·lics
S8 plat 0	Bool	%I0.2	Sensor de proximitat del nivell 0 de la plataforma
S9 plat 1	Bool	%I0.7	Sensor de proximitat del nivell 0 de la plataforma
S10 plat 2	Bool	%I0.6	Sensor de proximitat del nivell 0 de la plataforma
FC1 alim	Bool	%I8.0	Fi de cursa de contacte NO de l'alimentador
FC2 braç alim	Bool	%I8.3	Fi de cursa de contacte NO del braç a l'alimentador
FC3 braç plat	Bool	%I8.1	Fi de cursa de contacte NT del braç a la plataforma

Taula 5: Entrades del PLC.

I les sortides són:

NOM	TIPUS	DIRECCIÓ	DESCRIPCIÓ
H1 Prod Cont	Bool	%Q8.1	Testimoni LED O0 del panell de control
H2 Prod CC	Bool	%Q8.0	Testimoni LED O4 del panell de control
E1/1 plat puja	Bool	%Q0.7	Electrovàlvula que acciona la plataforma amunt
E1/2 plat baixa	Bool	%Q0.6	Electrovàlvula que acciona la plataforma avall
E2/1 braç alim	Bool	%Q0.4	Electrovàlvula que acciona el braç cap a l'alimentador
E2/2 braç plat	Bool	%Q0.5	Electrovàlvula que acciona el braç cap a la plataforma
E3 pistó plat	Bool	%Q0.2	Electrovàlvula que acciona el pistó de la plataforma
E4 pistó alim	Bool	%Q0.3	Electrovàlvula que acciona el pistó de l'alimentador
A5 motor cinta	Bool	%Q0.0	Relé que acciona el motor de la cinta transportadora
VS ventosa	Bool	%Q0.1	Relé que acciona la vàlvula de vuit

Taula 6: Sortides del PLC.

En la següent taula es mostren les marques de memòria utilitzades al programa. Entre elles en destaquen totes les marques d'etapa, les variables de classificació de peça i algunes variables d'estat.

NOM	TIPUS	DIRECCIÓ	DESCRIPCIÓ
Etapa0	Bool	%M10.0	Etapa 0
Etapa1	Bool	%M10.1	Etapa 1
Etapa2	Bool	%M10.2	Etapa 2
Etapa3	Bool	%M10.3	Etapa 3
Etapa4	Bool	%M10.4	Etapa 4
Etapa5	Bool	%M10.5	Etapa 5
Etapa6	Bool	%M10.6	Etapa 6
Etapa7	Bool	%M10.7	Etapa 7
Etapa8	Bool	%M11.0	Etapa 8
Etapa9	Bool	%M11.1	Etapa 9
Etapa10	Bool	%M11.2	Etapa 10
Etapa11	Bool	%M11.3	Etapa 11
Etapa12	Bool	%M11.4	Etapa 12
Etapa13	Bool	%M11.5	Etapa 13
Etapa14	Bool	%M11.6	Etapa 14
Etapa15	Bool	%M11.7	Etapa 15
Etapa20	Bool	%M12.4	Etapa 20
Etapa21	Bool	%M12.5	Etapa 21
Etapa22	Bool	%M12.6	Etapa 22
UltimaPeçaTrue	Bool	%M0.6	Indica que s'han exhaurit les peces a l'alimentador
FiCicle	Bool	%M1.5	Indica durant 2s el final d'un cicle
CondInit	Bool	%M0.0	Indica que el sistema està en condicions inicials
BraçAlim	Bool	%M0.2	Indica que el braç es troba a l'alimentador
BraçPlat	Bool	%M0.3	Indica que el braç es troba a la plataforma
PeçaNegra	Bool	%M1.0	Indica que s'ha detectat una peça negra
PeçaMetalica	Bool	%M1.1	Indica que s'ha detectat una peça metàl·lica
PeçaColor	Bool	%M1.2	Indica que s'ha detectat una peça de color
CintaON	Bool	%M1.3	S'utilitza per activar la cinta i conèixer-ne l'estat
EstatEM	Bool	%M1.4	Indica l'estat d'emergència al sistema

Taula 7: Marques de memòria.

1.8.3. Evolució del programa desenvolupat a Automatització

En aquest apartat es vol mencionar l'aprenentatge i evolució del programa respecte el que es va desenvolupar en les sessions de laboratori de l'assignatura Automatització, i el paper que hi juguen la metodologia i estratègia en afavorir un desenvolupament òptim.

El programa dissenyat en l'assignatura no va seguir cap model Grafset, i es basava en fer "set" i "reset" directament a les sortides considerant l'estat de les entrades en cada moment del procés, però donat que es poden donar diverses situacions amb totes les entrades en el mateix estat (semblant a una situació binodal que s'ha de discretitzar), es va acabar optant per utilitzar variables de memòria per identificar cada situació (ex: PeçaAlimentador, PeçaFixa). Aquesta metodologia va comportar moltes confusions donat que era difícil identificar cada etapa i controlar les sortides, fins al punt de que no es va aconseguir modelitzar el programa en un Grafset que descrivís el seu funcionament. A part, no es va aconseguir implementar el programa en la seva totalitat, ja que no s'aconseguia efectuar l'aturada a final de cicle i el mode emergència només feia un "reset" de totes les sortides sense guardar l'estat del sistema, deixant-lo en un punt desconegut per a la seva tornada a la posta en marxa.

A l'inici del desenvolupament d'aquest projecte, es va decidir repetir metodologia i basar el sistema en el programa anterior, buscant optimitzar-lo i trobar els errors. Després de varies setmanes sense èxit, es va procedir a re-dissenyar des de zero el programa basant el seu funcionament en un model Grafcet que satisfés el funcionament ideal de la planta.

El canvi de mètode va suposar una gran millora en llegibilitat, optimització del programa i control de les sortides, i el resultat final permet implementar els dos modes de producció amb aturada a final de cicle i parada d'emergència sense dificultat. A part, mitjançant la distribució del programa en diferents blocs de funció, s'aconsegueix navegar i accedir a qualsevol part de manera ràpida i còmode, i permet més flexibilitat per implementar futures millores.

A part, durant la programació de la planta s'han detectat algunes parts del Grafcet que podien simplificar-se o optimitzar-se, reduint el nombre d'etapes i marques d'estat a utilitzar. És per aquest fet que a [la taula de variables de l'Annex](#) apareixen algunes etapes inutilitzades.

1.9. Implementacions 4.0

En aquest apartat es descriuen les eines de la Indústria 4.0 aplicades a la planta pneumàtica, mostrant el procés de desenvolupament i el resultat final. Totes les implementacions es dissenyen i gestionen per mitjà de Node-RED, gràcies als següents nodes instal·lats a la paleta (gestor de llibreries) del dispositiu:

- **S7** ([node-red-contrib-s7](#)): Comunicació i lectura/escriptura de dades del PLC.
- **Google Sheets** ([node-red-contrib-google-sheets](#)): Lectura i escriptura de fulls de càlcul de Google Sheets.
- **Moment** ([node-red-contrib-moment](#)): Genera un camp de temps (data i hora) amb el format adequat per als fulls de càlcul.
- **Teachable Machine** ([node-red-contrib-teachable-machine](#)): Permet utilitzar models predictius directament al flux del programa.
- **USB Camera** ([node-red-contrib-usbcamera](#)): Habilita el control i exportació de fotografies d'una webcam USB connectada a la Raspberry Pi.
- **Dashboard** ([node-red-dashboard](#)): Inclou diferents nodes dedicats a gestionar una interfície dinàmica de forma semblant a un servidor web local.
- **Telegram bot** ([node-red-contrib-telegrambot](#)): Integra la gestió d'un bot de Telegram configurable.

En l'[Annex 2.3](#) s'inclou el codi JSON del programa sencer.

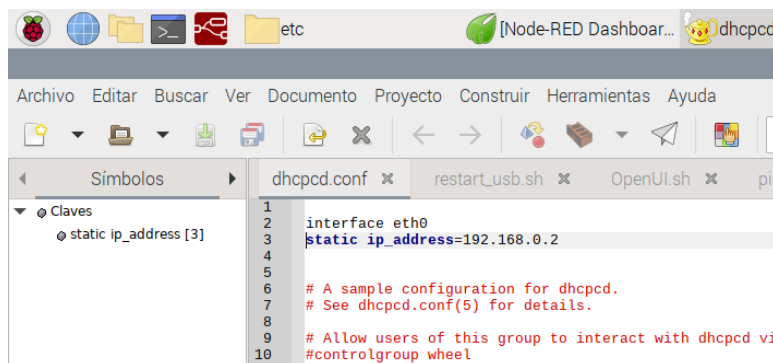
1.9.1. Integració PLC-Raspberry

La comunicació entre l'autòmat i la Raspberry es realitza mitjançant el protocol EtherNet/IP, i s'habilita la lectura i escriptura dels senyals del PLC gràcies al node S7 ([node-red-contrib-s7](#)), desenvolupat per la comunitat específicament per a utilitzar dispositius de la gamma S7 de Siemens.

1.9.1.1. Comunicacions

Per a assegurar la connexió entre els dispositius, s'ha d'assignar una adreça IP dins la mateixa xarxa a cada dispositiu, i interconnectar-los per mitjà de cables Ethernet:

- **PLC:** El propi programari de TIA Portal permet ajustar una IP des de la qual l'autòmat accedirà a la xarxa configurada. S'utilitza la direcció per defecte, 192.168.0.1.
- **Raspberry Pi:** Donat que el dispositiu compta amb un port Ethernet i un controlador WiFi, s'empra el d'Ethernet per a comunicar amb el PLC i el de WiFi per accedir a Internet. Per a fixar una direcció estàtica, s'ajusta manualment dins de l'arxiu [dhcpcd.conf](#) el següent text:



```

1 interface eth0
2 static ip_address=192.168.0.2
3
4
5
6 # A sample configuration for dhcpcd.
7 # See dhcpcd.conf(5) for details.
8
9 # Allow users of this group to interact with dhcpcd via
10 #controlgroup wheel

```

Fig. 59: Direcció IP estàtica a la RPi. Font: realització pròpia.

- PC:** Per a modificar el programa del PLC també es connectarà a la xarxa LAN l'ordinador del laboratori. Aquest compta amb dues interfícies Ethernet, i una d'elles anirà connectada al Switch. Es fixa una adreça IP dins del rang de la xarxa per mitjà de les opcions dins de "Centre de xarxes i recursos compartits > Ethernet > Propiedades" dins del panell de control.

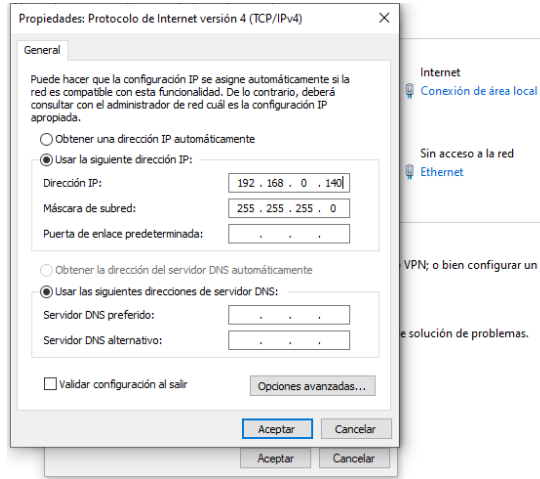


Fig. 60: Ajustament manual de l'adreça IP de l'ordinador. Font: realització pròpia.

A mode de resum, s'adjunta la següent taula:

Dispositiu	PLC	Raspberry	PC
Adreça IP	192.168.0.1	192.168.0.2	192.168.0.140
Màscara	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0

Taula 8: Direccions IP de la xarxa local.

1.9.1.2. Configuració a Node-RED

Amb la xarxa LAN configurada i correctament comunicada, s'ajusten els paràmetres del node S7 dins de Node-RED. S'ha introduït l'adreça IP de l'autòmat amb el qual es comunicarà, el tipus de comunicació Ethernet, un temps de cicle de 500 ms (cada quan realitzarà una lectura) i un temps de re-connexió de 1000 ms (en cas de perdre comunicació, cada quan intentarà tornar-se a comunicar) per a garantir una comunicació suficientment ràpida però sense saturar la Raspberry.

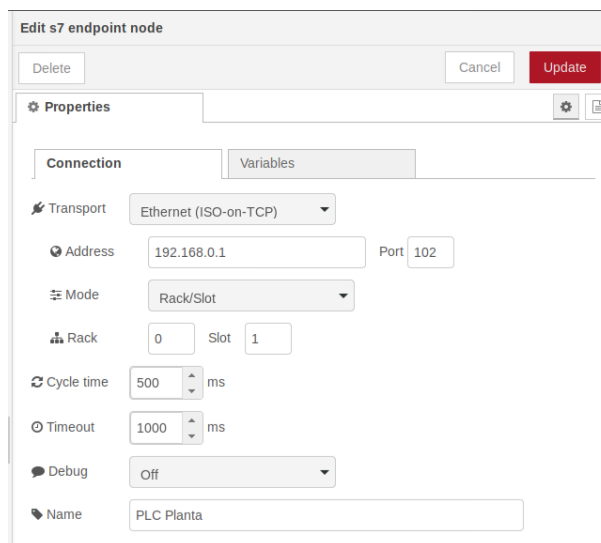


Fig. 61: Configuració del PLC dins de Node-RED. Font: realització pròpia.

A banda, cal registrar les direccions de memòria que s'utilitzaran al flux. Tant poden ser E/S, marques o variables de diferents tipus, però cal indicar correctament la seva adreça al format especificat dins la pàgina web del node S7.

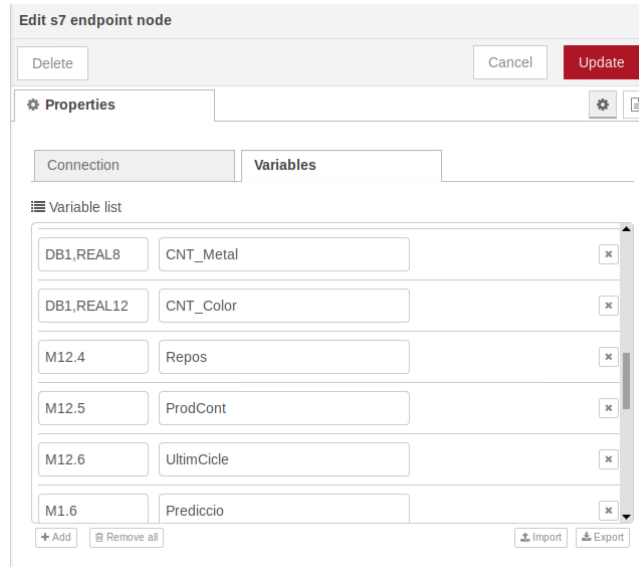


Fig. 62: Variables del PLC a utilitzar. Font: realització pròpia.

Donat que el node S7 es va dissenyar originalment per a comunicar amb models antics com el S7-200 i S7-300, hi ha algunes diferències de seguretat i gestió de memòria respecte el protocol que utilitzen els nous models de PLC de Siemens (S7-1200 i S7-1500). Per a que garantir que Node-RED pugui llegir direccions de memòria i escriure-hi, s'ha de desactivar dins de TIA Portal les opcions “l'accés optimitzat als blocs” (fig. 63) i “permetre accés amb PUT/GET” (fig. 64) dins dels atributs de protecció del projecte.

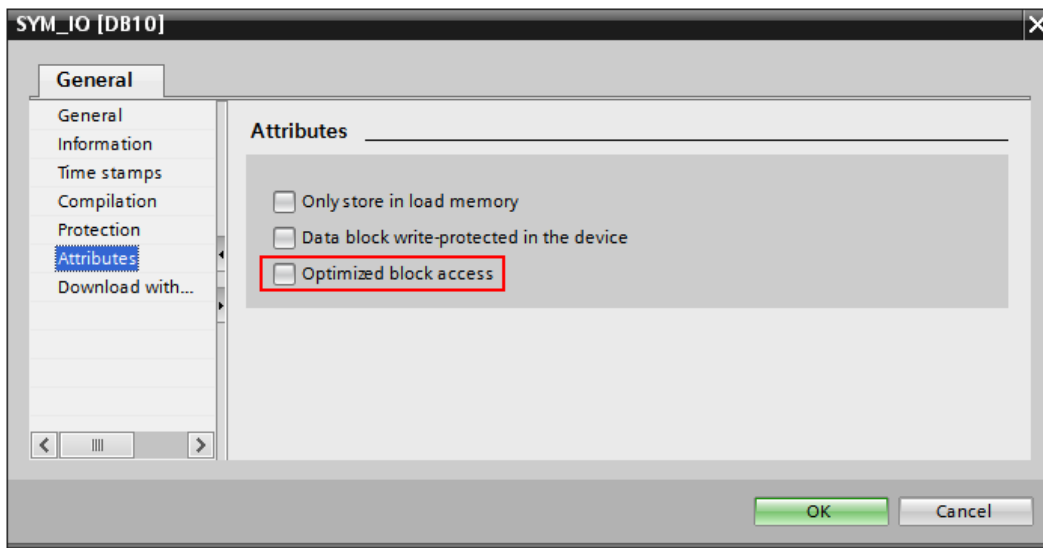


Fig. 63: Accés optimitzat a blocs. Font: <https://snap7.sourceforge.net/snap7_client_file/db_1500.bmp>. Consulta el 31/5/2024.

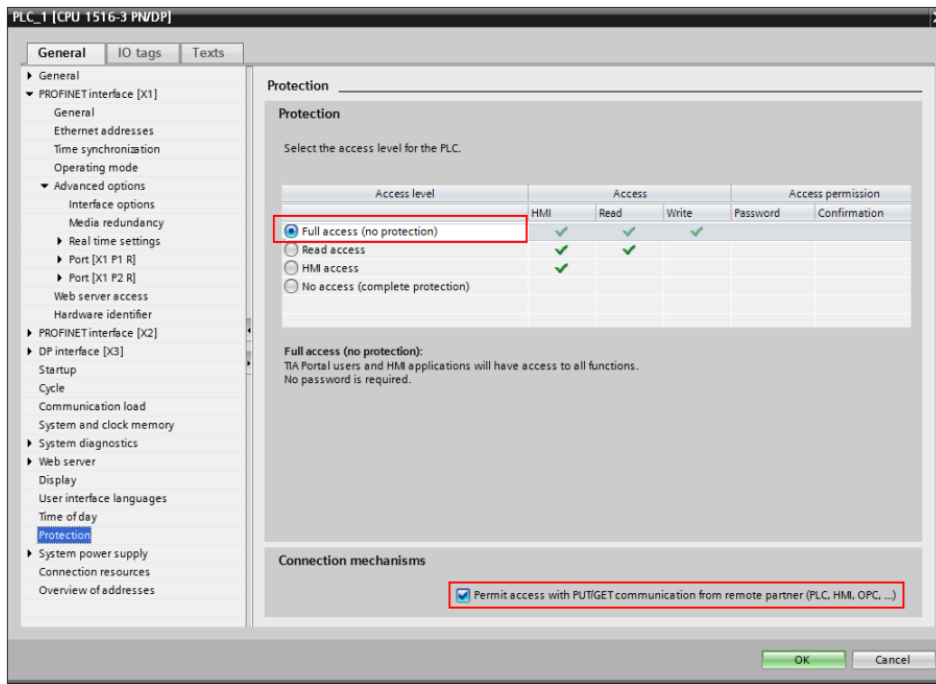


Fig. 64: Accés amb PUT/GET. Font: <https://snap7.sourceforge.net/snap7_client_file/cpu_1500.bmp>. Consulta el 31/5/2024.

1.9.1.3. Automatització de tasques al Raspberry Pi OS

Per a automatitzar la posada en marxa i la integració de Node-RED i les eines IoT a la planta, s'ha configurat el sistema operatiu de la Raspberry per a executar les següents tasques:

- S'executarà automàticament els serveis de Node-RED en segon pla al dispositiu, per mitjà del comandament `sudo systemctl enable nodered.service`.
- S'obrirà una finestra del navegador Midori a pantalla sencera amb la URL del Dashboard, executant un script inclòs a l'arxiu que s'executa en l'engegada (ubicat al directori `/home/pi/.config/lxsession/LXDE-pi/autostart`). Aquest script inclou:

```
sleep 30 //espera 30 segons des de l'execució del script
midori -e Fullscreen http://127.0.0.1:1880/ui //obre una finestra
a //0/pantalla sencera
```

Gràcies a aquests comandaments, es garanteix que el sistema s'executarà de forma immediata i sense interrupcions, reduint també el temps d'espera i la navegació manual fins a accedir a la interfície d'usuari i als serveis de Node-RED.

1.9.2. Registre de dades de producció al núvol

Un dels conceptes clau de la indústria 4.0 és el tractament i anàlisi de tot tipus de dades. S'implementa un sistema de comptatge de peces segons el seu tipus dins el PLC, per a posteriorment ser tractat dins de Node-RED i finalment ser exportat per al seu posterior anàlisi.

Per a simular el comportament d'una planta automatitzada de producció contínua, el disseny del sistema ve descrit pels següents punts:

- El sistema es trobarà en producció les 24 hores del dia, dividides en tres torns per a garantir la màxima eficiència i rotació de treballadors:
 - De 6:00 a 14:00h
 - De 14:00 a 22:00h
 - De 22:00 a 6:00h
- Es realitza el comptatge de peces classificades en cada torn. Al final de cada torn es guarden els valors juntament amb la data en un full de càlcul al núvol (**Sheet1**), i posteriorment es reinicien els comptadors per al següent torn.
- Al acabar l'últim torn de la setmana (22:00h del diumenge) s'exporta de manera automàtica el full de càlcul amb les dades de producció setmanal, i posteriorment s'eliminen les dades del full per iniciar de nou el comptatge la setmana següent.
- A part, es guarden els valors de cada torn en un segon full de càlcul històric (**Sheet2**), per a obtenir l'evolució en períodes de durada ajustable.
- Es poden exportar en qualsevol moment tots dos fulls per mitjà d'un bot de Telegram.
- S'integra a l'autòmat un segon grup de variables de memòria que registra el nombre de peces totals de cada tipus, per a obtenir informació del rendiment o vida útil de la màquina.

1.9.2.1. Configuració de dades al PLC

S'ha creat un bloc de dades (Dades_Planta [DB1]) dins de l'autòmat que contindrà el nombre de peces de cada tipus classificades en el torn actual i en tota la vida de la màquina, representat per variables de tipus Real. El bloc en qüestió és el següent:

Nom	Tipus de dades	Offset	Descripció
CNT_Peces	Real	0.0	Comptador de totes les peces en el darrer torn
CNT_Negra	Real	4.0	Comptador de peces negres en el darrer torn
CNT_Metal	Real	8.0	Comptador de peces metàl·liques en el darrer torn
CNT_Color	Real	12.0	Comptador de peces de color en el darrer torn
CNT_PecesT	Real	16.0	Comptador total de totes les peces
CNT_NegraT	Real	20.0	Comptador total de peces negres
CNT_MetalT	Real	24.0	Comptador total de peces metàl·liques
CNT_ColorT	Real	28.0	Comptador total de peces de color

Taula 9: DB1 Dades_Planta.

Per a actualitzar els valors, s'ha afegit dins del bloc Main [OB1] segments que incrementen els comptadors en funció de la peça detectada. Per a qualsevol dels tres casos, s'incrementen els comptadors globals:

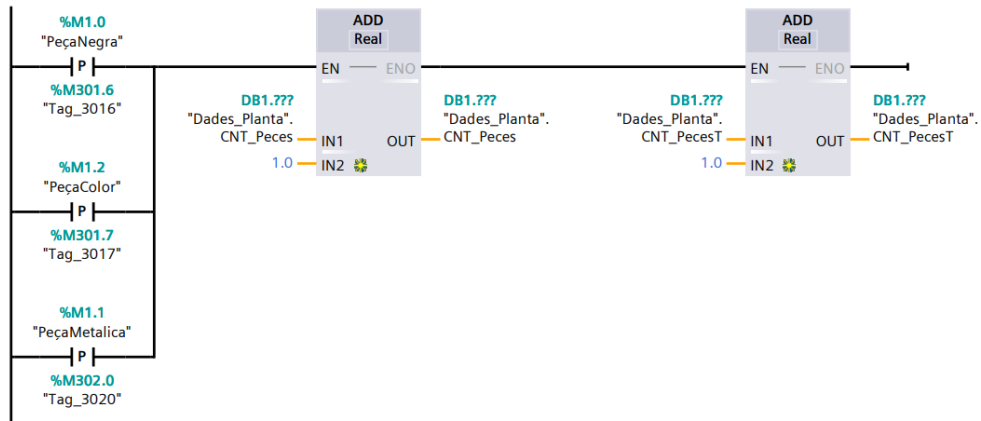


Fig. 65: Segment 5 del bloc Main [OB1]. Font: realització pròpia.

A banda, per al flanc de cada tipus de peça s'incrementen els comptadors de la peça en concret:

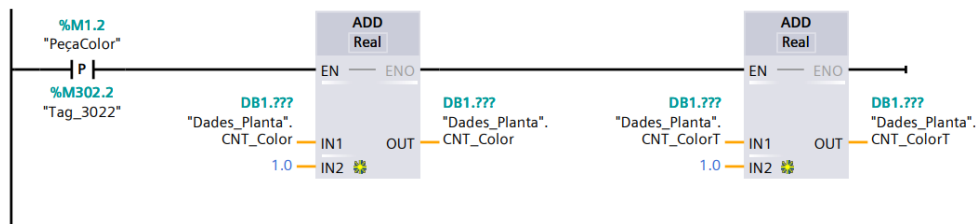


Fig. 66: Segment 7 del bloc Main [OB1]. Font: realització pròpia.

Per a anar reiniciant els comptadors de producció/torn, s'implementa una marca "Reset_CNT" (%M1.7) que es podrà accionar des de Node-RED de diverses maneres, mencionades en punts posteriors.

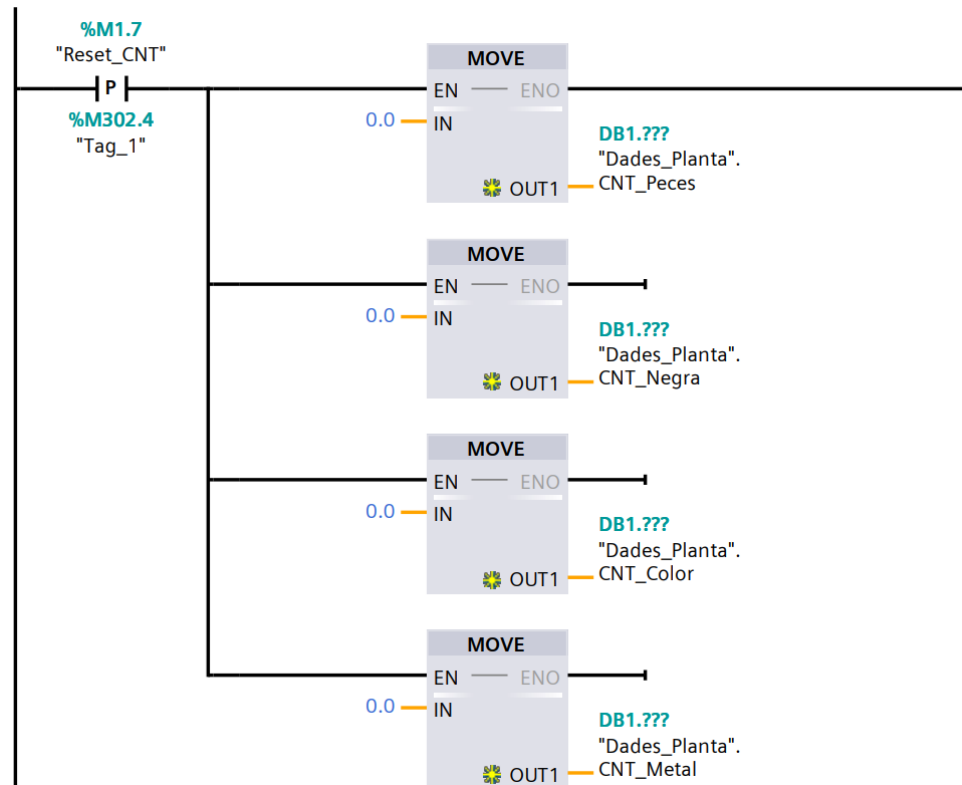


Fig. 67: Segment 9 del bloc Main [OB1]. Font: realització pròpia.

1.9.2.2. Registre al núvol amb Google Sheets

S'ha decidit registrar les dades de producció per mitjà de fulls de càlcul de Google Sheets, fàcils d'utilitzar i accessibles des del núvol. Per a que es pugui editar els fulls des de Node-RED, s'ha de crear un servei d'accés per mitjà de Google Cloud, una plataforma de Google que ofereix diferents serveis de computació al núvol.

Seguint els passos de la [pàgina oficial](#) del node que editarà els fulls (*node-red-contrib-google-sheets*), es procedeix de la següent manera:

1. Es crea i configura un projecte de Google Cloud.
2. S'habilita l'API corresponent a l'editor de Google Sheets.
3. Es generen credencials JSON per autenticar i autoritzar que Node-RED pugui utilitzar l'API.
4. Es genera un compte de servei (semblant a un correu electrònic) al qual s'atorgaran permisos d'editor als fulls de càlcul.
5. Es crea un arxiu de Google Sheets i es comparteixen permisos amb el compte de servei.

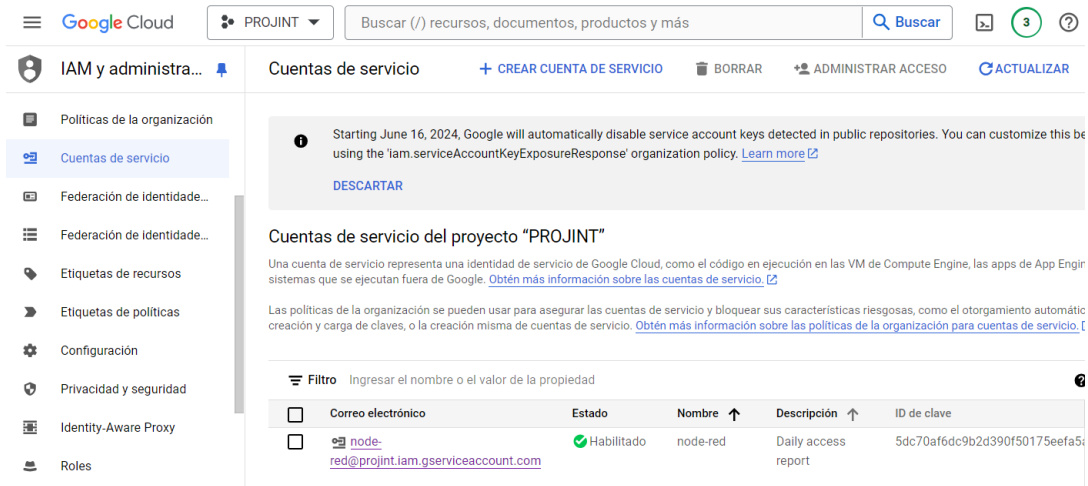


Fig. 68: Configuració del compte de servei de Google Cloud. Font: realització pròpia.



Fig. 69: Afegir accés al compte d'accés. Font: realització pròpia.

1.9.2.3. Flux de Node-RED

Instal·lació i configuració del node. S'introdueix les credencials JSON i el compte de servei als nodes que llegiran i escriuran el full

Un cop s'obté el compte de servei correctament configurat i amb els permisos adequats, s'introdueixen les credencials JSON, el compte de servei i la URL corresponent al full de càlcul a editar, juntament amb les cel·les del full que s'editaran.

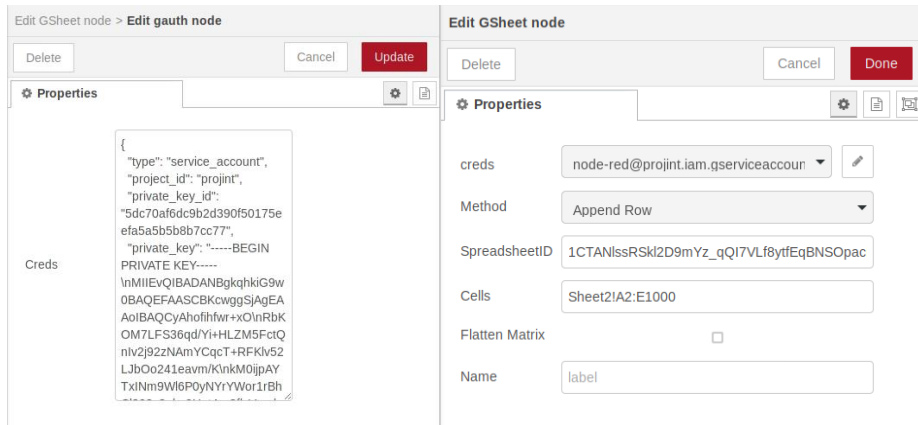


Fig. 70: Configuració del compte de servei a Node-RED. Font: realització pròpia.

Posteriorment s'integra el flux de Node-RED centrat en la lectura dels comptadors, com es guarden a Google Sheets i com s'exporten cap a Telegram. El flux sencer, amb el nom "Producció", és el següent:

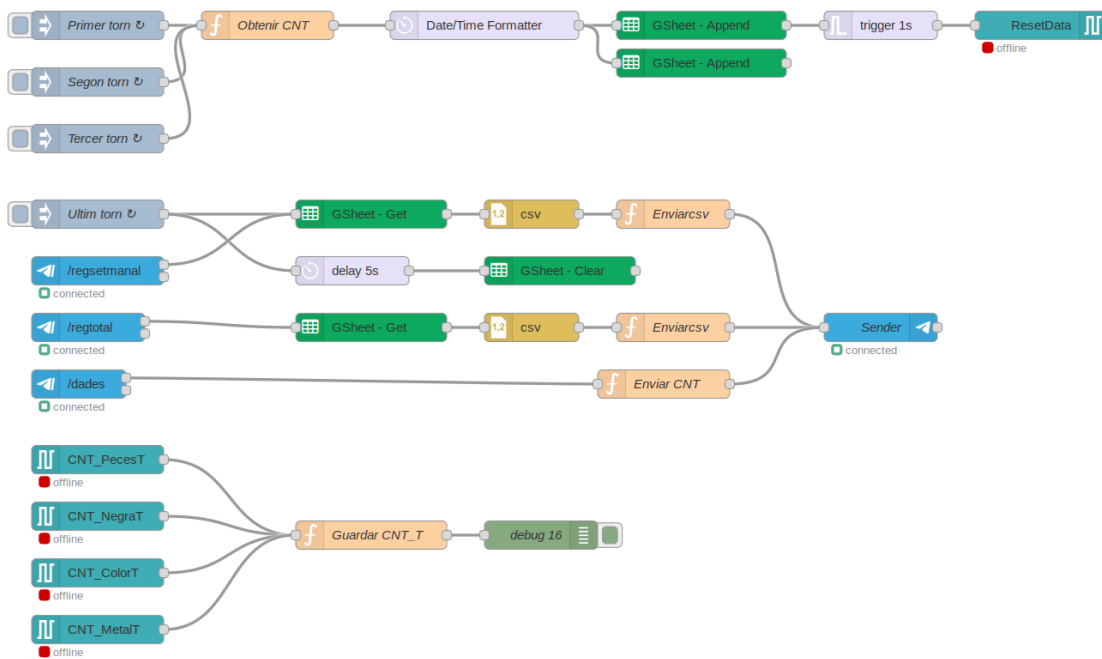


Fig. 71: Flux de Producció. Font: realització pròpia.

La part superior s'encarrega de llegir les dades de producció a l'acabar un torn i guardar-les en un array, afegir la data i hora en un dels camps i guardar-ho en tots dos fulls de càlcul (Sheet1 i Sheet2). Posteriorment, es fa un "reset" dels comptadors de torn per a registrar el següent torn des de zero.

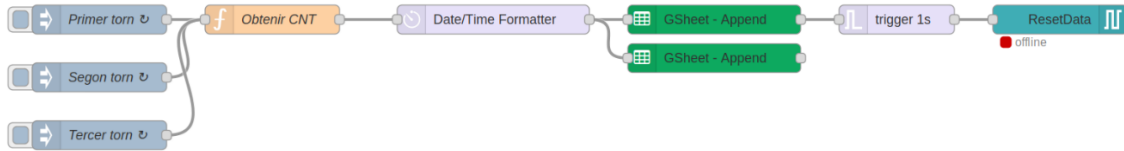


Fig. 72: Escriptura de dades als fulls de càlcul. Font: realització pròpia.

Per a implementar-ho, es configuren tres nodes “Timestamp” que activen, a l’inici de cada torn i cada dia de la setmana, un node “Function” que executa el següent codi de Javascript:

```
//objecte on guardar els valors actuals a partir de variables globals,
amb els camps //inicialitzats en fals
var CNT_PLC = global.get("CNT_PLC") || {
  Peces: 0,
  Negra: 0,
  Color: 0,
  Metal: 0
};

//es guarden el moment exacte i els valors dels cnt en un array
let array = [];
array[0] = Date.now();
array[1] = CNT_PLC.Peces;
array[2] = CNT_PLC.Negra;
array[3] = CNT_PLC.Color;
array[4] = CNT_PLC.Metal;

//s'assigna l'array al payload de la sortida
msg.payload = array;

return msg;
```

Un cop s’obté l’array amb les dades, s’incorporen els camps dins d’una fila dels fulls de càlcul i finalment s’activa la marca “Reset_CNT” de l’autòmat que reinicia els comptadors dins del PLC (fig. 67). Cal mencionar que les dades s’obtenen per mitjà de variables globals, actualitzades des d’una part del flux que es detallarà posteriorment dins l’apartat [1.9.4. Interfície d’usuari](#).

El segon fragment de flux correspon a la gestió i exportació de dades cap a Telegram. Conté les següents funcions:

- Generar un arxiu CSV de les dades del Sheet1 i enviar-lo per Telegram al finalitzar l’últim torn de la setmana (diumenge a les 22:00h). Posteriorment es neteja el full per a la següent setmana.
- Generar un arxiu CSV de les dades del Sheet1 (dades setmanals) en qualsevol moment que es sol·liciti per Telegram i enviar-lo de volta.
- Generar un arxiu CSV de les dades del Sheet2 (dades històriques) en qualsevol moment que es sol·liciti per Telegram i enviar-lo de volta.
- Preparar un missatge de Telegram amb les dades de producció del moment sol·licitat, tant del torn com històriques.

Per a fer-ho, s’implementa el següent flux:

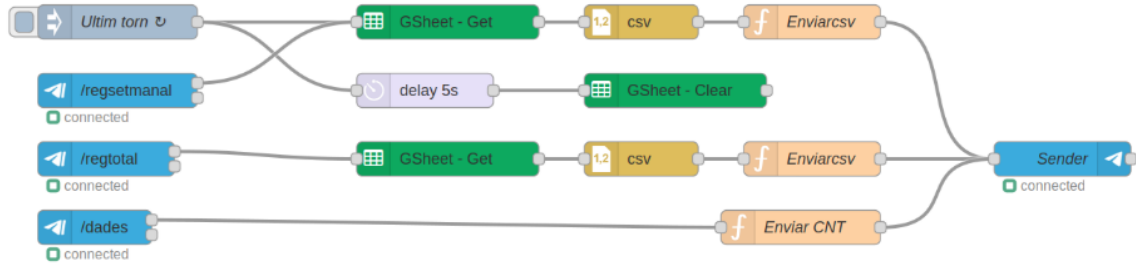


Fig. 73: Exportació dels fulls de càlcul. Font: realització pròpia.

Les dades preparades com a missatge s'obtenen de la mateixa manera que el flux de la fig. 72, llegint les variables globals de Node-RED.

Es destaca l'ús del node "CSV" que genera un fitxer amb aquest format a partir d'un array a l'entrada. Es configura de manera que generi cinc columnes i separi els diferents camps per mitjà de punts i comes (;), i cada fila per mitjà de salt de línia (\n).

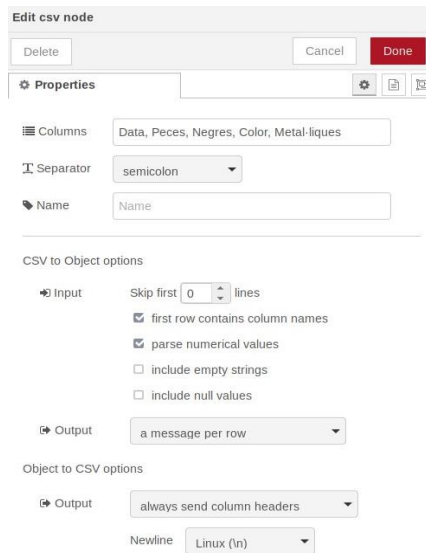


Fig. 74: Node de generació de CSV. Font: realització pròpia.

La darrera part llegeix el valor dels comptadors històrics i els actualitza a les respectives variables globals. A continuació es mostra el seu flux i el codi dins el node "Function" que realitza aquesta tasca:

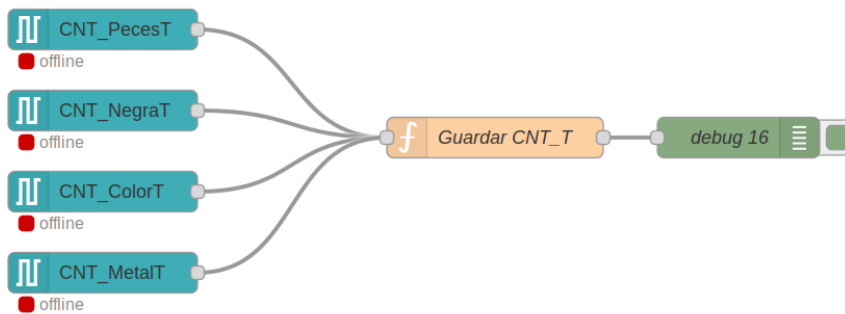


Fig. 75: Lectura dels comptadors totals. Font: realització pròpia.

```
//objecte on guardar els valors actuals, amb els camps inicialitzats en fals
var CNT_PLCT = global.get("CNT_PLCT") || {
  Peces: 0,
  Negra: 0,
  Color: 0,
  Metal: 0
};

//guarda l'estat de cada marca en una variable global
if(msg.topic === "CNT_PecesT") {
  CNT_PLCT.Peces = msg.payload;
} else if (msg.topic === "CNT_NegraT") {
  CNT_PLCT.Negra = msg.payload;
} else if (msg.topic === "CNT_ColorT") {
  CNT_PLCT.Color = msg.payload;
} else if (msg.topic === "CNT_MetalT") {
  CNT_PLCT.Metal = msg.payload;
}

//actualitza l'estat a la variable global
global.set("CNT_PLCT", CNT_PLCT);

return msg;
```

1.9.2.4. Resultat final

A continuació es mostra una captura de pantalla amb el registre de Google Sheets. Cal mencionar que s'ha accionat manualment el flux que escriu les dades per a mostrar un exemple del full després de varis torns enregistrats, donat que de forma automàtica està programat per a fer-ho una vegada a les 6:00, una a les 14:00 i una a les 22:00h cada dia de la setmana.

	A	B	C	D	E
1	Data	Peces	Negres	Color	Metàl·liques
2	3/06/2024 10:52:30	0	0	0	0
3	3/06/2024 10:59:47	9	2	4	3
4	3/06/2024 12:12:57	5	2	1	2
5	3/06/2024 12:20:28	4	1	2	1
6	3/06/2024 12:25:46	0	0	0	0
7	3/06/2024 13:02:18	5	2	1	2
8	3/06/2024 13:20:12	12	6	4	2
9					

Fig. 76: Registre a Google Sheets. Font: realització pròpia.

Els resultats d'exportar el registre es mostraran en l'apartat [1.9.6. Control extern mitjançant Telegram](#). Un cop s'obté el fitxer, es pot obrir o importar en altres programes com Microsoft Excel:

	A	B	C	D	E
1	Data	Peces	Negres	Color	Metal·liques
2	03/06/2024 10:52	0	0	0	0
3	03/06/2024 10:59	9	2	4	3
4	03/06/2024 12:12	5	2	1	2
5	03/06/2024 12:20	4	1	2	1
6	03/06/2024 12:25	0	0	0	0
7	03/06/2024 13:02	5	2	1	2
8	03/06/2024 13:20	12	6	4	2

Fig. 77: Registre exportat a Microsoft Excel. Font: realització pròpia.

1.9.3. Detecció de peces basada visió artificial

Donat que, dins el programa base, la planta s'ajuda de tres sensors diferents per a classificar les peces, es triplica la probabilitat de que apareguin errors als sensors. A part, utilitzar sensors d'aquest tipus redueix les característiques que són capaces de detectar, ja que per exemple, no sabria diferenciar una peça verda d'una groga, o una d'un gruix envers una amb el doble de gruix, per exemple.

És per aquest motiu que es decideix substituir la classificació descrita a la taula 3 per una càmera web connectada a la Raspberry que, per mitjà d'un model de *Machine Learning*, classifica les peces de manera digital i amb possibilitat d'afegir nous tipus de peces o característiques sense modificar el hardware de la planta. Per a fer-ho, s'entrena un model d'imatge de *Teachable Machine*, una eina web desenvolupada per Google per generar models d'IA entrenats per a distingir objectes dins d'una imatge.

Per a aconseguir el resultat més precís possible, s'ha d'adequar el model a l'entorn on s'utilitzarà. Per a aconseguir-ho, s'ha instal·lat la webcam a sobre de la plataforma, substituint-la pel sensor piezoelèctric. A banda, s'ha contemplat les diferents variacions que poden aparèixer a la imatge, com són les peces de color al seu contenidor (pot haver-hi una o dues en diferents posicions, o pot no haver-hi cap.



Fig. 78: Instal·lació de la webcam a la planta. Font: realització pròpia.

1.9.3.1. Primer model

Inicialment es genera un model amb 7 classes o tipus d'objectes, cadascuna amb un mínim de 50 fotografies:

- Peça Negra
- Peça Metà·lica
- Peça de Color
- Peça Negra mal posada
- Peça Metà·lica mal posada
- Peça de Color mal posada
- Sense Peça

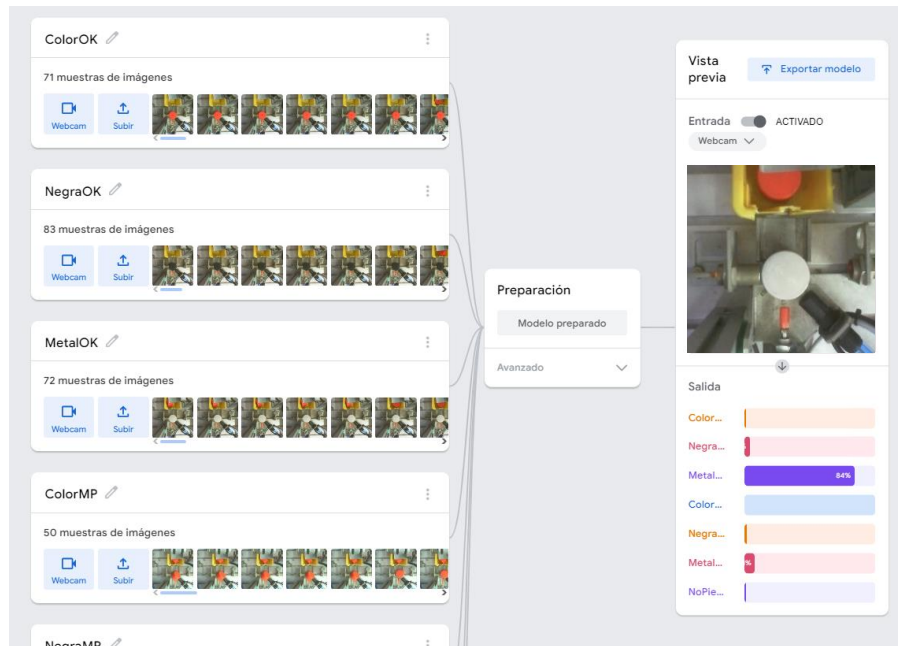


Fig. 79: Preparació d'un primer model amb 7 classes. Font: realització pròpia.

Un cop es genera el model, la pròpia web permet testejar i fer prediccions en temps real amb la sortida de la webcam. S'ajusta el número de èpoques a 81 i es manté la mida de lot i la taxa d'aprenentatge estàndard, i s'extreuen les següents conclusions:

- Identifica amb molta precisió quan no hi ha cap peça i quan les peces estan ben col·locades, en les dues cares.
- A mesura que la peça s'allunya del centre de la plataforma, hi ha una zona amb poca precisió on el model no sap identificar si la peça està ben o mal posada.
- Quan la peça es troba notòriament lluny del centre, identifica amb suficient precisió que està mal col·locada, però en canvi té molts dubtes per a situacions amb la peça inclinada parcial o totalment al centre de la plataforma.

Es pot visualitzar el resultat d'aquesta prova al següent [enllaç de vídeo](#).

Donat que no es pot garantir resultats fiables per a les peces mal posades, s'assumeix que el braç rotatiu col·locarà correctament la peça al centre de la plataforma. Per tant, s'elimina per al següent model les classes de peça mal col·locada, afavorint un model optimitzat.

1.9.3.2. Segon model

Es realitza un segon model amb una classe per a cada tipus de peça i una quarta classe per a identificar quan no hi ha cap peça a la plataforma. Donat que els resultats anteriors des de l'ordinador eren precisos, s'integra el model dins del flux de Node-RED instal·lat a la Raspberry, configurat per accedir al model des del núvol. També es configura un node per a generar imatges en buffer a través de la webcam USB.

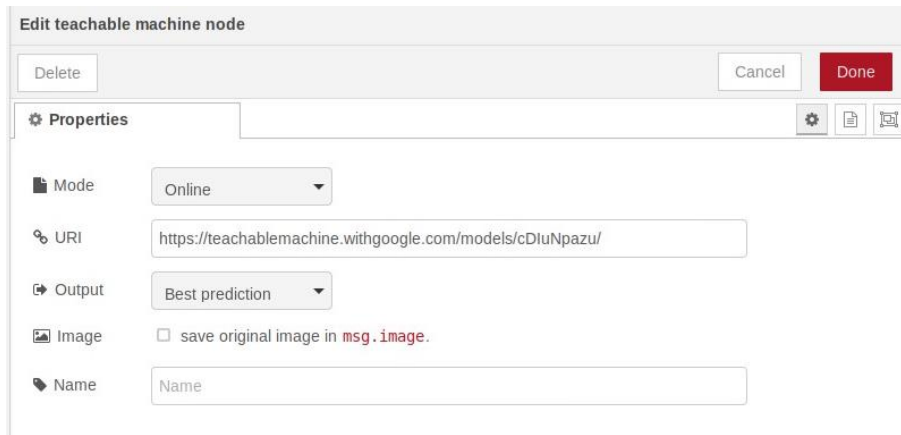


Fig. 80: Configuració del node de Teachable Machine. Font: realització pròpia.

Després de realitzar diferents mostres intentant ajustar el nombre d'èpoques, els resultats obtinguts són molt diferents als de l'ordinador, obtenint prediccions inesperades en la majoria de casos, tal com mostra la següent taula:

Nº imatges	Peça i cara	Prova 1	Prova 2	Prova 3
71 mostres	Negra NF	NP 89	NP 73	NP 56
	Negra F	OK 98	OK 99	OK 68
83 mostres	Color NF	NP 83	NP 85	NP 85
	Color F	NP 87	NP 87	NP 88
72 mostres	Metal NF	NP 88	NP 85	NP 87
	Metal F	NP 87	NP 85	NP 90
45 mostres	NoPeça	NP 85	NP 87	NP 86

Taula 10: Prediccions de TM a la Raspberry. F= cara amb forat, NF=cara sense forat, NP = no peça

Aquesta prova està realitzada amb el model al núvol, la webcam configurada per capturar a 1080p i entrenament 81 èpoques. Tal com s'observa, per a totes les prediccions el resultat és "No Peça" amb una puntuació per sobre del 85% en la majoria, excepte per a la peça negra sense forat. Donada aquesta diferència tant gran respecte les prediccions obtingudes des de l'ordinador, es procedeix a identificar la causa i descartar possibles problemes:

- Problemes de xarxa: es descarrega l'arxiu en format TensorFlow.js per a utilitzar una versió local del model, eliminant la dependència d'internet dels resultats obtinguts. S'obtenen resultats semblants.
- Problemes de qualitat d'imatge: es redueix la qualitat d'imatge des de 720p a 320p, descartant que la Raspberry sigui incapaç de generar correctament la imatge donada l'alta definició. S'obtenen resultats semblants.
- Problemes d'entrenament: es modifica el nombre d'èpoques per comprovar que no s'hagi entrenat erròniament, primer es comprova baixant a 30 èpoques i després pujant a les 90. S'obtenen resultats semblants.
- Problemes amb el node de la webcam: es prova altres paletes de nodes que capturen imatges de webcam, però la majoria resulten estar basades en el mateix programa, fswebcam. Per tant, s'obtenen els mateixos resultats.

Després d'analitzar totes les variables anteriors, s'arriba a la conclusió de que les fotos no són generades correctament. Es realitza una fotografia des del terminal de la Raspberry per mitjà del comandament `fswebcam prova0.jpg`, el qual utilitza el mateix programa que els nodes de Node-RED i genera un arxiu JPEG a la carpeta predeterminada de l'usuari. El resultat és el següent:



Fig. 81: Fotografia realitzada des del terminal. Font: realització pròpia.

Seguint amb les proves i analitzant diverses variants, s'obtenen els següents resultats:

- Al realitzar una fotografia des del terminal després de treure l'alimentació a la càmera, el resultat que s'obté és bo i s'aprecia una brillantor i colors correctes.
- Si es segueixen realitzant fotografies, la imatge es va pertorbant poc a poc, arribant a resultats com el de la fig. 81.
- Si es deixa alimentada la càmera sense realitzar fotografies, la pertorbació de les fotografies també succeeix però més a poc a poc.
- El fet de fer les fotografies al laboratori, amb llums fluorescents, accelera la pertorbació de la imatge considerablement, probablement pel parpelleig de la llum.
- En canvi, les fotografies fetes amb llum natural permeten mantenir durant una vintena d'usos una qualitat correcta de fotografies.
- Aquest efecte no depèn de la webcam utilitzada, ja que es fan les proves amb 3 webcams USB de diferents models aconseguint el mateix efecte en totes.
- Si es connecta la webcam a un ordinador, no s'obté cap resultat estrany després d'un ús prolongat.
- Es descarta una alimentació insuficient de la Raspberry, ja que aquesta està alimentada per mitjà d'un carregador d'alta potència (5 Vcc a 4 A).
- Partint d'una imatge totalment pertorbada i blanca, si es desconnecta el cable USB i es torna a connectar, els resultats tornen a ser bons.

Per tant i a mode de resum, la càmera funcionarà en les millors condicions amb llum natural i limitant el seu ús a l'essencial, en aquest cas una fotografia per cada peça que necessita ser classificada.

Donat que no s'ha trobat informació sobre casos semblants, no es pot treure una conclusió clara a un efecte tant específic. No obstant, el més possible sigui un problema d'alimentació de la webcam des de la raspberry, ja que al re-connectar la càmera s'elimina el problema momentàniament.

Una possible solució seria re-iniciar l'alimentació de la webcam periòdicament, però no es troba cap manera de fer-ho per software. Cal mencionar que s'ha provat d'executar el comandament `bind/unbind` que deshabilita l'intercanvi de dades del port USB indicat, però aquest no talla l'alimentació del dispositiu, de manera que no soluciona el problema.

Tenint en compte aquesta investigació, es decideix realitzar una darrera prova amb la webcam instal·lada a la RPi, llum natural de la finestra i re-connectar el port USB just abans d'iniciar les mostres. A part, s'ha decidit eliminar la classe "Sense Peça" per minimitzar problemes en cas de que la imatge comenci a fallar.

Nº imatges	Peça i cara	Prova 1	Prova 2	Prova 3
71 mostres	Negra NF	OK 99	OK 99	OK 98
	Negra F	OK 100	OK 100	OK 100
83 mostres	Color NF	OK 98	OK 98	OK 97
	Color F	OK 99	OK 99	OK 98
72 mostres	Metal NF	OK 97	OK 95	OK 95
	Metal F	OK 99	OK 87	OK 73

Taula 11: Prediccions de TM a la Raspberry en condicions òptimes. F= cara amb forat, NF=cara sense forat.

Es conclou doncs, que amb condicions òptimes s'aconsegueix realitzar un nombre considerable de mostres amb els resultats esperats, amb puntuacions per sobre del 95%. En l'última fila s'aprecia que els resultats comencen a perdre qualitat. A continuació s'adjunta una fotografia realitzada per terminal just abans i després de realitzar la prova sencera.



Fig. 82: Estat de la webcam abans i després de la prova. Font: realització pròpia.

Com a última comprovació, si es manté la webcam alimentada durant un temps considerable, la llum segueix augmentant i els resultats comencen a empitjorar. Tal com s'ha esmentat abans, el problema desapareix al re-connectar la càmera.



Fig. 83: Estat de la webcam passada mitja hora. Font: realització pròpia.

1.9.3.3. Integració al PLC

Per a integrar el sistema de detecció al PLC, es requereix modificar algunes parts del programa dins de TIA Portal. Es fa una còpia del [bloc de Maniobra](#) amb el nom “ManiobraTM”, sobre el que s’aplicaran els canvis. D’aquesta manera, es mantindrà el bloc original intacte.

El primer canvi és habilitar el bloc recent creat “ManiobraTM” dins del Main, per a que l’automàtiltzi aquest en comptes del bloc original.

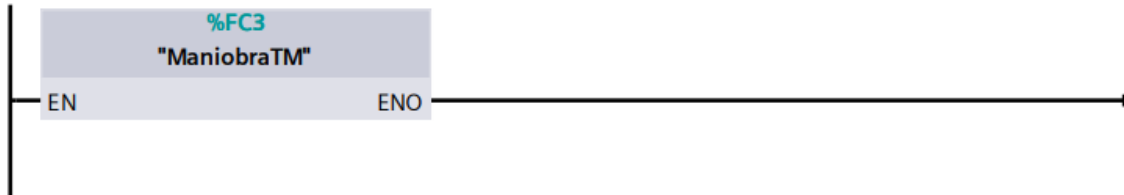


Fig. 84: Segment que habilita el nou bloc al Main. Font: realització pròpia.

Ara cal modificar aquest nou bloc i substituir la part de seqüència corresponent a la classificació. Els canvis efectuats són els següents:

- Donat que el flux de Node-RED que classifica les peces té una certa durada (aproximadament 5 segons), es modifica el temporitzador de l’etapa 6, essent aquest de 5 segons en comptes de 2 per a donar temps a fer la classificació.

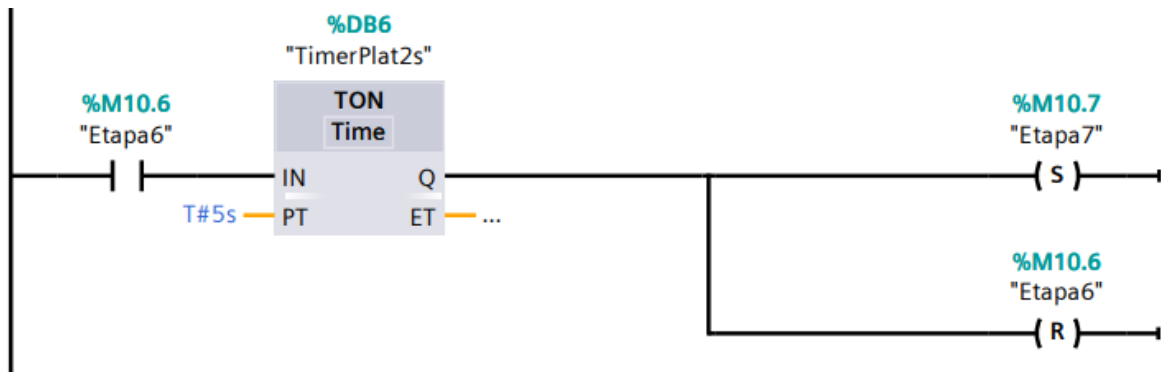


Fig. 85: Segment de transició entre etapa 6 i 7. Font: realització pròpia.

- Per iniciar el flux i realitzar la detecció, s’acciona una marca del PLC que es posarà en nivell alt en l’etapa 6. Es podria iniciar per mitjà de la pròpia marca de l’etapa 6 però es decideix emprar una variable a part per evitar confusions.

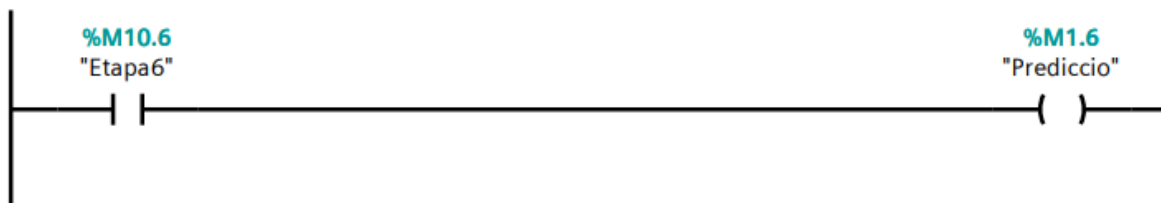


Fig. 86: Segment que activa la marca “Predicció”. Font: realització pròpia.

- Donat que el propi flux de Node-RED acciona directament les marques del PLC que indiquen quina peça s’ha detectat (“PeçaNegra”, “PeçaMetalica” i “PeçaColor”), s’elimina el segment que accionava aquestes marques a l’etapa 6 en funció dels sensors en nivell alt (fig. 45).

1.9.3.4. Flux de Node-RED

Amb el PLC i la Raspberry comunicant correctament, s'integra el següent flux dins de Node-RED a la Raspberry:

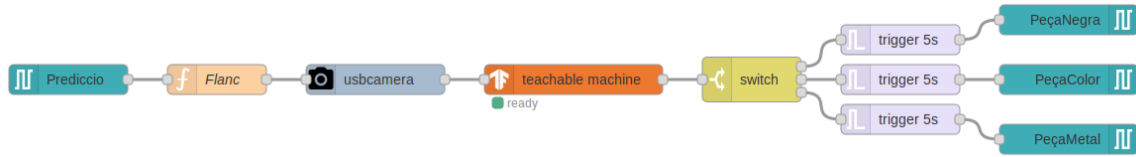


Fig. 87: Flux de Node-RED de classificació de peces. Font: realització pròpia.

En el qual es fa una lectura de la marca de “Predicció” (%M1.6) del PLC i es filtra per a que només el flanc ascendent accioni la resta de flux. Posteriorment, es realitza una captura amb la webcam i es processa la predicció al node de Teachable Machine. En funció de la classe obtinguda, s’acciona una marca del PLC en concret i després es fa “reset” de la marca des del propi programa.

S’ajusta el node “usbcamera” per a capturar imatges i enviar-les al node de Teachable Machine en format buffer, amb una resolució suficientment bona per a identificar el tipus de peça però sense exigir massa energia a la Raspberry i provocar problemes d’imatge.

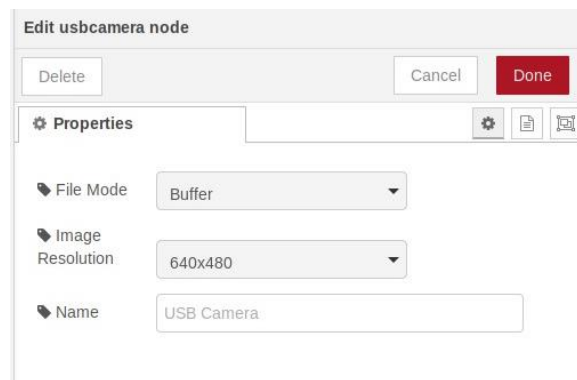


Fig. 88: Configuració del node de la webcam. Font: realització pròpia.

També cal destacar el node “switch”, que permet accionar diferents sortides en funció d’un dels paràmetres d’entrada. En concret, s’utilitza per accionar una marca segons la peça detectada.

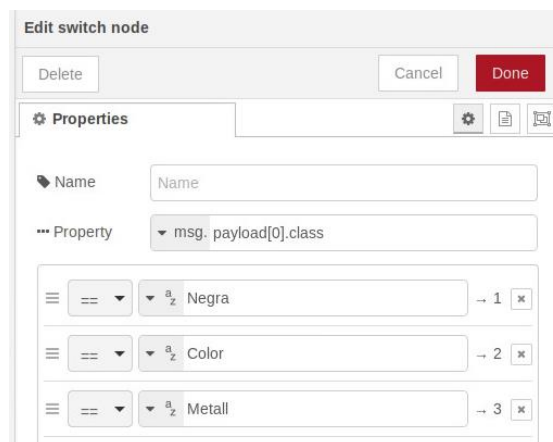


Fig. 89: Node "switch" per a classificar les peces. Font: realització pròpia.

1.9.3.5. Resultat final

A continuació es fa un joc de proves amb el sistema integrat al PLC, en les condicions òptimes descrites anteriorment: llum natural, tres classes de peces, re-connexió del port USB de la webcam, Raspberry alimentada amb suficient corrent, etc. S'anota el resultat que mostra el node de Teachable Machine i es fa una taula comparativa:

Nº predicció	Resultat esperat	Resultat obtingut
1	Negra	Negra (100%)
2	Metà·lica	Metà·lica (92%)
3	Color	Color (77%)
4	Negra	Negra (98%)
5	Metà·lica	Metà·lica (100%)
6	Color	Color (91%)
7	Negra	Negra (100%)
8	Metà·lica	Metà·lica (87%)
9	Color	Color (96%)

Taula 12: Joc de proves del sistema integrat al PLC.

A continuació s'inclou l'enllaç a un vídeo amb el joc de proves realitzat. A l'apartat [1.10. Resultats](#) es comentaran els resultats obtinguts.

[Resultat final Classificador de peces amb visió IA TFG](#)

1.9.4. Interfície d'usuari

Per a implementar una interfície d'usuari de comportament i ús semblant a una HMI convencional, s'utilitza una llibreria de Node-RED anomenada Dashboard (*node-red-dashboard*). Aquesta inclou diferents eines per a gestionar un servidor web local, tant elements d'entrada (pulsadors, selectors percentuals, camps numèrics i de text) com de sortida (textos, imatges, gràfics o indicadors). Els principals avantatges que ofereix respecte una HMI – a part del preu – són la seva flexibilitat, personalització i actualització de software, permetent múltiples opcions de connectivitat i expansió.

El dashboard dissenyat per al projecte està pensat per mostrar-se en la pantalla LCD, però també es podria implementar i ajustar a pantalles d'altres mides, sempre que siguin compatibles amb HDMI. Per a accedir al dashboard, s'introdueix al final de l'adreça del servidor de Node-RED l'etiqueta “/ui”. En aquest projecte es troba a la direcció <http://127.0.0.1:1880/ui>.

1.9.4.1. Estructura

S'ha decidit dividir el dashboard en 2 grups:

- **Control PLC:** Conté el taulell de control (pulsadors i indicadors d'estat) de l'autòmat i mostra el torn actual i el nombre de peces classificades de cada tipus i permet restablir-les.
- **Visualitzador:** Mostra l'estat dels principals actuadors del sistema (electrovàlvules i motors) per mitjà d'una imatge i indicadors de text. En l'apartat [Visualització de la planta en temps real](#) es farà una descripció en detall.

Per a accionar els pulsadors des de Node-RED, s'ha inclòs en els segments de programa que llegeixen els pulsadors físics l'opció de que es llegeixi també una marca dedicada al mateix fi. Les marques són “RPi Polsador M”, “RPi Polsador P”, “RPi Polsador CC” i “RPi Polsador PE”.

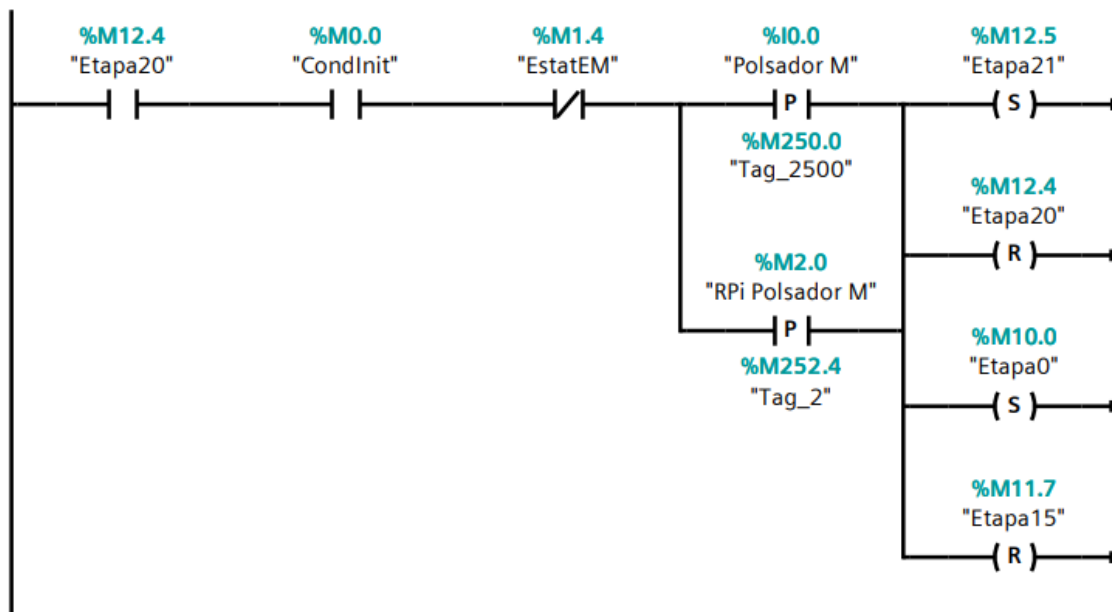


Fig. 90: Segment 1 del bloc de ManiobraTM. Font: realització pròpia.

1.9.4.2. Flux de Node-RED

A continuació es mostra la part del flux corresponent a la gestió del control PLC, encarregada de:

- Accionar les marques de polsadors digitals del PLC. Primer es posen en nivell alt i passat 1 segon en nivell baix.
- Mostrar per mitjà de text i notificació l'estat d'emergència del dispositiu.
- Indicar en quin estat es troba el PLC (repòs, producció continuada o un únic cicle) i si es troba en condicions inicials per a iniciar un nou cicle.
- Llegir el valor dels comptadors del torn i actualitzar les variables globals corresponents.
- Mostrar en quin dels torns del dia es troba (primer, segon o tercer) en funció de l'hora.

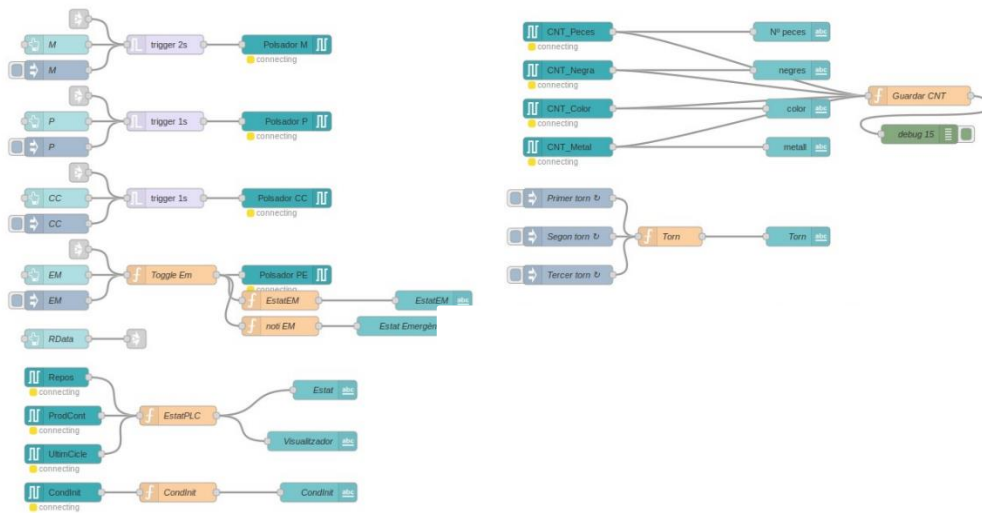


Fig. 91: Flux del Dashboard. Font: realització pròpia.

Cal explicar que els polsadors virtuals es poden accionar des del botó del Dashboard, manualment al flux de Node-RED o des de Telegram. En l'apartat [1.9.6. Control extern mitjançant Telegram](#) es farà una explicació detallada.

També és important indicar que l'estat d'emergència intercala entre l'estat actiu o inactiu cada vegada que és polsat, com si es tractés d'un interruptor. Quan aquest mode està activat, s'indica per mitjà d'una notificació i un camp de text al Dashboard.

Per a utilitzar les dades de producció i mostrar-les per text s'utilitza un node de lectura del PLC amb la direcció de cada variable del bloc de dades DB1, per a mostrar-se posteriorment en un camp de text que indica quin tipus de dades és i el propi valor. A part, s'actualitza la variable global de cada comptador del torn de la mateixa manera que s'ha fet al flux de la fig. 75.

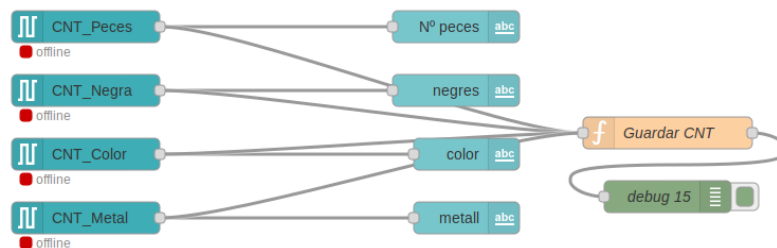


Fig. 92: Flux de lectura de les dades de producció del torn i actualització de variables globals. Font: realització pròpia.

Dins de la configuració del Dashboard es pot escollir la mida i posició de cadascun dels elements que el formen, i també es pot dividir en varis grups i crear una espècie de menú. La distribució designada ha estat la següent:

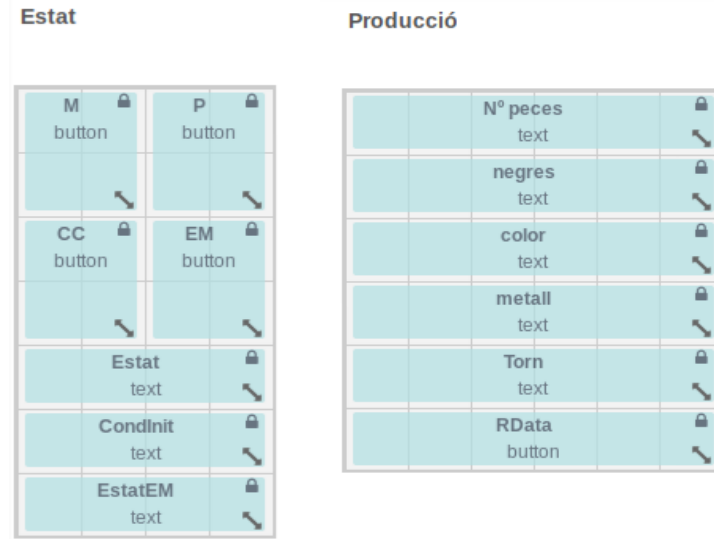


Fig. 93: Layout del control del PLC. Font: realització pròpia.

De manera que queda separada la part d'accionadors i indicadors del PLC de la part de lectura i control de les dades de producció.

1.9.4.3. Interfície

Un cop es connecta la pantalla LCD a la Raspberry, configurada per a mostrar el Dashboard a pantalla sencera de manera automàtica al iniciar el sistema, la interfície d'usuari de control del PLC és la mostrada a la fig. 94. S'ha escollit utilitzar els colors de Siemens per a homogeneïtzar el sistema, i destacar en vermell el botó d'emergència sobre la resta.



Fig. 94: Interfície de control del PLC. Font: realització pròpia.

1.9.4.4. Resultat final

Per al joc de proves es prova d'accionar tots els polsadors de la interfície i es verifica que els camps de text s'actualitzen correctament.

Element	Resultat obtingut
Polsador M	S'inicia correctament la maniobra de prod. contínua
Polsador P	Finalitza correctament la maniobra al finalitzar el cicle
Polsador CC	S'inicia correctament la maniobra d'un cicle
Polsador EM	S'aturen tots els actuadors i el sistema queda en Standby
Indicador mode	S'actualitza en temps real en funció del mode
Indicador CI	Apareix només quan finalitzen cicles sencers
Indicador EM	Apareix només quan s'acciona el polsador d'EM
Notificació EM	Apareix durant 1s tant al activar com desactivar el mode EM
Nº peces	S'actualitza cada cop que es classifica una peça
Nº negres	S'actualitza cada cop que es classifica una peça del tipus
Nº color	S'actualitza cada cop que es classifica una peça del tipus
Nº metàl·liques	S'actualitza cada cop que es classifica una peça del tipus
Indicador torn actual	Mostra el torn actual correctament, només canvia al canvi de torn
Polsador Reset Data	Reinicia correctament les dades i consegüentment s'actualitza el text

Taula 13: Joc de proves de la interfície d'usuari.

A continuació s'adjunta un enllaç a un vídeo on es mostra la integració de la pantalla i el Dashboard a la planta. Es vol mencionar que també es podria accionar els botons de manera tàctil però s'ha realitzar amb ratolí per a una millor visibilitat dels resultats. Al vídeo es prova d'accionar els quatre polsadors, verificar que es mostra i actualitza correctament l'estat de la planta i les dades de producció.

[Resultat final Dashboard Control PLC TFG](#)

1.9.5. Visualització de la planta en temps real

Una eina molt utilitzada en entorns industrials és un servidor web a través del qual supervisar i visualitzar l'estat de la planta, permetent l'accés de dades en temps real i el monitoratge preventiu del sistema de manera remota.

El desavantatge d'implementar servidors web és que s'han d'actualitzar i mantenir constantment, i s'ha de garantir que sigui segur i operatiu les 24 hores. A part, el desenvolupament pot requerir d'una inversió significativa en software, hardware i personal especialitzat.

Per a trobar una alternativa fàcil d'implementar, mantenir i millorar, s'utilitza la llibreria de nodes de Dashboard, mencionada a l'apartat anterior ([Interfície d'usuari](#)). El visualitzador tindrà la funció de mostrar l'estat en temps real dels principals actuadors de la planta:

- Posició de la plataforma (E1)
- Posició del braç (E2)
- Pistó de la plataforma (E3)
- Alimentador (E4)
- Cinta transportadora (A5)

La manera més representativa i llegible de mostrar l'estat de la planta és mitjançant un dibuix esquemàtic que mostri els actuadors i les posicions en les que pot estar. Per al cas del pistó, l'alimentador i el motor, seria o activats (ON) o desactivats (OFF). La plataforma pot estar al nivell 0, 1 o 2 i el braç es troba sobre l'alimentador o sobre la plataforma.

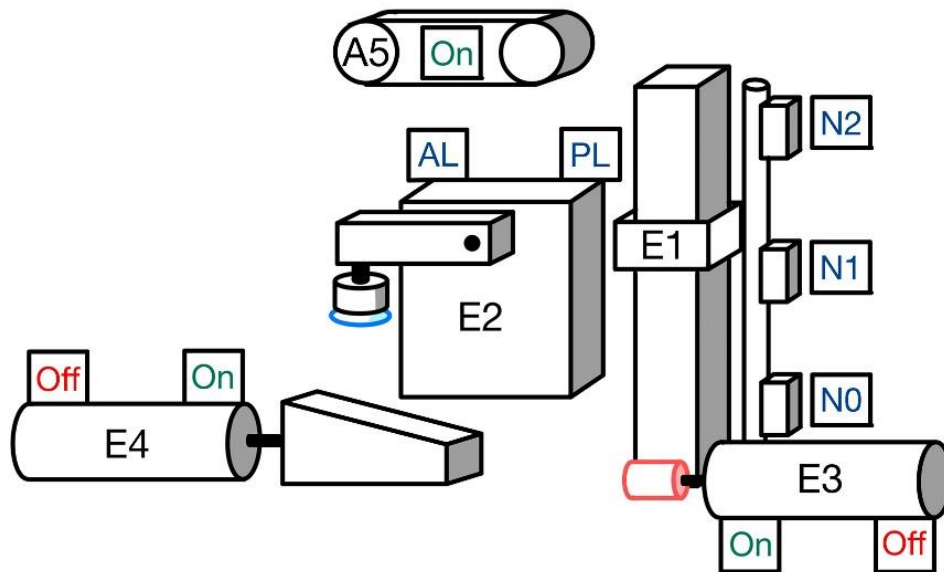


Fig. 95: Dibuix esquemàtic de la planta. Font: realització pròpia.

Per mitjà del node "UI_template" es desenvolupa una interfície personalitzada a partir de codi HTML que mostra el dibuix esquemàtic com a imatge web. Per a fer-ho, s'ha carregat prèviament a una carpeta local habilitant el comandament "httpStatic" dins l'arxiu setting.js de Node-RED. Aquesta funció pròpia de Node-RED permet visualitzar els arxius de la ruta especificada per l'usuari com a adreces web locals, permetent implementar-les dins de programes de llenguatge HTML, com en aquest cas (fig. 96).

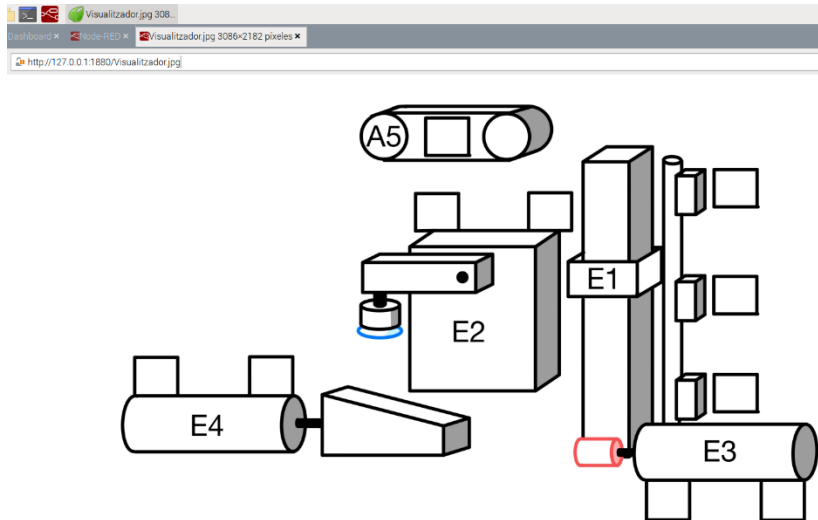


Fig. 96: Accés al dibuix esquemàtic des d'una adreça HTTP de Node-RED. Font: realització pròpia.

Per a mostrar l'estat dels actuadors s'afegeix, al costat de l'esquema, cinc camps de text que indiquen la posició a partir de la lectura dels sensors. D'aquesta manera, l'usuari pot relacionar l'estat de la planta amb el text que apareix i s'actualitza en temps real. També s'afegeix un camp de text on s'indica el mode actual de funcionament (Repòs-Prod. Contínua-CC).

1.9.5.1. Flux de Node-RED

La part del flux que mostra el dibuix de la fig. 95 i actualitza els camps de text en funció de la lectura dels sensors és el següent:

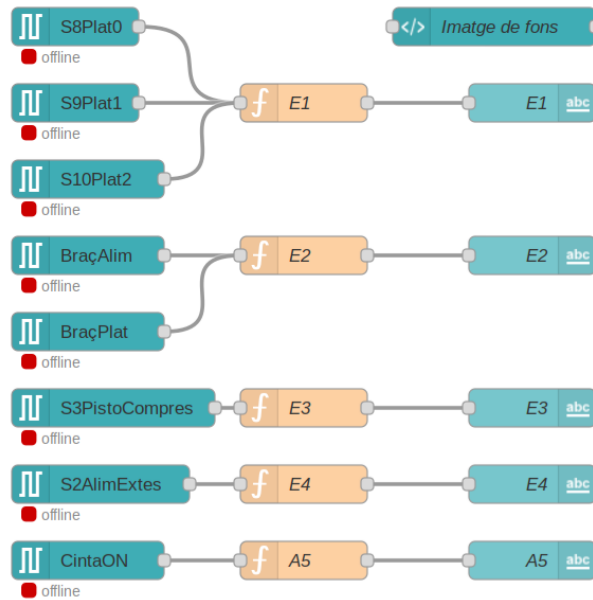


Fig. 97: Part de flux del visualitzador. Font: realització pròpia.

Els nodes "Function" amb més d'una entrada (E1 i E2) sempre mostraran la posició actual de l'actuador, i s'actualitzen cada vegada que un dels sensors s'activa i indica nivell alt. D'aquesta manera, fins que no arriba a una posició coneguda no actualitzarà el text. Per exemple, quan la plataforma puja no canviarà el nivell 0 fins a arribar al nivell 1.

Per a aconseguir aquest efecte, el codi de la funció “E1” és el següent:

```
//Si es rep un true, s'actualitza el text amb l'estat
if((msg.topic === "S8Plat0") && (msg.payload === true)) {
  msg.payload = "N0";
} else if ((msg.topic === "S9Plat1") && (msg.payload === true)) {
  msg.payload = "N1";
} else if ((msg.topic === "S10Plat2") && (msg.payload === true)) {
  msg.payload = "N2";
} else {
  return null; //Si un sensor activa el flux amb nivell baix, no varia
el text
}

return msg;
```

Per al cas en què només es llegeix un dels sensors per a identificar que està l'actuador activat (E3, E4 i A5), només es mostrarà quan està activat (ON) i en cas contrari no mostrarà cap text. Es mostra, per exemple, el node “Function” de l'E4:

```
//Si està el sensor activat es retorna ON
if (msg.payload === true) {
  msg.payload = "ON";
} else if (msg.payload === false) {
  msg.payload = " ";
} else {
  return null;
}

return msg;
```

La distribució del visualitzador és la mostrada a continuació. L'element principal i que ocupa més espai és l'esquema donat que es prioritza el reforç visual i que es puguin distingir els diferents elements. A la seva dreta s'inclou el mode de funcionament actual i l'estat dels actuadors.

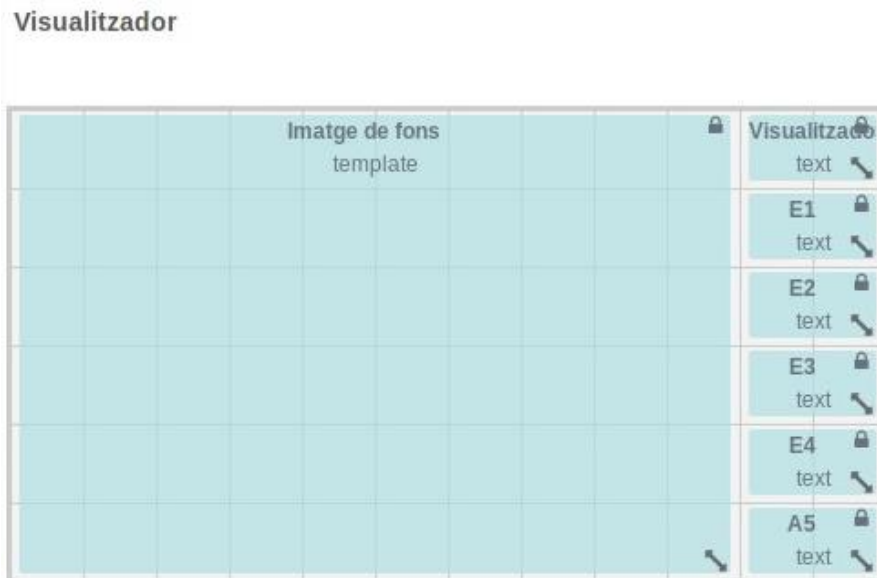


Fig. 98: Layout del visualitzador. Font: realització pròpia.

1.9.5.2. Interfície

La interfície que es mostra a la direcció del Dashboard a pantalla sencera és el següent, integrat també amb els colors de Siemens. Cal mencionar que es pot alternar entre el taulell de control del PLC i el visualitzador de manera ràpida per mitjà del selector de dalt a l'esquerra.

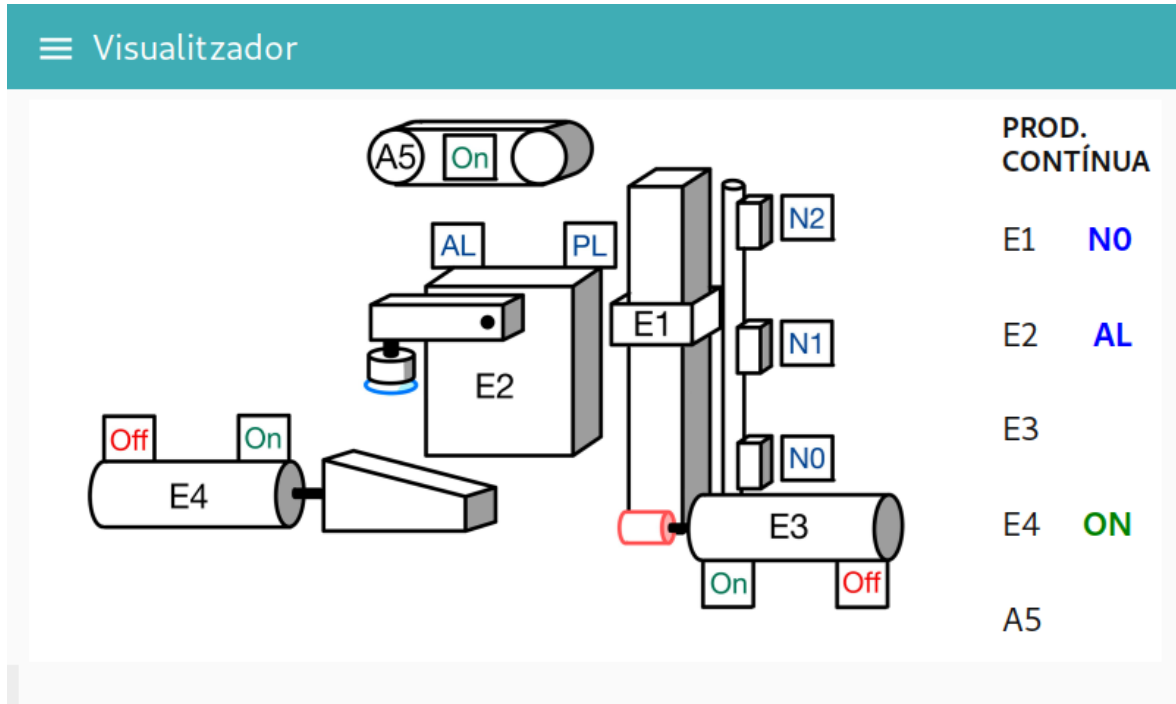


Fig. 99: Interfície del visualitzador. Font: realització pròpia.

1.9.5.3. Resultat final

Es realitza un joc de proves per a verificar el funcionament de tots els elements del visualitzador:

Element	Resultat obtingut
Dibuix esquemàtic	Es visualitza sense problemes i amb la qualitat desitjada
Indicador mode	S'actualitza en temps real en funció del mode actual
E1	Realitza les transicions entre N0-N1-N2 correctament, sempre es mostra el darrer nivell detectat
E2	Realitza les transicions entre AL i PL correctament
E3	Es mostra ON durant el temps que és accionat
E4	Es mostra ON durant el temps que és accionat
E5	Es mostra ON durant el temps que és accionat

Taula 14: Joc de proves del visualitzador web.

De manera semblant a apartats anteriors, es mostra un vídeo que mostra tant la planta com el visualitzador de manera sincronitzada.

[Resultat final Visualitzador Web TFG](#)

1.9.6. Control extern mitjançant Telegram

Una altra característica de la 4IR és la connectivitat i control a distància. Per a crear un canal de comunicació a Internet ràpid i fàcil de configurar, s'utilitza un bot de Telegram i el seu corresponent node a Node-RED (*node-red-contrib-telegrambot*). Les funcions (/comandaments) d'aquest bot seran:

- **/inputs:** Accionar els pulsadors de la planta a distància
- **/dades:** Mostrar la producció del torn actual i la producció històrica
- **/reset:** Restablir les dades del torn actual
- **/regsetmanal:** Exportar el full de càlcul de la producció setmanal
- **/regtotal:** Exportar el full de càlcul de la producció històrica de la màquina

1.9.6.1. Configuració del bot

El primer pas per a procedir és la creació del bot, que es realitza per mitjà de @BotFather, un bot de Telegram que permet generar nous bots de Telegram simplement amb introduir les dades desitjades.

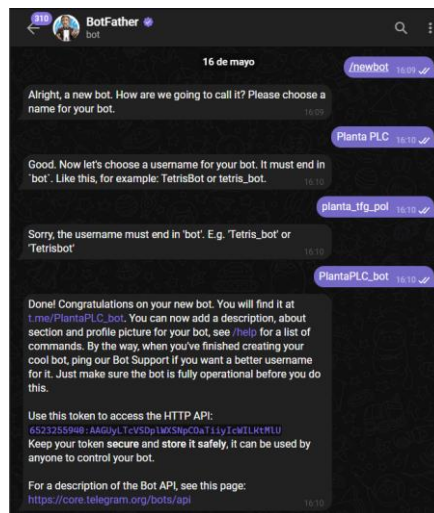


Fig. 100: Creació del bot. Font: realització pròpia.

Posteriorment s'introdueix el “token” del bot a al node de configuració, un identificador únic que permet gestionar el bot a qui el tingui. També es pot indicar quins usuaris tenen accés al bot o afegir un enllaç d'una API, però per aquest projecte no s'ha modificat.

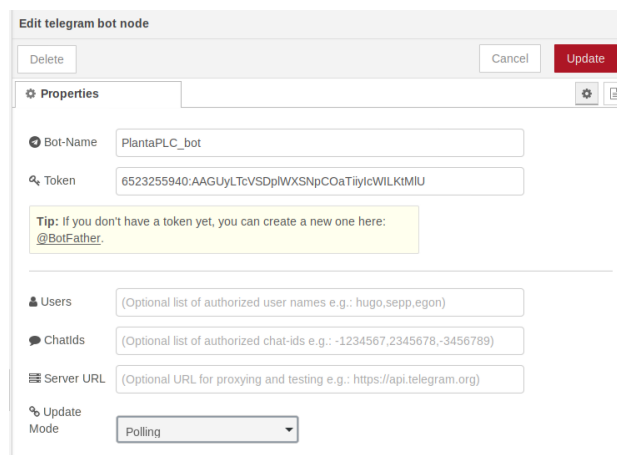


Fig. 101: Configuració del bot a Node-RED. Font: realització pròpia.

1.9.6.2. Flux de Node-RED

Per a implementar les accions mencionades anteriorment, s'implementa el següent flux:

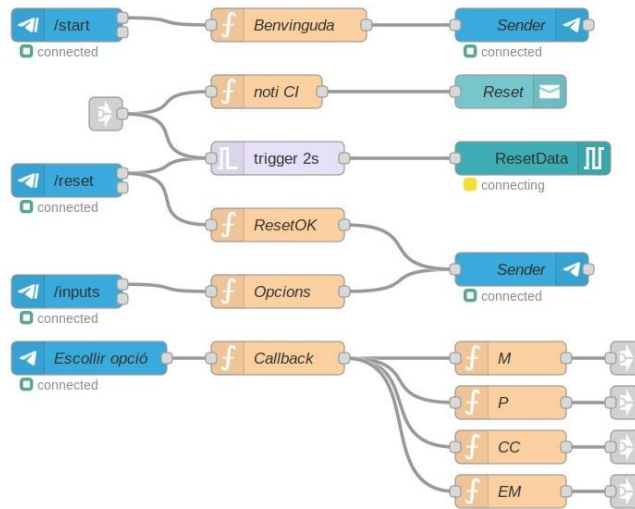


Fig. 102: Flux de gestió del bot de Telegram. Font: realització pròpia.

Per mitjà de /start s'inicia la conversa amb el bot i mostra tots els comandaments que es poden utilitzar.

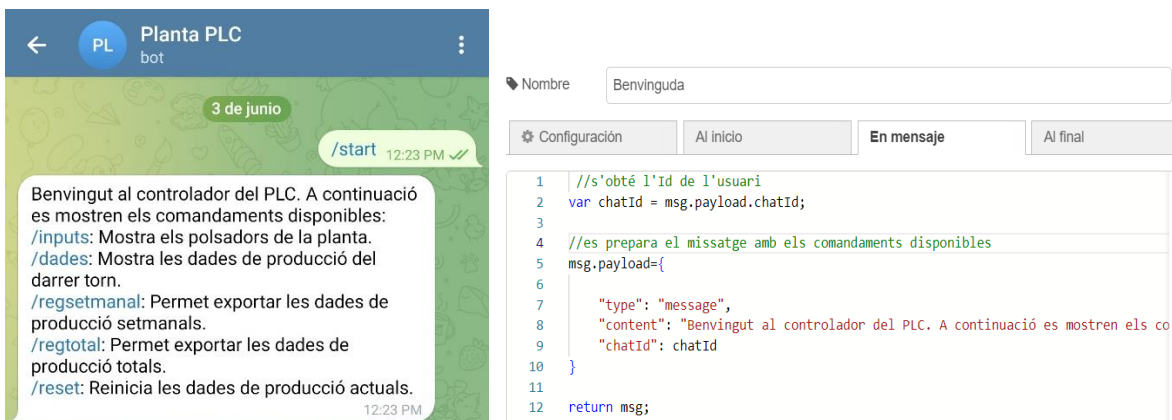


Fig. 103: Comandament /start amb el seu codi de Javascript. Font: realització pròpia.

Una altre funció interessant és la dels botons per pantalla. Per mitjà del comandament /inputs es pot accionar de manera immediata els pulsadors de la planta, permetent un control fàcil i des de diferents dispositius. Per a implementar-ho, s'ha d'especificar el tipus de missatge a enviar com a "opts", indicant que es volen mostrar diferents opcions a escollir.



Fig. 104: Comandament /inputs. Font: realització pròpia.

Per a que el bot activi la part del flux que acciona els pulsadors, cal utilitzar un node de Telegram de "callback", que s'activa quan l'usuari interacciona amb algun element del xat, com és el cas dels botons.

En funció del pulsador activat, s'acciona la marca digital del PLC corresponent a aquella entrada. Per a que l'espai de treball de Node-RED es vegi més ordenat i organitzat, s'utilitzen nodes "link in" i "link out", que creen una connexió virtual entre nodes. En el següent exemple es mostra la connexió virtual entre el pulsador CC i la seva activació per mitjà de Telegram;

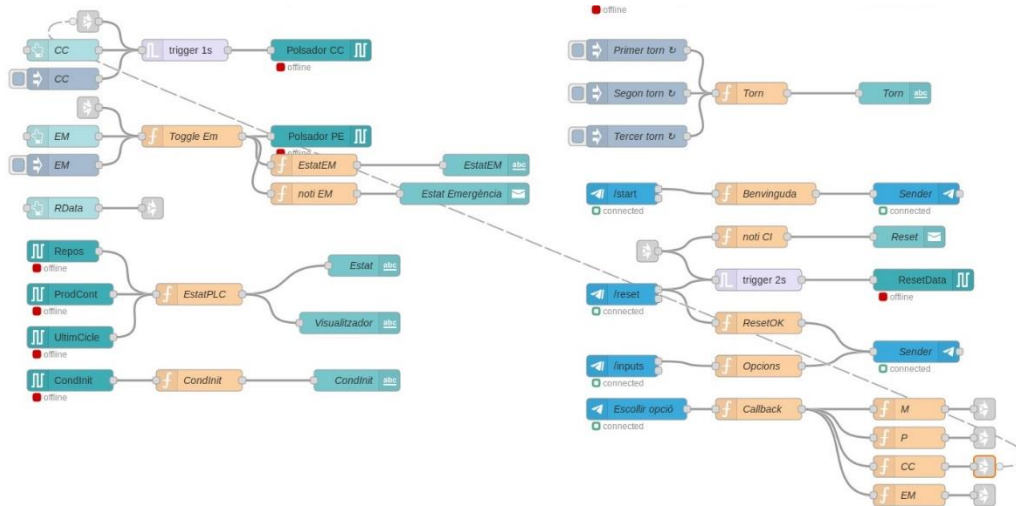


Fig. 105: Accionament de pulsadors per mitjà de nodes de connexió virtual. Font: realització pròpia.

A part, també s'utilitza una part del flux mostrat en l'apartat 1.9.2. Registre de dades, corresponent a la exportació dels registres (fig. 73).

1.9.6.3. Resultat final

Per a comprovar que tots els comandaments reaccionen correctament i es rep la resposta correcta, es realitza el següent joc de proves:

Element	Resultat obtingut
/start	Mostra el missatge amb tots els comandaments correctament
/inputs	Permet accionar els quatre pulsadors de manera immediata
/dades	Mostra el valor dels comptadors del PLC, tant del torn com totals
/regsetmanal	Exporta i envia correctament un arxiu CSV que es pot obrir
/regtotal	Exporta i envia correctament un arxiu CSV que es pot obrir
/reset	Re-inicia els comptadors del torn actual correctament
/dades (després del reset)	Els valors del torn ara estan a 0, però es manté el valor dels totals

Taula 15: Joc de proves del bot de Telegram.

Amb les pertinents captures del xat, efectuades amb el PLC connectat a la raspberry:



Fig. 106: Captures de xat del joc de proves. Font: realització pròpia.

A part, s'ha capturat en temps real la planta i el xat del joc de proves per a comprovar el temps de resposta i el correcte accionament de les entrades. A continuació s'inclou l'enllaç per a veure el vídeo:

[Resultat final Control per Telegram TFG](#)

1.10. Resultats

En aquest apartat es pretén fer una valoració dels diferents resultats obtinguts i comentar els aspectes més rellevants. S'inclourà el resultat del programa base de la planta i de totes les implementacions 4.0. Al següent apartat es comentaran possibles millores i ampliacions als resultats obtinguts.

1.10.1. Planta pneumàtica

S'ha aconseguit programar un sistema de classificació de peces seguint l'enunciat i les especificacions de la planta proposades pel [guió de pràctiques d'Automatització](#), amb un mode de producció contínua i un altre de cicle a cicle, aturada a final de cicle i parada d'emergència.

El mode de producció contínua és fonamental per a garantir la màxima eficiència operativa, ja que permet la producció ininterrompuda i reduir al màxim els temps d'aturada. S'utilitza en tot tipus d'indústries per a la producció en massa i satisfer la demanda mantenint costos de producció baixos. Per altre banda, el mode d'únic cicle és útil per a situacions de control precís de la producció o per a analitzar a fons el procés productiu en cas d'averia o d'optimització.

El fet de comptar tant amb una aturada instantània com a final del procés comporta beneficis com facilitar el manteniment i millorar la seguretat del sistema sencer. A més, la capacitat de continuar el procés en l'estat en el que es trobava la planta minimitza les interrupcions i evita el re-armament manual del sistema en condicions inicials.

A part, s'han implementat certes funcions interessants com l'ús d'indicadors lumínics per mostrar el mode de producció o la gestió del fi de peces per a classificar.

Tot i obtenir un programa perfectament aplicable en entorns industrials reals, cal mencionar que la planta té certes limitacions:

- Amb la planta funcionant en producció contínua, depèn de l'etapa en la que es sol·liciti aturada a fi de cicle, es possible que es quedi una peça a l'extrem de l'alimentador que s'haurà de treure manualment per a evitar problemes el pròxim cop que es posi en marxa.
- No s'han contemplat mesures de seguretat en cas que el procés es quedés encallat en algun punt o estat desconegut.
- En cas d'arribar a un estat desconegut, no compta amb un mode de re-armament que retorni la planta a les condicions inicials i s'haurà d'ajustar manualment.
- En estat d'emergència l'autòmat només pot tornar a l'últim estat, no hi ha possibilitat de reiniciar el procés o tornar a l'estat inicial de forma directa. En tot cas, s'haurà de finalitzar darrer procés començat.

1.10.2. Integració Raspberry - PLC

S'ha establert de forma satisfactòria la comunicació entre la Raspberry Pi i el S7-1200 per mitjà d'Ethernet IP, garantint una transmissió de dades ràpida i eficaç dins d'una xarxa LAN. Gràcies a l'ús del switch d'Ethernet, hi ha la possibilitat d'expandir el sistema i afegir més autòmats a la planta o controlar diferents dispositius.

L'ús de Node-RED per a escriure, llegir i gestionar diferents tipus de memòria i senyals de la planta permet la integració de funcions digitals en una màquina d'ús tradicional, com el monitoratge en temps real i el manteniment preventiu. Gràcies a la interfície de Node-RED basada en representacions visuals de codi JSON, es realitza el disseny i programació d'un

sistema multi-funció de manera simple i intuïtiva, integrant nodes amb característiques molt diverses i útils per a diferents propòsits. A part, el sistema d'importació i exportació de fluxos habilita el projecte a ser programat des de diferents dispositius. Per al projecte en concret, s'ha combinat la programació des de l'ordinador i des de la pròpia Raspberry, agilitzant el procés segons l'entorn (des del laboratori, des de llocs públics com el CRAI o des de casa).

1.10.3. Registre de dades de producció al núvol

S'implementa un sistema d'enregistrament automàtic de les dades de producció de la planta, simulant el comportament d'una planta industrial amb la producció dividida en 3 torns de 8 hores (6:00-14:00h, 14:00-22:00h i 22:00-6:00h) de manera que el propi sistema s'encarregui de guardar les dades del PLC en un full de càlcul de Google Sheets al núvol al final d'un torn i posteriorment re-iniciar-les per a registrar la producció del pròxim torn. Gràcies a aquest sistema s'habilita l'anàlisi de dades eficient, permetent detectar els denominats "colls d'ampolla" i optimitzar els processos de producció.

Es genera un arxiu CSV al finalitzar el darrer torn de la setmana per a obtenir el registre complet i s'envia per Telegram als usuaris habilitats gràcies a un bot. A part, des d'aquest mateix bot es pot sol·licitar que s'exportin les dades registrades fins aquell moment en un fitxer CSV. També es genera alhora un segon full de càlcul on es registren tots els torns de manera històrica, sense netejar les cel·les si l'usuari no ho fa manualment. Aquesta funcionalitat automatitzada permet la integració de grans quantitats de dades dins d'altres arxius de càlcul o informes de manera pràcticament instantània, per a posteriorment obtenir gràfics i estadístiques de la producció durant períodes concrets. El fet d'implementar l'ús de Telegram per a la interacció amb els registres permet un ús multi-usuari i multi-plataforma, donant pas a una infraestructura de dades col·lectiva entre personal de l'empresa. A part, tant Google Sheets com Telegram tenen protocols de xifrat de dades que garanteixen la seguretat i privacitat de la informació confidencial de l'empresa.

Des del PLC es crea un bloc de dades amb diferents variables de tipus real per a comptabilitzar el número de peces de cada tipus classificades durant el torn actual, fàcilment editables per a obtenir informació útil. També s'inclouen comptadors de peces històrics que enregistren el total de peces de cada tipus classificades al llarg de la vida de la màquina. Aquests registres permeten conèixer l'eficiència amb el pas del temps i estudiar la vida útil disponible del sistema.

1.10.4. Detecció de peces basada en visió artificial

S'integra un sistema de classificació de peces basat en visió artificial gestionat per Node-RED, amb una alta efectivitat en les condicions òptimes i la possibilitat d'escalar el model i afegir altres tipus de peces al sistema. En indústries manufactureres de precisió com l'electrònica o l'automobilística s'implementen dispositius amb aquesta tecnologia per inspeccionar i assegurar la qualitat en la fabricació de components. Conseqüentment, s'aconsegueix millorar la qualitat final dels productes, es redueixen els costos operatius i augmenta l'eficiència dels processos productius.

Cal destacar que el resultat obtingut està limitat per les condicions de l'entorn i de la pròpia Raspberry, donat que aquesta no proporciona prou alimentació a la càmera USB per a garantir el correcte funcionament durant el pas del temps. S'ha hagut de fer un anàlisi en profunditat de la problemàtica i s'ha arribat a la conclusió que el model Raspberry Pi 3B no està dissenyat per a alimentar aquest tipus de dispositius, ja que no deix de ser un ordinador alimentat amb un cable micro-USB i uns valors de corrent insuficients per a alguns usos.

1.10.5. Interfície d'usuari i visualitzador

Es dissenya una interfície d'usuari industrial amb dues pantalles principals, orientada a l'ús per mitjà de pantalles tàctils externes. La primera correspon al control del sistema i de la producció, permetent a l'usuari accionar diversos pulsadors des del terminal, conèixer l'estat de l'autòmat en temps real i visualitzar la producció del torn vigent. Gràcies a aquestes funcions el sistema proporciona una alta flexibilitat i control a l'operador, permetent la gestió a distància i la integració de noves funcionalitats de manera simple. A part, es pot escalar el sistema a entorns més amplis amb diferents màquines interconnectades pel mateix terminal, o pel contrari agregar diverses pantalles al sistema.

La segona pantalla correspon a un visualitzador web de l'estat de la planta a través de la posició dels seus actuadors principals. S'ha aconseguit mostrar per mitjà de camps de text la posició dels actuadors, acompanyats d'una imatge esquemàtica que redueix la planta als seus elements essencials i proporciona una visió clara de l'estat operatiu de la planta en temps real, identificant ràpidament els problemes que puguin sorgir.

1.10.6. Control extern mitjançant Telegram

S'integra el control i lectura de la planta per mitjà d'un bot de Telegram capaç d'accionar els pulsadors de la planta en temps real, llegir les dades de producció actuals i totals de la màquina, fer un "reset" de les dades del torn actual i exportar els registres de producció setmanal i històrica en format CSV. Gràcies a l'entorn multi-plataforma de Telegram es permet utilitzar el bot des de diferents plataformes, i el poden utilitzar tots els usuaris que tinguin els permisos necessaris.

El bot garanteix una comunicació ràpida i segura via Internet, a part de xifrada i privada gràcies a les mesures de seguretat de Telegram. Donada la seva facilitat de configuració i diversitat d'eines que ofereix, es poden implementar moltíssimes funcions d'utilitat en l'entorn industrial.

1.11. Possibles millores

A partir del projecte actual i les implementacions dissenyades, es podrien desenvolupar, optimitzar i millorar diferents aspectes i funcions:

- **Substituir el model de Raspberry per un més actual.** Donat que la RPi 3B va sortir al 2016 i compta amb especificacions tècniques ajustades, el seu rendiment pot ser un factor limitant per a gestionar els recursos del sistema en conjunt. El canvi de computador per models de la mateixa Raspberry com el 4B o el recent RPi 5 podria suposar certes millores en rendiment, refrigeració o alimentació de dispositius com la webcam USB o pantalles LCD. També es podria explorar el canvi per a computadores monoplaca d'altres empreses com Orange Pi, Asus Tinker Board o Odroid.
- **Afegir un mòdul de ventilació a la Raspberry.** Durant la programació del projecte i la posterior posta en marxa, el dispositiu tenia certs problemes de sobreescalfament, afectant negativament al rendiment i velocitat. Al mercat hi ha disponibles diversos mòduls de ventilació i refrigeració per al model utilitzat en concret, la majoria amb preus baixos i instal·lació ràpida.
- **Anàlisi de seguretat de la planta.** Tal com s'ha comentat a l'[apartat de resultats](#), la planta no gestiona possibles situacions adverses. Es podria implementar des del programa del PLC temporitzadors que comprovessin la duració de cada etapa, detectant si el sistema es queda encallat en algun punt o tarda molt més del temps estipulat. També es podrien implementar mesures dins del flux de Node-RED, avisant a l'usuari per mitjà de Telegram en cas d'haver situacions adverses o activant el mode d'emergència en casos concrets.
- **Automatització del re-armament de la planta.** Per mitjà d'un nou bloc de funció de TIA Portal, es podria automatitzar la tornada a condicions inicials a partir de l'aturada d'emergència, de manera que prement un botó en concret els actuadors tornessin a l'estat inicial seguint un ordre específic per a evitar col·lisions.
- **Implementar el visualitzador web dins l'esquema.** Per mitjà de programació avançada en HTML i CSS es podria arribar a establir funcions per a habilitar i deshabilitar elements del visualitzador directament sobre el node "ui_template" que mostra l'esquema realitzat, en comptes d'utilitzar camps de text al costat, aconseguint un resultat més professional, visual i entenedor. També es podria ampliar la seva lectura amb altres sensors, per exemple per a detectar quan hi ha una peça en cada part de la planta.
- **Funcions avançades de producció.** A partir de les dades de producció i els temps registrats, es podria incloure a la interfície d'usuari o als registres noves funcions estadístiques, com l'evolució del factor peces classificades/hora al llarg del torn o de la setmana, els punts o moments crítics amb el màxim i mínim de producció, etc.
- **Mesures de seguretat cibernètica.** Donat que s'utilitzen diverses comunicacions i accessos a Internet i al núvol, es pot millorar la protecció i seguretat de dades per mitjà de sistemes de detecció d'intrusos i protocols d'encryptació de fitxers.
- **Exportació de dades per correu.** Des de Node-RED hi ha la opció de generar correus electrònics utilitzant les credencials d'un compte ja creat, permetent enviar per exemple el registre setmanal de producció a tots els operaris de l'empresa. La principal dificultat resideix en que la majoria de serveis de missatgeria d'avui en dia funcionen amb credencials de doble autenticació, impossibilitant l'accés des dels nodes dissenyats fins ara per a enviar correus.

- **Optimització i sofisticació de la detecció de peces.** El model final s'ha hagut d'adaptar als problemes ocasionats per la RPi i la càmera, però si s'aconseguís desenvolupar una versió sense aquestes limitacions, es podrien contemplar les especificacions inicials: detectar quan no hi ha peça i quan sí n'hi ha, però mal posada. A partir d'aquests resultats, es podria gestionar l'aturada de seguretat del sistema i notificar per mitjà de Telegram, per exemple.
- **Control automàtic de la pressió.** Per mitjà d'un sensor de pressió digital, es podria fer un control que regulés l'entrada d'aire a la planta a la pressió assignada per l'usuari, amb la possibilitat de variar-la en funció de les necessitats de funcionament.
- **Sistema de gestió d'energia.** Per mitjà de mesuradors intel·ligents i dispositius IoT, es pot implementar un sistema de monitoratge i optimització del consum elèctric de la planta i el sistema sencer.
- **Integració amb altres dispositius IoT.** Explorar la integració amb altres dispositius intel·ligents i serveis al núvol per ampliar les capacitats de monitoratge i anàlisi de la planta, com actuadors intel·ligents, interfícies HMI avançades, sensors de condicionament...

1.12. Reptes afrontats

En aquest apartat es fa una llista de les dificultats aparegudes durant el desenvolupament del projecte i com s'ha decidit enfrontar o resoldre aquests problemes:

- El node de Teachable Machine no es pot instal·lar a Node-RED per a Windows, Error 4058.

Solució: Treballar amb el node directament instal·lat a la Raspberry, i en tot cas importar la resta de flux compatible des de l'ordinador.

- El node de TM genera errors a la Raspberry. S'instal·la correctament però apareix l'error "Cannot open Shared object file". S'arriba a la conclusió que la versió instal·lada de Tensorflow.js (eina que treballa sobre TM) no corre correctament sobre la Raspberry Pi 3B en concret, impossibilitant el funcionament de Teachable Machine a Node-RED.

Solució: Primer s'intenta fer *downgrade* de la versió (eliminant el programa i re-instal·lant una versió en concret des de terminal) sense èxit, i finalment el tutor responsable proporciona targeta micro-SD amb una imatge del SO antiga, amb una versió anterior de Tensorflow.js instal·lada, la qual sí es compatible amb la RPi.

- Error de comunicació entre Raspberry i el PLC. Dins de Node-RED s'aconsegueix comunicar-los però apareix un error que impedeix accedir a la memòria del PLC ("PLC Error: 0x8104: This service is not implemented on the module or a frame error was reported").

Solució: Seguint [el report d'un usuari del fòrum oficial de Siemens](#), s'arriba a la conclusió que la versió instal·lada del node S7-contrib a Node-RED no és compatible amb la versió de NodeJS instal·lada a la Raspberry, i es re-instal·la el node amb una versió anterior, concretament 2.1.1 des de terminal (`npm install -g node-red-contrib-s7@2.1.1`).

- Diversos problemes amb la classificació de peces amb Teachable Machine a la Raspberry. Amb el primer model desenvolupat (7 classes) les prediccions són errònies en la majoria de casos i el sistema té moltes dificultats per a distingir peces ben i mal col·locades. Inclús es detecta l'absència de peça quan hi ha una preparada. Amb el segon model es redueix el sistema a 3 classes, una per a cada tipus de peça. Segueix havent dificultats i s'arriba a la conclusió que els resultats de les fotos perden molta definició i queden sobre-exposades a la llum amb el pas del temps i l'ús, degut a que la càmera no està ben alimentada des de la Raspberry. També es detecta que l'efecte s'accelera en llums amb parpelleig com els fluorescents i que desapareix cada vegada que es desconnecta el cable USB de la càmera.

Solució: Adequar el sistema a les necessitats òptimes obtingudes: llum natural, desconnectar periòdicament la webcam, Raspberry alimentada amb carregador de 20 W i un model de només 3 classes.

- La planta pneumàtica té massa força en molts components: plataforma, pistó plataforma, braç rotatiu... i sensors mal col·locats o que donen problemes.

Solució: Amb l'ajut dels tècnics del DEEEiA es redueix la pressió d'entrada i es recol·loquen alguns sensors de proximitat.

- Problemes per configurar un node de correu. S'intenta implementar un node que envii el registre setmanal en un fitxer als correus electrònics desitjats, però cap dels serveis principals de missatgeria permet enviar correus des de Node-RED degut a les mesures d'autenticació.

Solució: Enviar el fitxer setmanal per Telegram en comptes del correu. Aprofitant que ja es té un bot configurat, s'afegeix aquesta funcionalitat extra.

1.13. Conclusions

1.13.1. Conclusions tècniques

En primer lloc cal destacar altra vegada la importància de la metodologia i optimització en el disseny d'un programa d'automatització industrial, ja que el resultat final obtingut no seria possible sense l'ajuda del model Grafcet i les tècniques adquirides a l'assignatura d'Automatització.

La finalitat principal del projecte era estudiar, aprendre i entendre com funcionen les tecnologies pròpies de la Indústria 4.0 a través de la implementació d'eines amb aquestes tecnologies en entorns industrials tradicionals, i s'ha pogut complir de forma satisfactòria gràcies a la diversitat d'eines implementades, la tecnologia que hi ha al darrere, la constant cerca de millores i optimització del projecte i els reptes que han aparegut durant el desenvolupament del projecte.

S'ha obtingut una visió molt àmplia del concepte de digitalització industrial i de la tecnologia IoT, parts fonamentals de la 4IR, però també s'ha adquirit/ampliat una gran quantitat i varietat de conceptes relacionats amb l'electrònica i l'automatització: sistemes operatius basats en Linux, programació en JavaScript i HTML, xarxes LAN, comunicacions amb diferents protocols, programari Open-source, les capes del model OSI, manteniment preventiu, dispositius SCADA... Tots aquests conceptes han contribuït a la meua formació com a enginyer i professional del sector industrial.

També es vol destacar els beneficis d'eines de programari lliure com Node-RED o el propi sistema operatiu Raspberry Pi OS, alternatives reals a altres softwares de llicència privada. Gràcies a la gran quantitat de documentació, projectes i suport que ofereix la comunitat, es pot arribar a obtenir molt bons resultats. Per altra banda, cal mencionar que a l'hora d'utilitzar aquest tipus de software s'ha de tenir en compte que no compta amb suport oficial i la majoria de desenvolupadors s'impliquen de manera desinteressada i per afició. Molts dels reptes sorgits durant el desenvolupament del projecte són fruit d'utilitzar aplicacions que porten anys sense actualitzar-se o no s'ha creat una versió compatible amb la Raspberry Pi 3B.

1.13.2. Conclusions econòmiques

Tal com s'ha explicat als [antecedents del projecte](#), l'objectiu fonamental d'aquest projecte és demostrar que es poden crear alternatives reals a les solucions que ofereixen les grans empreses per a digitalitzar una planta industrial, dins del mateix rang de característiques i especificacions.

Exemples de passarel·les IoT d'aquest tipus són el SIMATIC IoT2050 de Siemens o el ctrlX CORE de Rexroth (Bosch), els dos amb un preu de mercat¹ per sobre dels 500 €. Un altre tipus de solucions amb característiques semblants són els PLC basats en Raspberry, com el que ofereix Industrial Shields per 850 € o el Iono Pi Max v2 amb un preu d'entrada sobre els 700 €, variable en funció del model de Raspberry sobre el que treballa o el nombre d'E/S que inclou. Al cost del controlador o passarel·la se li ha d'afegir el del terminal HMI¹, també per sobre dels 500 € per a la mida de pantalla utilitzada al projecte (5").

Tot i que per al projecte no s'ha requerit comprar material i s'ha aprofitat dispositius ja en propietat o proporcionats per la universitat, en la següent taula es mostra un pressupost aproximat dels elements utilitzats per a la digitalització de la planta:

¹ Preu de venda a la pàgina especialitzada www.rs-online.com a dia 5/6/2024.

Element	Descripció	Cost (a dia 5/6/2024)
Raspberry Pi 3B	Ordinador monoplaca que es comunica amb el PLC i gestiona el sistema de digitalització	40,00 €
Pantalla LCD 5"	Terminal de sortida de la UI	48,99 €
Càmera USB	Dispositiu de visió artificial del sistema	15,00 €
Switch Ethernet industrial	Punt de connexió entre dispositius de la xarxa LAN	49,98 €
COST TOTAL		153,97 €

Taula 16: Pressupost del sistema a implementar al projecte.

Es conclou doncs, que amb un pressupost molt inferior a les principals solucions al mercat, dins del mateix rang de funcions i característiques, es pot desenvolupar una aproximació d'un sistema de digitalització de plantes tradicionals. Evidentment, els dispositius professionals tenen beneficis com una major integració amb sistemes industrials i protocols de seguretat, manteniment més baix gràcies al suport del fabricant i un menor temps de desenvolupament, donat que es programen amb software especialitzat.

1.13.3. Conclusions personals

Aquest projecte ha suposat un gran repte com a futur enginyer, donat que es partia d'una base escassa en coneixements sobre la majoria d'eines utilitzades. A part, no estava familiaritzat amb l'ús de programari Open-Source i els riscos que suposen utilitzar-ne.

Durant el desenvolupament han sorgit desafiaments tècnics que he aconseguit superar poc a poc, afinant les meves capacitats d'anàlisi i resolució de problemes a través de la repetició i l'esforç constant. També he hagut de millorar la gestió del temps i recursos disponibles, ja que s'han presentat diversos retards durant totes les etapes del desenvolupament: vaig estar un mes esperant fins a poder utilitzar la planta al laboratori, incompatibilitat amb les hores en que podia accedir al laboratori, alguns problemes dels mencionats van suposar endarreriments pronunciats... Totes són situacions que m'han aportat experiència i aprenentatge i que segurament tornaré a trobar-me en la meua carrera professional.

Treballar amb una Raspberry Pi ha esdevingut una experiència especialment amena, ja que portava molt de temps interessat en dispositius d'aquest tipus i he pogut experimentar amb totes les possibilitats que ofereix, més enllà de l'entorn industrial. M'ha servit d'inspiració per a seguir desenvolupant projectes d'aquest tipus, i n'estic segur que continuarà sent una font d'innovació i creativitat per al meu futur laboral.

Annexes

2. Annexes

2.1. Guió del projecte final de l'Assignatura Automatització

PROYECTO FINAL.**AUTOMÁTIZACION DE UNA PLANTA ELECTRO-NEUMÁTICA****OBJETIVOS**

El objetivo de este proyecto es la automatización de la planta electro-neumática que disponemos en el laboratorio de Automatización con el lenguaje de programación S7-Graph, basado en el diseño de diagramas funcionales de secuencias.

1.- INTRODUCCIÓN: HISTORIA y EVOLUCIÓN

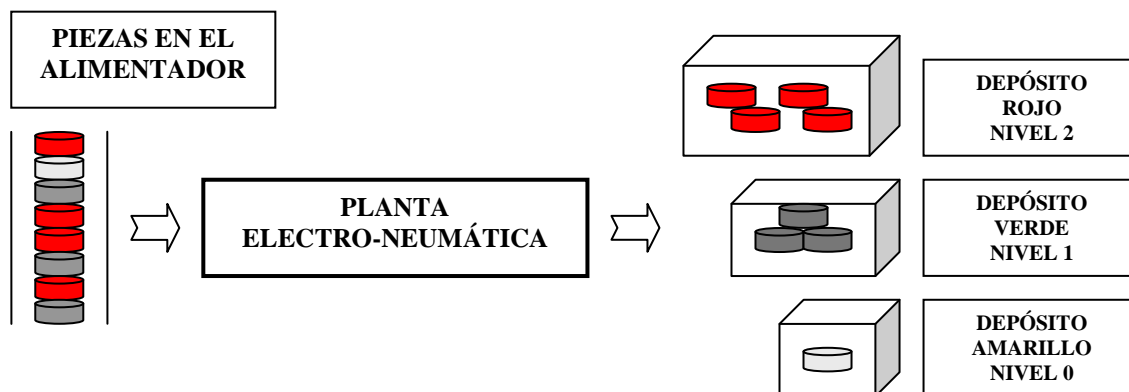
En la década de 1960, diversos investigadores comenzaron a buscar métodos de descripción del comportamiento de los sistemas secuenciales de control que hiciesen innecesarios los grafos de estados. Esto impulsó el interés por desarrollar métodos de representación gráfica de dicho comportamiento. La causa fue que en 1975 se creara la Asociación Francesa para la Cibernética y Técnica (AFCET). Como resultado de los trabajos de esta comisión en 1977 se definió el lenguaje gráfico denominado GRAFCET, que constituye un método gráfico adecuado para especificar el comportamiento de un sistema de control secuencial.

A partir del GRAFCET, la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) creó una norma que desarrolló el lenguaje SFC (Sequential Function Chart), que es una generalización de los grafos de estado. El objetivo principal es facilitar el diseño de los sistemas de control a partir de las especificaciones sin tener que obtener un grafo de estado.

Siemens basándose en el SFC, ha desarrollado el lenguaje S7-GRAPH que se analiza en los siguientes apartados.

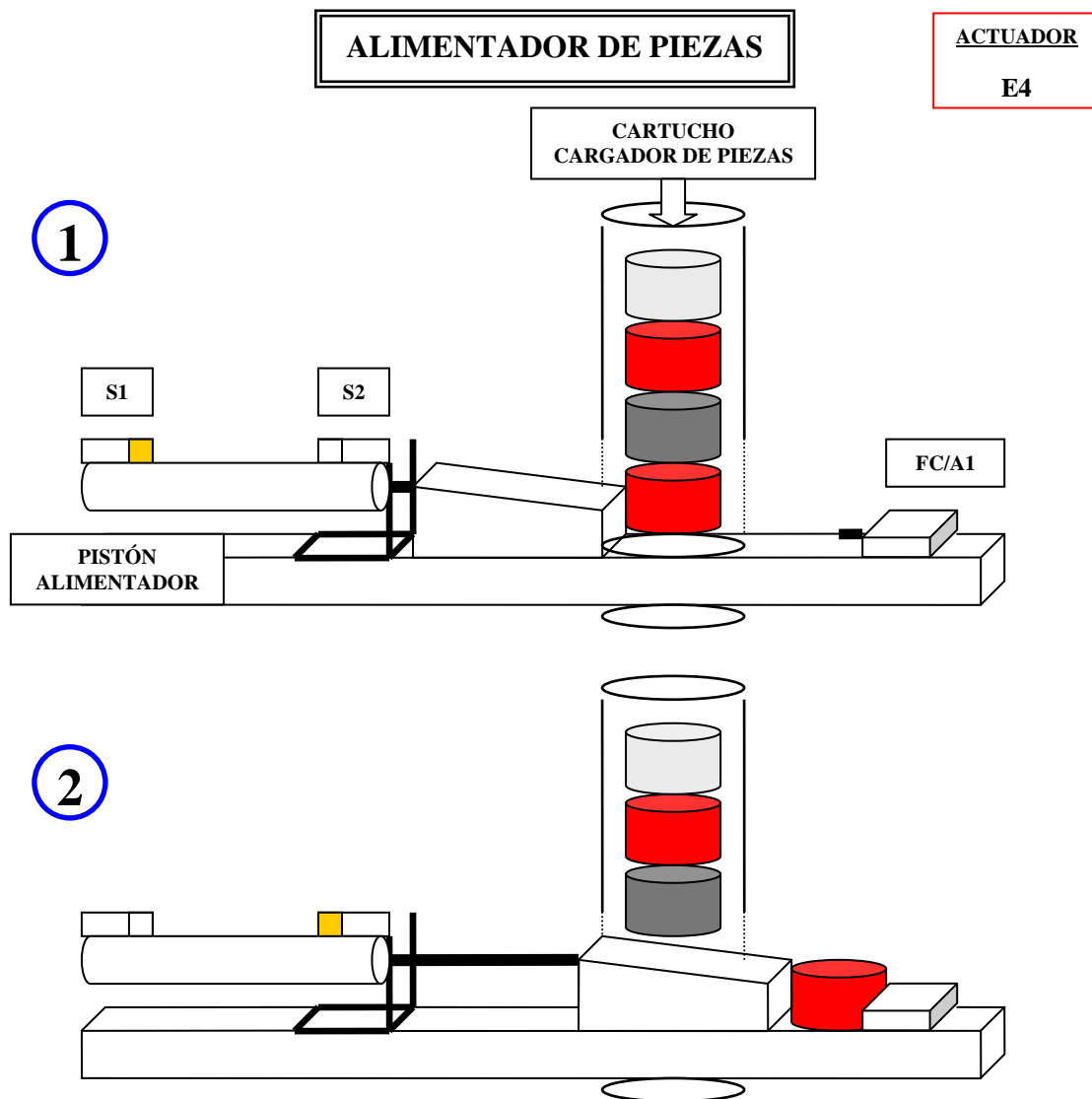
2.- DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA ELECTRO-NEUMÁTICA**2.1. Enunciado de la práctica**

El objetivo es automatizar la planta electro-neumática del laboratorio, para conseguir la siguiente clasificación:



Como se observa en el dibujo anterior, se tienen que clasificar las piezas del alimentador por sus características. Estas piezas inicialmente se cargan en el alimentador de forma desordenada. A partir de la automatización de la planta se debe conseguir que salgan clasificadas de forma que cada pieza se aloje en el depósito que le corresponda según el color de la pieza.

Veamos los pasos a seguir para automatizar la planta.

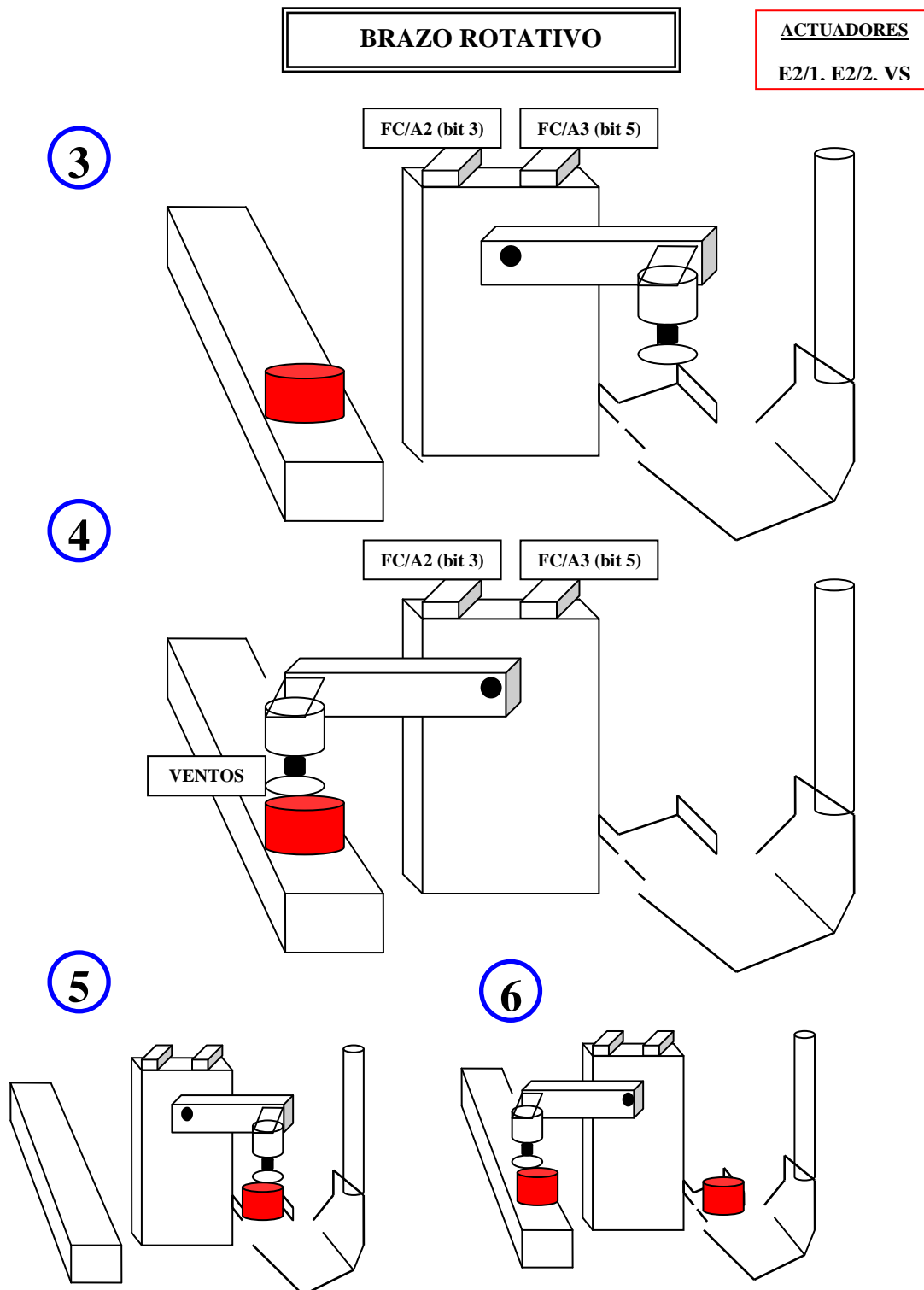


En los **pasos 1 y 2** observamos el **proceso de alimentación de piezas**. En cada ciclo de accionamiento del pistón, se preparará una pieza para ser aspirada y transportada desde el alimentador hasta la plataforma elevadora.

En el momento inicial **S1** estará activo y **S2** inactivo (sensores del pistón alimentador) la electroválvula **E4** accionará el pistón. Entonces el pistón empujará una pieza del cargador hasta llegar a su máxima expansión, momento en el que se invertirán las señales de los sensores (**S1** inactivo y **S2** activo) y momento en el que la pieza empujada accionará el final de carrera **FC/A1**. Sabremos entonces que la pieza está preparada para que el brazo (que inicialmente se encuentra en la plataforma elevadora) cambie de la posición de seguridad y se desplace para aspirar la pieza.

El cilindro neumático es de simple efecto, es decir que se expande por el aumento de presión del aire comprimido y retrocede por la acción de un muelle.

Como observaremos en el punto 6, Este pistón se deberá haber accionado en el paso 5, para que la pieza esté preparada para ser aspirada en el siguiente paso. De esta forma optimizamos el tiempo de clasificación de las piezas posteriores.

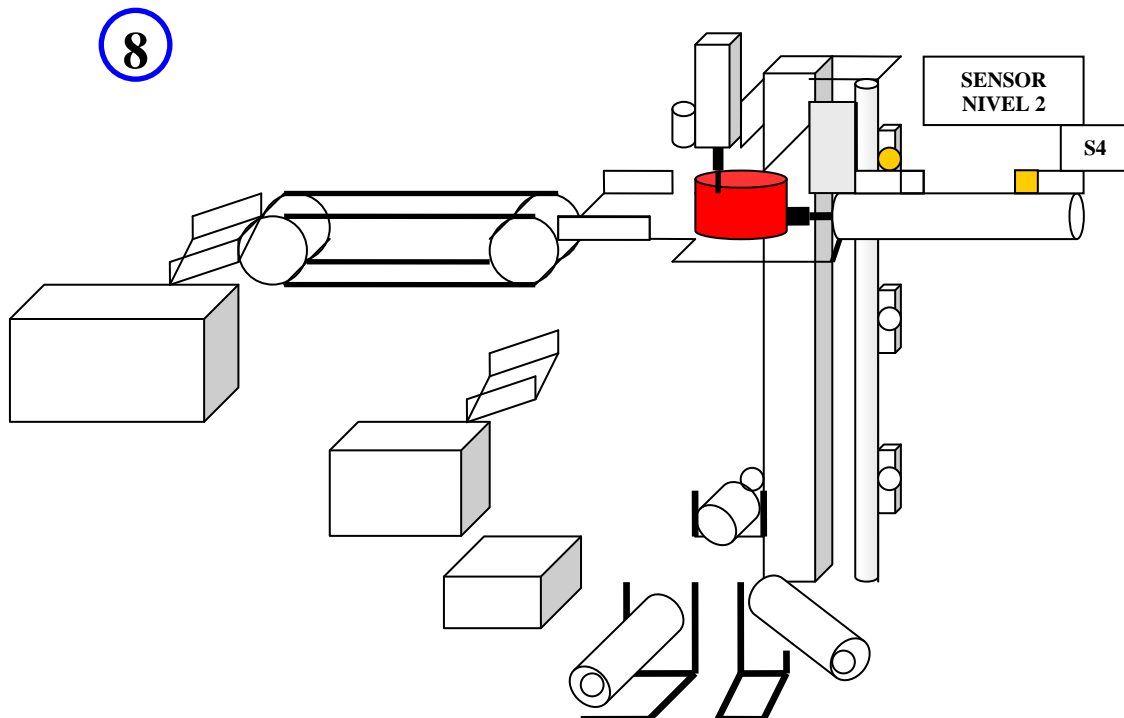
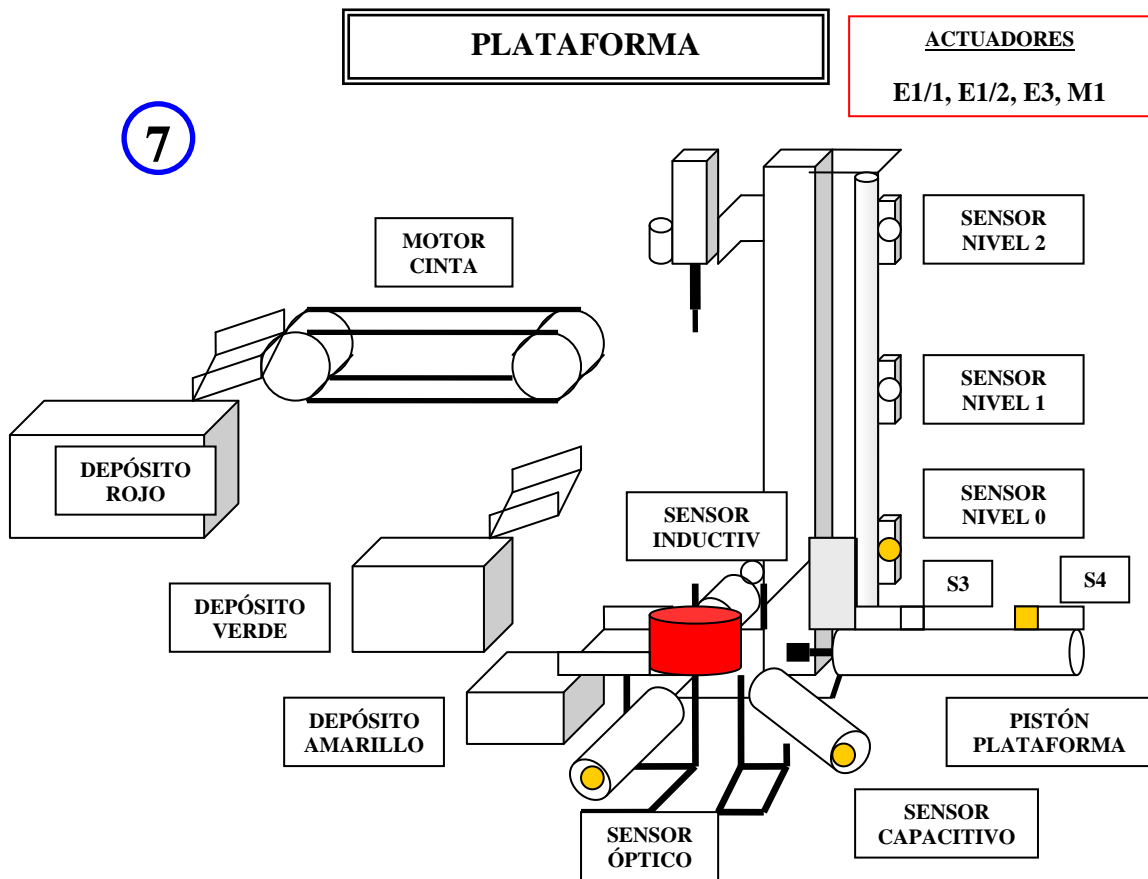


Los pasos 3, 4, 5 y 6 corresponden al transporte de las piezas desde el alimentador hasta la plataforma elevadora.

El módulo es un cilindro rotativo de doble efecto, que solidario a su eje, dispone de un brazo en cuyo extremo se fija una ventosa. Para detectar la situación del brazo móvil, en los extremos de su recorrido se dispone de dos finales de carrera **FC/A2** y **FC/A3**.

Para realizar la aspiración de la pieza, se genera un efecto Venturi (disminución de la presión de aire en un conducto) con la electroválvula **VS**. El sensor **S11**, será el que determinará si el efecto Venturi ha generado el vacío suficiente para que la pieza pueda quedar firmemente sujeta por la ventosa.

Al activar la electroválvula **E2/1**, se desplaza el brazo desde el alimentador hasta la plataforma. Al activar **E2/2** se consigue el desplazamiento contrario.

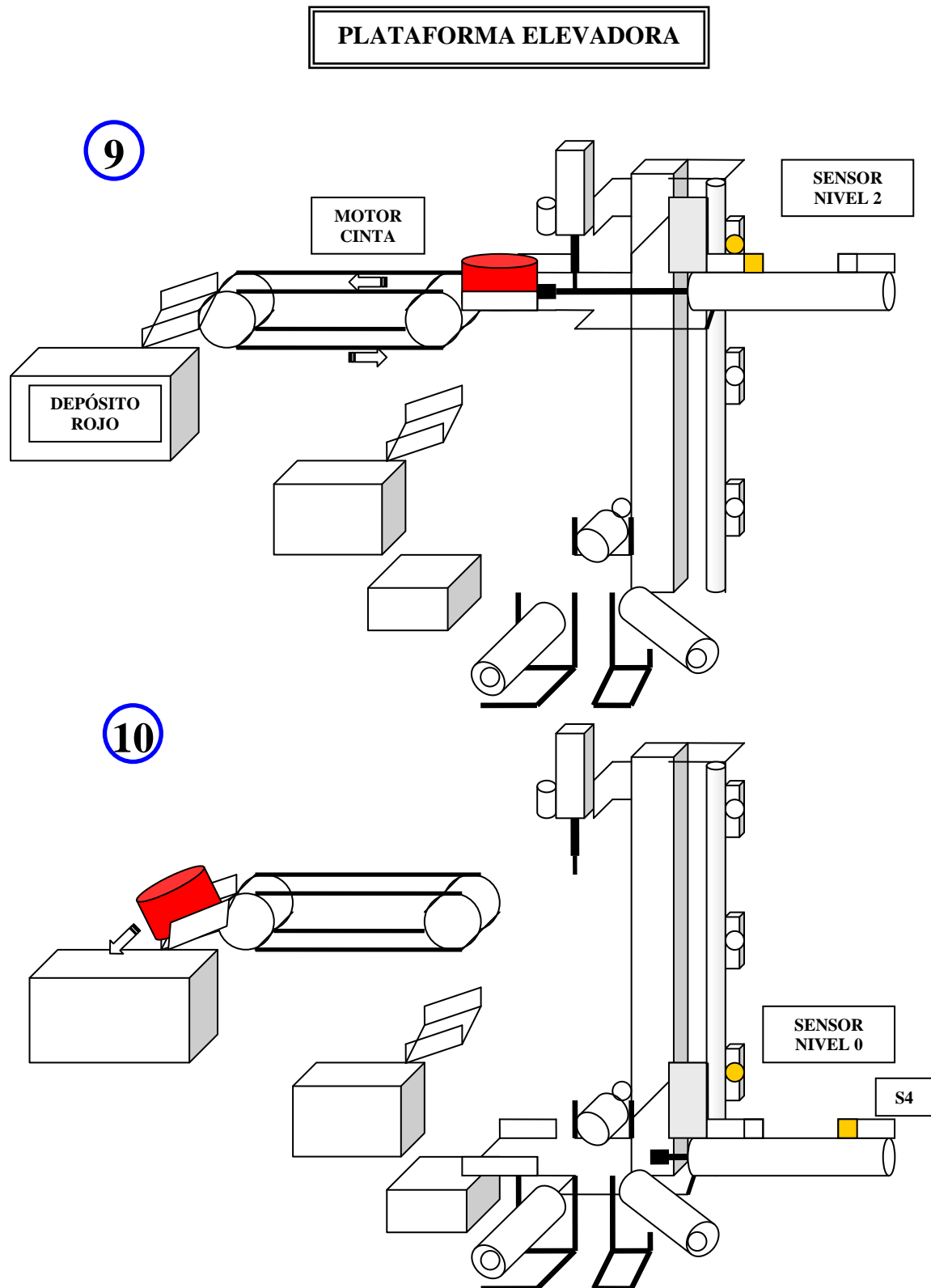


Inicialmente la plataforma debe encontrarse en el **nivel 0** (abajo), para evitar que el brazo al moverse se enganchen provocando serios problemas.

Una vez que el brazo rotativo haya dejado preparada una pieza en la plataforma, se procede a la identificación del tipo de pieza. Esta información se determina a partir de las señales de los sensores **S5, S6 y S7**.

Según la combinación que proporcionan los tres sensores, determinamos qué características tiene la pieza (es negra, es metálica ó es de color).

En el momento que determinamos que tipo de pieza es, ya podemos desplazar (o no) la plataforma hasta el nivel donde la queremos clasificar. Una vez en el nivel deseado, empujamos la pieza fuera de la plataforma para que caiga en el depósito correspondiente.

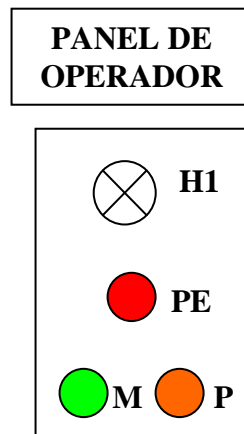


Estos niveles se determinan con los sensores **S8**, **S9** y **S10** que nos indicarán cuando la plataforma se encuentra en el nivel adecuado donde accionaremos el pistón (con la electroválvula E3) para expulsar la pieza fuera de la plataforma.

En el caso del nivel 2, la distancia entre el depósito rojo y la plataforma requiere de una cinta transportadora que accionaremos con **M1**. Es posible que se requiera una temporización de retardo para que las piezas clasificadas en el segundo nivel lleguen hasta el depósito.

La plataforma posteriormente se devuelve a su posición inicial, para que el brazo que ya dispone de una nueva pieza preparada para ser aspirada repita el ciclo de aspiración y transporte.

Se empleará un panel con un pulsador de marcha **M**, un pulsador de paro **P** y un pulsador de emergencia **PE**. También se utilizará una lámpara **H1** para indicar que la plataforma está en proceso de clasificación. Tal como se muestra en la figura siguiente.



Al pulsar **M** el conjunto de células deben empezar el ciclo normal de alimentación y clasificación. Si hay alguna pieza en la plataforma elevadora, se vaciará manualmente.

Hay que coordinar las diferentes células para que no se produzcan colisiones entre las diferentes partes de la planta. Si se controlan los sensores adecuadamente se puede realizar una correcta coordinación.

Al pulsar **P**, la planta se parará dejando vacía de piezas la plataforma elevadora. Los sensores de la plataforma **S5**, **S6** y **S7** determinan que ya no queda ninguna pieza para clasificar.

Al pulsar **PE**, la planta debe pararse en la situación que se encuentre. Al pulsar de nuevo **M**, el sistema deberá poder controlar la planta en cualquier posición en que hubiera quedado.

La entrada de aire comprimido a toda la planta está controlada por la válvula manual.

Hay que tener en cuenta que la activación de un cilindro lineal o rotativo hasta el extremo final de la carrera no produce ningún desperfecto en el mismo, dado que están diseñados para resistir la presión del cilindro.

Realizar el circuito de maniobra y el programa de control. Se debe realizar de manera modular, es decir, que se programen en distintas cadenas las tres partes en que supuestamente dividiremos la planta. La unión entre las tres cadenas programadas (alimentador, plataforma elevadora y brazo rotativo) deberá coordinar el estado conjunto de las tres células para llegar a clasificar correctamente las piezas.

2.2. Identificación de los elementos de la planta

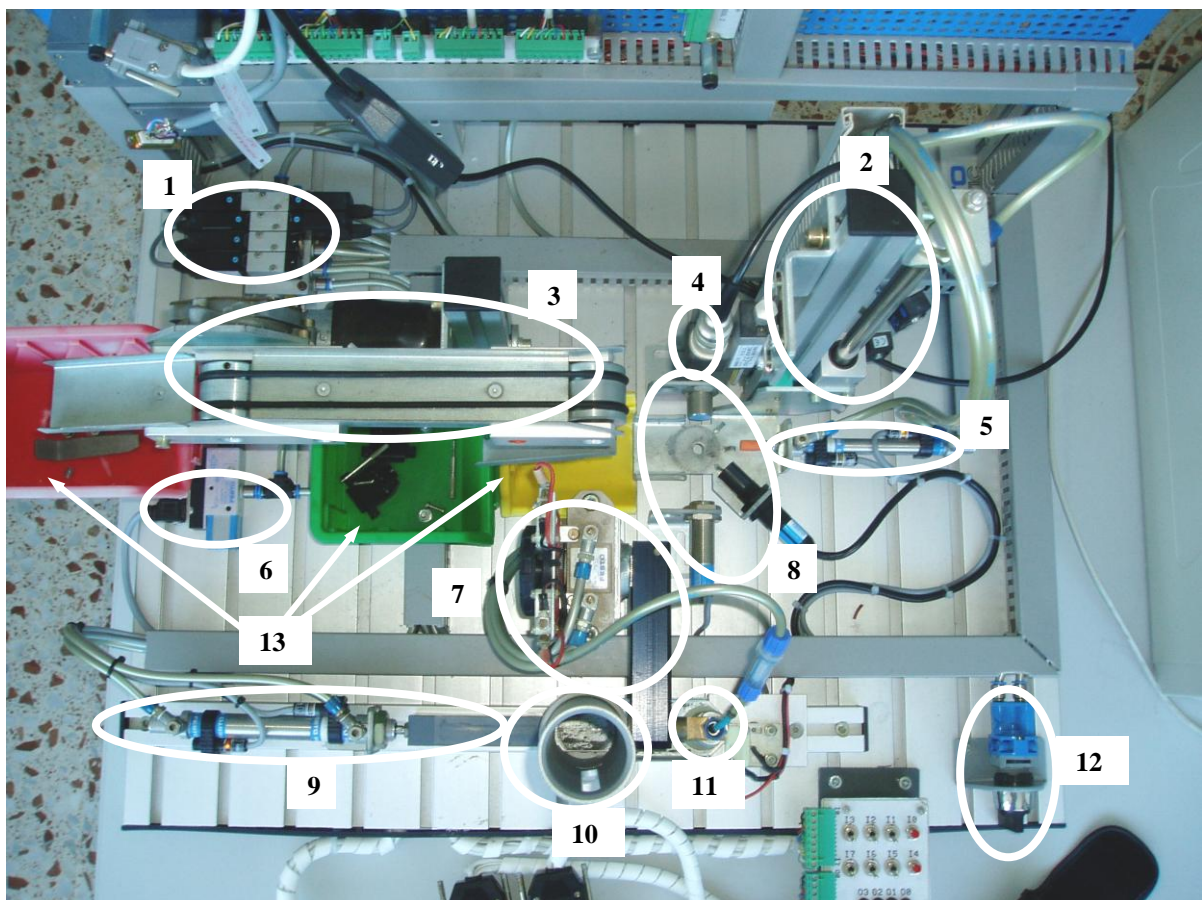
La planta de la que disponemos en el laboratorio está formada por elementos de tipo eléctrico y neumático. Estos elementos son sensores, actuadores, electro-válvulas, pistones, un motor eléctrico, un motor rotativo, etc, pero podemos agruparlos para simplificar su estructura.

Por ejemplo, a grandes rasgos podemos hacer tres agrupaciones de elementos. El primer grupo sería el “alimentador de piezas”, el segundo la plataforma elevadora, y el tercero el brazo rotativo que haría de unión entre los dos anteriores. De esta forma se podrían fabricar tres cadenas de Grafset distintas y relacionarlas entre ellas.

Otra forma de agrupar los elementos más específica sería dividir la planta en cinco partes, el pistón del alimentador, el brazo rotativo para aspirar y transportar las piezas desde el alimentador hasta la plataforma, el grupo de tres sensores encargado de la clasificación de las piezas, la plataforma elevadora, el motor de la cinta transportadora y el pistón de impulso de las piezas de la plataforma. De esta forma, la programación resulta más compleja que en el caso anterior.

Hay que destacar también los elementos que se utilizan para el control de la planta. Estos son: finales de carrera, sensores que determinan la posición de la plataforma elevadora, electro-válvulas para controlar los elementos, una válvula de aspiración, los depósitos de piezas clasificadas, y un sensor analógico para determinar la altura de las piezas.

Todos ellos, en conjunto, componen la planta electro-neumática:



En la tabla que se muestra a continuación, se describen a grandes rasgos los elementos numerados en la foto anterior. Estos elementos son los que componen la planta electro-neumática a controlar.

Colgadas detrás de la planta hay dos hojas que identifican todos los elementos que la componen.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	Grupo de electro-válvulas de control
2	Estructura de la plataforma elevadora
3	Motor y cinta transportadora
4	Sensor analógico de medición de altura de piezas
5	Pistón de expulsión de piezas de la plataforma
6	Electro-válvula de vacío para poder aspirar las piezas
7	Motor y brazo rotativo para transportar las piezas
8	Grupo de sensores para la determinación de las características de la pieza
9	Pistón de empuje de las piezas cargadas en el cilindro alimentador de piezas
10	Cartucho alimentador de piezas
11	Ventosa para la aspiración de las piezas
12	Válvula de apertura manual de entrada/cierre del aire a presión
13	Depósitos de almacenaje de piezas. En cada depósito un tipo de piezas distinto.

Los elementos que componen estos grupos son:

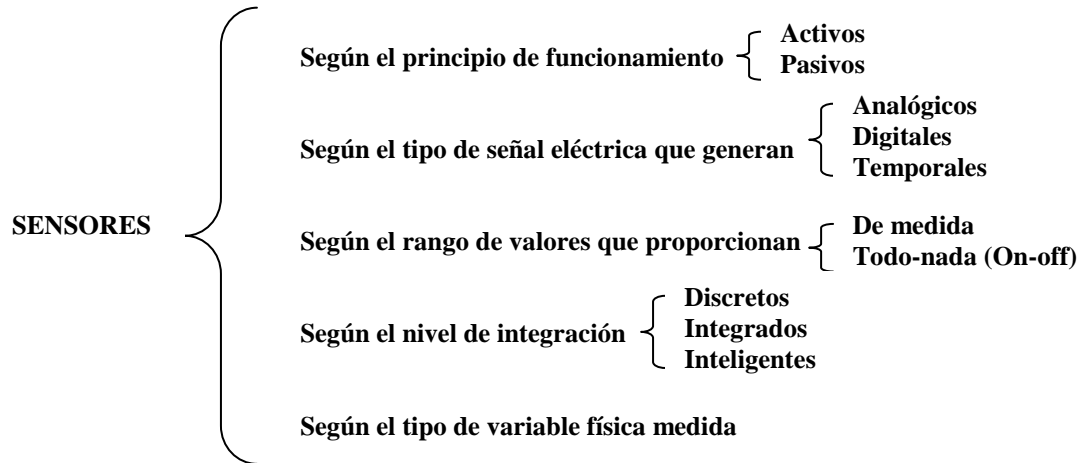
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
EV1/1	Electro válvula. Hace subir la plataforma elevadora
EV1/2	Electro válvula. Hace bajar la plataforma elevadora.
EV2/1	Electro válvula. Dirige el brazo rotativo hacia el alimentador de piezas.
EV2/2	Electro válvula. Dirige el brazo rotativo hacia plataforma elevadora.
EV3	Electro válvula. Acciona el pistón de la plataforma elevadora.
EV4	Electro válvula. Acciona el pistón del alimentador de piezas.
VS	Válvula de vacío de la ventosa colocada en el brazo rotativo.
S1	Sensor de Proximidad. Si está activo, el pistón del alimentador está comprimido.
S2	Sensor de Proximidad. Si está activo, el pistón del alimentador está expandido
S3	Sensor de Proximidad. Si está activo, el pistón de la plataforma está comprimido.
S4	Sensor de Proximidad. Si está activo, el pistón de la plataforma está expandido.
S5	Sensor Óptico. Detecta los colores por reflexión de la luz.
S6	Sensor Inductivo. Detecta los materiales conductores por campo magnético.
S7	Sensor Capacitivo. Detecta todo tipo de piezas sea cual sea su constitución.
S8	Sensor de Proximidad. La plataforma elevadora está en el nivel 0 (inicial, menos elevado).
S9	Sensor de Proximidad. La plataforma elevadora está en el nivel 1 (intermedio).
S10	Sensor de Proximidad. La plataforma elevadora está en el nivel 2 (más elevado).
S11	Sensor de vacío suficiente en la ventosa del brazo rotativo.
S12	Sensor Piezoeléctrico. Proporciona un valor de tensión en función de la altura de las piezas, mediante el sensor analógico del que dispone.
FC/A1	Final de carrera, actuador. Detecta la presencia o no de piezas disponibles para ser aspiradas.
FC/A2	Final de carrera, actuador. Detecta la posición del brazo rotativo hacia el alimentador de piezas.
FC/A3	Final de carrera, actuador. Detecta la posición del brazo rotativo hacia la plataforma elevadora.

ACTUADORES	DESCRIPCIÓN
A1	Actuador lineal de doble efecto. Pistón alimentador comprimido/expandido.
A2	Actuador rotativo de doble efecto. Brazo al cargador/plataforma.
A3	Actuador lineal de doble efecto. Pistón plataforma comprimido/expandido.
A4	Actuador lineal de doble efecto. Plataforma elevadora subiendo/bajando
A5	Motor de cinta transportadora
V1	Válvula manual de entrada de aire
C1	Cartucho cargador de piezas

2.3. Sensores y actuadores de la planta

Una vez listados todos los elementos de la planta, vemos que se dispone de tres tipos de elementos que son con los que podemos interactuar en la planta. Estos son sensores, actuadores y finales de carrera.

Los sensores se clasifican según el siguiente esquema:



Deducimos entonces del esquema que los sensores de los que dispone la planta electro-neumática son resistivos, capacitivos y inductivos que generan señales digitales (“1” y “0”).

Vamos a identificar el juego de señales que nos proporciona el conjunto de sensores de la planta.

Recordemos que el **sensor óptico** funciona por reflexión de la luz, por lo tanto el color negro que absorbe toda la luz no refleja la señal del sensor y no lo activa (“0”). El **sensor inductivo**, funciona por campo magnético, por lo tanto toda pieza no metálica no se identifica (“0”). El **sensor capacitivo**, detecta todo tipo de piezas y materiales. El **sensor analógico**, determina la altura de las piezas con un potenciómetro (resistencia variable).

Con esta información podemos generar una tabla de señales que nos servirá para clasificar las piezas. Con las 3 señales digitales hay $2^3 = 8$ combinaciones posibles, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

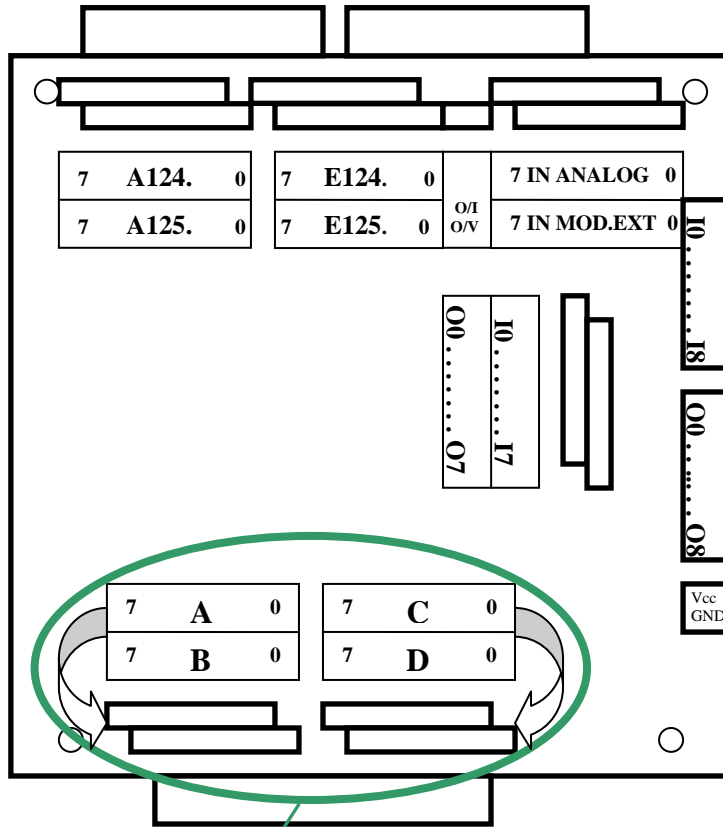
CAPAC.	INDUC.	ÓPTICO	PIEZA CLASIFICADA
0	0	0	NO HAY PIEZA o ESTÁ MAL COLOCADA
0	0	1	NO HAY PIEZA o ESTÁ MAL COLOCADA
0	1	0	NO HAY PIEZA o ESTÁ MAL COLOCADA
0	1	1	NO HAY PIEZA o ESTÁ MAL COLOCADA
1	0	0	PIEZA NEGRA
1	0	1	PIEZA ROJA
1	1	0	COMBINACIÓN INCORRECTA
1	1	1	PIEZA METÁLICA

A parte de esta clasificación digital, con el sensor analógico, podemos definir la altura de las piezas. Disponemos de piezas de tres alturas, por lo que podemos clasificarlas de múltiples formas pero teniendo en cuenta que sólo disponemos de tres depósitos para alojarlas en la planta, y que la capacidad de los mismos varía en relación al nivel en el que se encuentra.

Disponemos de actuadores de simple efecto y de doble efecto. Los actuadores de simple efecto como los pistones del alimentador y de la plataforma, se expanden a partir de la entrada de aire a presión regulada por la electroválvula correspondiente.

Los actuadores de doble efecto como la plataforma elevadora y el brazo rotativo, funcionan por la determinada aplicación de presión en las electroválvulas colocadas en sus extremos. Como son electroválvulas que funcionan por pares, estas actúan una al contrario de la otra. Cuando la primera aplica presión, la segunda la suelta y viceversa.

2.4. Identificación de las señales digitales de la planta en la placa de conexiones



ASIGNACIÓN DE SEÑALES y CONEXIONADO	
ACTUADOR	@ ABSOLUTA
M	E 124.0
P	E 124.1
PE	E 124.4
FC/A1	E 125.0
FC/A2	E 125.1
FC/A3	E 125.3
S1	E 124.2
S2	E 125.2
S3	
S4	E 124.3
S5	E 125.5
S6	E 125.6
S7	E 125.7
S8	E 124.5
S9	E 124.6
S10	E 124.7
S11	E 125.4
E 1/1	A 125.7
E 1/2	A 125.6
E 2/1	A 125.5
E 2/2	A 125.4
E4	A 125.3
E3	A 125.2
VS	A 125.1
M1	A 125.0
H1	A 124.1

IDENTIFICACIÓN DE LAS SEÑALES DIGITALES DE LA PLANTA:

		POSICIÓN DE BIT							
		7	6	5	4	3	2	1	0
BYTE	A	E1/1	E1/2	E2/1	E2/2	E3	E4	VS	M1
	B	S9	S10	S11	S12	----	----	----	----
	C	FC/A1 pulsado=1, no pulsado=0	FC/A1 no pulsado=1 pulsado=0	FC/A2 ALIMENT.=0 PLATAF.=1	FC/A2 ALIMENT.=1 PLATAF.=0	FC/A3 ALIMENT.=1 PLATAF.=0	----	----	----
	D	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8

NOTA: en los bits 7 y 6 se proporciona la señal del final de carrera que detecta si hay piezas preparadas para ser aspiradas. Según nos interese, podemos escoger la señal activa “1” al ser pulsado el final de carrera o en reposo.

En los bits 4, 5 y 6 del grupo C hay que remarcar que la primera condición que se expresa (brazo rotativo en la posición ALIMENTADOR) sólo proporciona la señal determinada en la posición extrema. Esto quiere decir que durante el recorrido (brazo rotativo en la posición PLATAFORMA) la segunda condición mostrada en la tabla es la que proporcionan estos finales de carrera.

2.5. Agrupación de las señales digitales de la planta

Como se ha mencionado en el apartado 2.2, hay que agrupar los elementos en tres bloques, detallar el funcionamiento de cada elemento del bloque y determinar la funcionalidad global del grupo.

Hay que recordar que queremos programar los bloques por separado, y una vez comprobado su funcionamiento unirlos. Si se implementan los bloques en diferentes funciones, posteriormente se deben llamar desde el OB1 de forma correcta para que el brazo rotativo que funciona de elemento de unión entre ambos, realice dicha unión correctamente. Veamos la agrupación de elementos:

GRUPO	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
ALIMENTADOR DE PIEZAS (1)	E4	Electro válvula que hace expandir el pistón
	S1	Sensor que indica que el pistón está comprimido al máximo (reposo)
	S2	Sensor que indica que el pistón está expandido al máximo
	FC/A1 (Byte C bits 7 y 6)	Final de carrera 1. "1" pulsado, "0" no pulsado, indica la presencia de piezas disponibles para ser aspiradas (sí/no)
BRAZO ROTATIVO (2)	E2/1	Electro válvula que hace desplazar el brazo hacia la plataforma elevadora
	E2/2	Electro válvula que hace desplazar el brazo hacia el alimentador de piezas
	VS	Electro válvula que hace el vacío en la ventosa instalada en el extremo del brazo
	S11	Sensor que indica que la ventosa ha hecho el vacío aspirando la pieza y podemos moverla
	FC/A2 (bit 5)	Final de carrera 2, indica que el brazo rotativo se encuentra en movimiento o en la plataforma elevadora
	FC/A2 (bit 4)	Final de carrera 2, indica que el brazo rotativo se encuentra en la posición máxima en el alimentador (brazo quieto)
	FC/A3 (bit 3)	Final de carrera 3, indica que el brazo rotativo se encuentra en la posición máxima en la plataforma (brazo quieto). Es equivalente al bit 4.
PLATAFORMA ELEVADORA (3)	E1/1	Electro válvula que hace subir la plataforma
	E1/2	Electro válvula que hace bajar la plataforma
	E3	Electro válvula que hace expandir el pistón
	S3	Sensor que indica que el pistón está expandido al máximo
	S4	Sensor que indica que el pistón está comprimido al máximo (reposo)
	S5	Sensor óptico, que detecta las piezas de colores que reflejan la luz
	S6	Sensor inductivo que detecta las piezas metálicas
	S7	Sensor capacitivo, que detecta todas las piezas
	S8	Sensor que indica que la plataforma está en el nivel 0 (inicial, nivel inferior)
	S9	Sensor que indica que la plataforma está en el nivel 1 (nivel intermedio)
	S10	Sensor que indica que la plataforma está en el nivel 2 (nivel de la cinta transportadora)
	S12	Sensor analógico, que determina la altura de las piezas

Ahora que ya se han definido y descrito los elementos que forman cada uno de los bloques, hay que definir la funcionalidad global que se pretende conseguir con cada uno de estos grupos.

1) EL ALIMENTADOR DE PIEZAS. Al ser iniciado el ciclo de clasificación de piezas, se deben empujar las piezas colocadas en el cartucho cargador mediante el pistón del alimentador. Por seguridad, el pistón deberá estar en su posición natural de reposo (comprimido debido a la fuerza del muelle del que dispone), y el brazo rotativo en el extremo (ya que no se pueden conseguir posiciones intermedias) de la plataforma elevadora, teniendo muy en cuenta que ésta esté en el nivel 0, es decir la posición menos elevada.

Al estar el pistón expandido al máximo, el final de carrera FC1 se verá pulsado por la pieza empujada (si es que se empuja alguna pieza). Será entonces cuando sabremos que tenemos lista la pieza para ser aspirada.



2) EL BRAZO ROTATIVO. Siempre al iniciar la secuencia de clasificación de piezas, se debe comprobar el estado inicial (reposo) del conjunto de elementos, y tener en cuenta factores que puedan haber dejado alterado este estado inicial. En caso que sea correcto se puede proceder a la clasificación de las piezas, por el contrario, en casos incorrectos se debe “iniciar” el sistema de la forma predefinida del sistema. Estas son especificaciones muy importantes que hay que respetar para evitar posibles situaciones desagradables.

Este brazo rotativo, al servir de unión entre los bloques anteriores, viene condicionado por muchos factores y debe actuar siempre que las condiciones para hacerlo sean las correctas.

Las electro-válvulas que controlan su movimiento son idénticas a las que controlan la plataforma elevadora. En el caso del brazo rotativo, habrá que controlar los dos finales de carrera que están instalados en su estructura y que sirven para determinar en qué posición se encuentra en todo instante.

Como se ha mencionado anteriormente, este brazo monta una ventosa en su extremo. Esta ventosa es la encargada de generar un “efecto Venturi” que hace el vacío con la pieza, para mantenerla sujeta y poder desplazarla desde el alimentador hasta la plataforma elevadora.

Hay un sensor (S11) que determina cuando el vacío creado es suficiente para asegurar que la pieza se encuentra bien “sujeta” a la ventosa.

Una vez que el brazo rotativo se encuentre en la posición del alimentador, activaremos la válvula de vacío, aspiraremos la pieza y la transportaremos hacia la plataforma elevadora. La clasificaremos, y volveremos a buscar otra pieza.



Esto implica que hay que disponer de otra pieza en el momento que se haya terminado la clasificación de la pieza actual. De esta forma se optimiza el tiempo total de clasificación de las piezas.

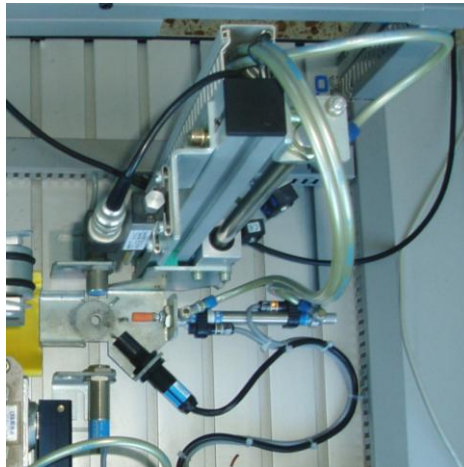
3) LA PLATAFORMA ELEVADORA. Su posición inicial se encuentra en el nivel 0, que es el menos elevado, en el extremo inferior de su recorrido. Una vez el brazo habrá depositado la pieza en la plataforma, se debe identificar su naturaleza. Esto se consigue con las tres señales que nos proporcionan los sensores de la plataforma, óptico, inductivo y capacitivo. Estas tres señales serán las que determinen las características de la pieza actual a clasificar y las que marquen la evolución del Grafset. Cada pieza se asociará con una parte del programa encargada de realizar las acciones necesarias para clasificar dicha pieza.

Como disponemos de tres niveles y tres tipos de piezas (metálicas, negras y rojas) cada tipo debe asociarse con el nivel que se le asigne. Hay que tener en cuenta la capacidad del depósito con la cantidad de piezas a depositar en él.

El funcionamiento de la plataforma se inicia como hemos dicho con la “decodificación” del tipo de pieza (en el nivel 1, mínimo), y posteriormente se procede a la elevación o no de la plataforma. Los sensores de proximidad colocados en el recorrido de la plataforma, son los que determinan el nivel en el que se encuentra la plataforma. Con el control del par de electro válvulas de la plataforma, se consigue el control sobre su ascenso y su descenso.

Una vez tengamos la plataforma en el nivel deseado (0, 1 ó 2), habrá que detener la plataforma y empujar la pieza con el pistón del que dispone. Su funcionamiento es igual al descrito para el alimentador de piezas.

Ya expulsada la pieza de la plataforma (clasificada) se debe devolver la plataforma a su nivel 0 inicial. Todo debe de estar coordinado con el brazo rotativo para evitar funcionamientos dañinos o incorrectos.



3.- PROGRAMACIÓN. CONCEPTOS BÁSICOS DEL LENGUAJE S7-GRAPH

Como hemos dicho, S7-GRAPH es una evolución del lenguaje gráfico GRAFCET, que permite de forma más rápida y sencilla programar una secuencia de eventos que realicen el control sobre el elemento o elementos a programar.

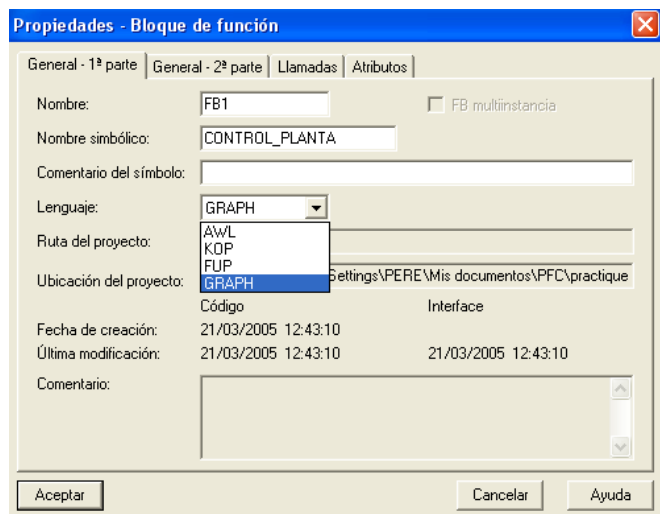
Este lenguaje sólo se puede asociar a módulos de funciones FB, y para que este bloque de funciones se pueda programar se le debe asociar un bloque de datos.

Ejemplo: si no tenemos creado ningún bloque de funciones FB ni de datos DB, cuando creamos el primer FB, por defecto recibirá el nombre FB1 y al crear el bloque de datos, recibirá el nombre DB1, y lo asociaremos al FB1.

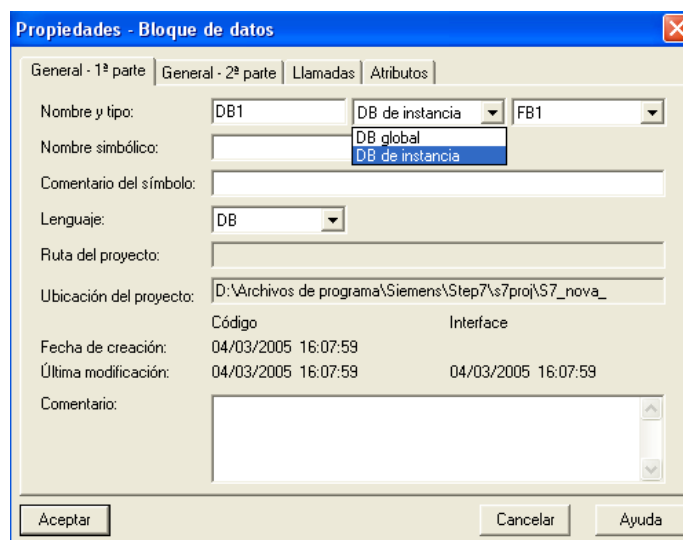
Para crear el bloque de funciones debemos abrir el Administrador SIMATIC y abrir el proyecto predefinido INICI.

En la ventana derecha del administrador, clicar con el botón derecho e **Insertar nuevo objeto** →

Bloque de función. O bien desde el menú **Insertar** → **Bloque S7** → **2.Bloque de función**, como se muestra en la siguiente figura:



En la ventana derecha del administrador, clicar con el botón derecho e **Insertar nuevo objeto** → **Bloque de datos.** O bien desde el menú **Insertar** → **Bloque S7** → **4.Bloque de datos.**, y asociamos la tabla de datos al FB1 como DB de instancia.



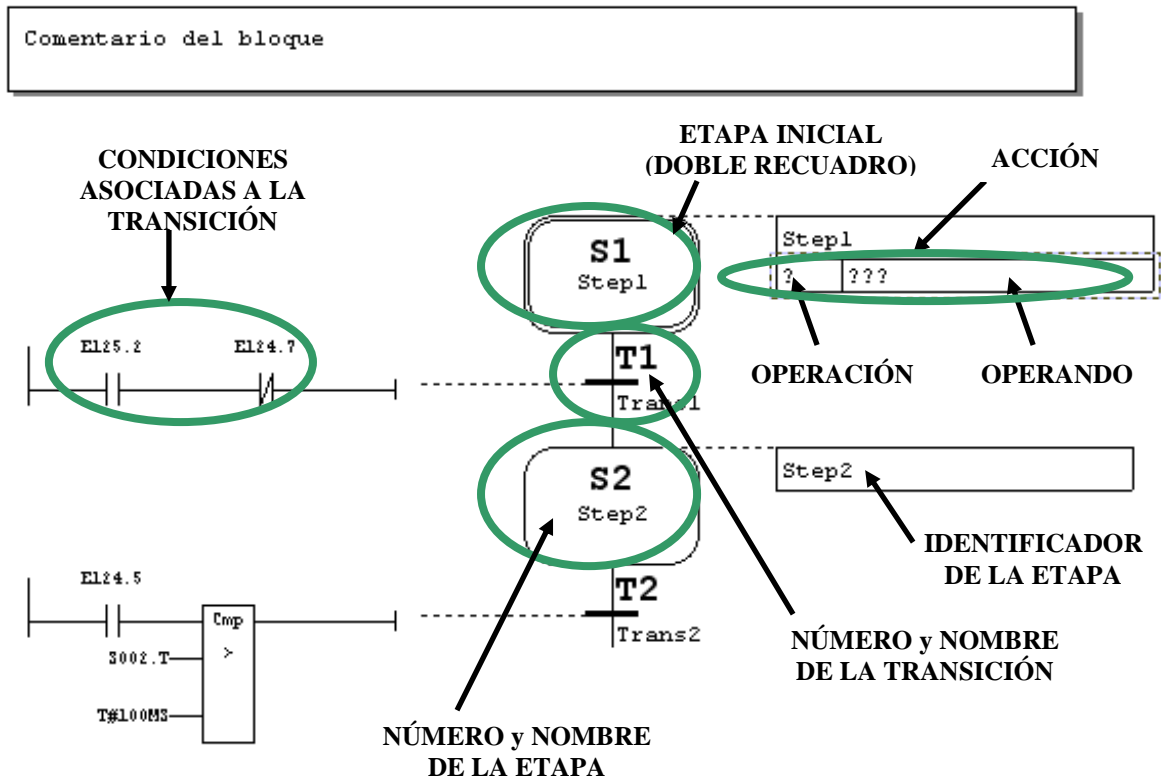
Al crear y guardar este módulo de funciones FB1 con este lenguaje se generan automáticamente: los bloques de sistema FC72 y SFC64 que no son programables y están bloqueados.

Hay que recordar que se puede crear más de un bloque de funciones y se pueden llamar entre ellos para asociarse. Recordemos que el punto de partida siempre será un bloque cíclico de operaciones como el OB1.

Los conceptos básicos que utiliza este lenguaje son:

- Las **ETAPAS** asociadas con acciones.
- Las **TRANSICIONES** asociadas con combinaciones lógicas cuyo resultado influye en
- La **EVOLUCIÓN** del programa.

Veamos un ejemplo:



1) Las ETAPAS reflejan una situación en la cual el comportamiento de todo o una parte del sistema secuencial de control permanece invariable. Las etapas están asociadas con acciones que equivalen a la activación o desactivación de determinadas variables lógicas. Las activaciones pueden estar condicionadas por otras variables lógicas o temporales, o depender de la situación de otras etapas.

Al arrancar el sistema se activan determinadas etapas denominadas etapas iniciales. Las etapas se representan mediante un cuadro en cuyo interior se indica el número que las identifica. Las etapas iniciales se representan con un doble recuadro. Al crear una etapa, automáticamente se le asigna la letra **S (Step)** y el número que la identificará. Éste número será el inmediatamente superior a la última etapa creada. Este valor se puede cambiar siempre que el valor no se esté utilizando.

A las etapas se les asocian acciones. Cuando la etapa está activa y la transición que la enlaza con la siguiente no se cumple, se realiza de forma continua la acción que ésta tiene asociadas.

Las acciones pueden ser estándar o condicionales.

Las **acciones estándar** de S7-Graph se ejecutan mientras la etapa está activa, cada vez que se procesa la cadena secuencial, y pueden ser de diferentes tipos. Veamos la tabla resumen de las acciones estándar de S7-Graph:

OPERACIÓN	OPERANDO	DESCRIPCIÓN
N	A, E, M, D	Sin memorizar (registrar): mientras la etapa está activa, la señal del operando es 1.
S	A, E, M, D	Activar (SET): el operando se pone a "1" al activarse la etapa y permanece en dicho estado al desactivarse la misma (con memoria)
R	A, E, M, D	Desactivar (RESET): el operando se pone a "0" al activarse la etapa y permanecer en dicho estado al desactivarse la misma (con memoria)
D	A, E, M, D T#<n>	Retardo a la conexión (DELAY): el operando se pone a "1" n segundos después de la activación de la etapa y permanece en ese estado mientras la etapa está activada. El operando no se activa si la etapa está activa menor de n segundos.
L	A, E, M, D T#<n>	Impulso limitado (LIMITED): el operando se pone a "1" al activarse la etapa y permanece en dicho estado durante n segundos o el tiempo que la etapa esté activa si éste es menor de n segundos.
CALL	FBx, FCx	Llamada a bloque: cuando está activa la etapa, se llama al bloque indicado.

Aunque la utilización de las acciones de tipo S y R no presenta ningún problema teórico, en la práctica tienen el inconveniente de que las acciones que se están realizando en un momento dado no dependen únicamente de las etapas que están activas en ese instante, sino de otras etapas anteriores en las cuales se ejecutó alguna acción de tipo S o R, lo cual dificulta la tarea del diseñador. Por lo tanto, realizar programas con acciones de SET y RESET, puede resultar complicado si no se tiene absoluto control sobre las señales.

Las **acciones condicionadas** (acciones con interlock) son aquellas que dependen de un conjunto de variables combinadas mediante una ecuación lógica que recibe la denominación de condición de enclavamiento (Interlock). Si en una etapa se programa una condición de enclavamiento, el editor S7-Graph coloca la letra C a la izquierda de la etapa.

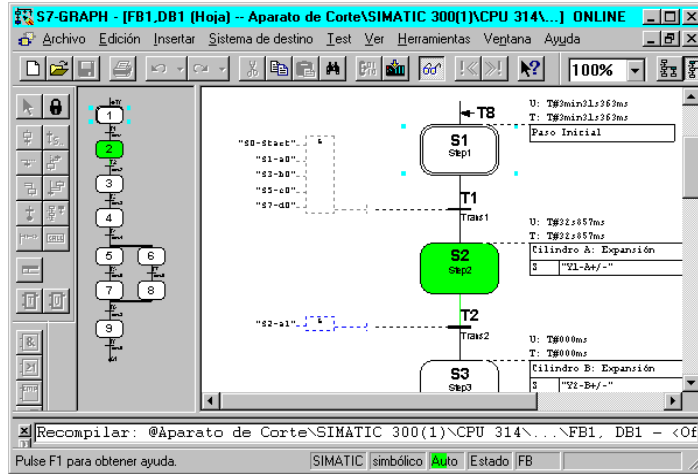
Las acciones de una etapa que contienen el código de instrucción **C (acciones con interlock)** son las que dependen de la condición de enclavamiento, y se ejecutan si dicha condición es "1". Si por el contrario no se cumple la condición de enclavamiento, las acciones que dependen de ella no se ejecutan.

2) Las TRANSICIONES indican las posibilidades de evolución entre etapas. Están asociadas a expresiones lógicas que constituyen la capacidad de transición o receptividad. Las capacidades de transición son operaciones entre variables lógicas especificadas mediante su nivel o cambio de nivel. Constituyen una función lógica expresada en lenguaje KOP (diagrama de contactos) o FUP (lenguaje lógico).

Las transiciones se representan mediante segmentos a los que se asocia la capacidad de transición correspondiente, que constituye la condición de disparo de la transición. A cada transición se le asigna la letra **T (Transition)** seguida de un número decimal que la identifica, y tiene asociado un nombre que indica su funcionalidad.

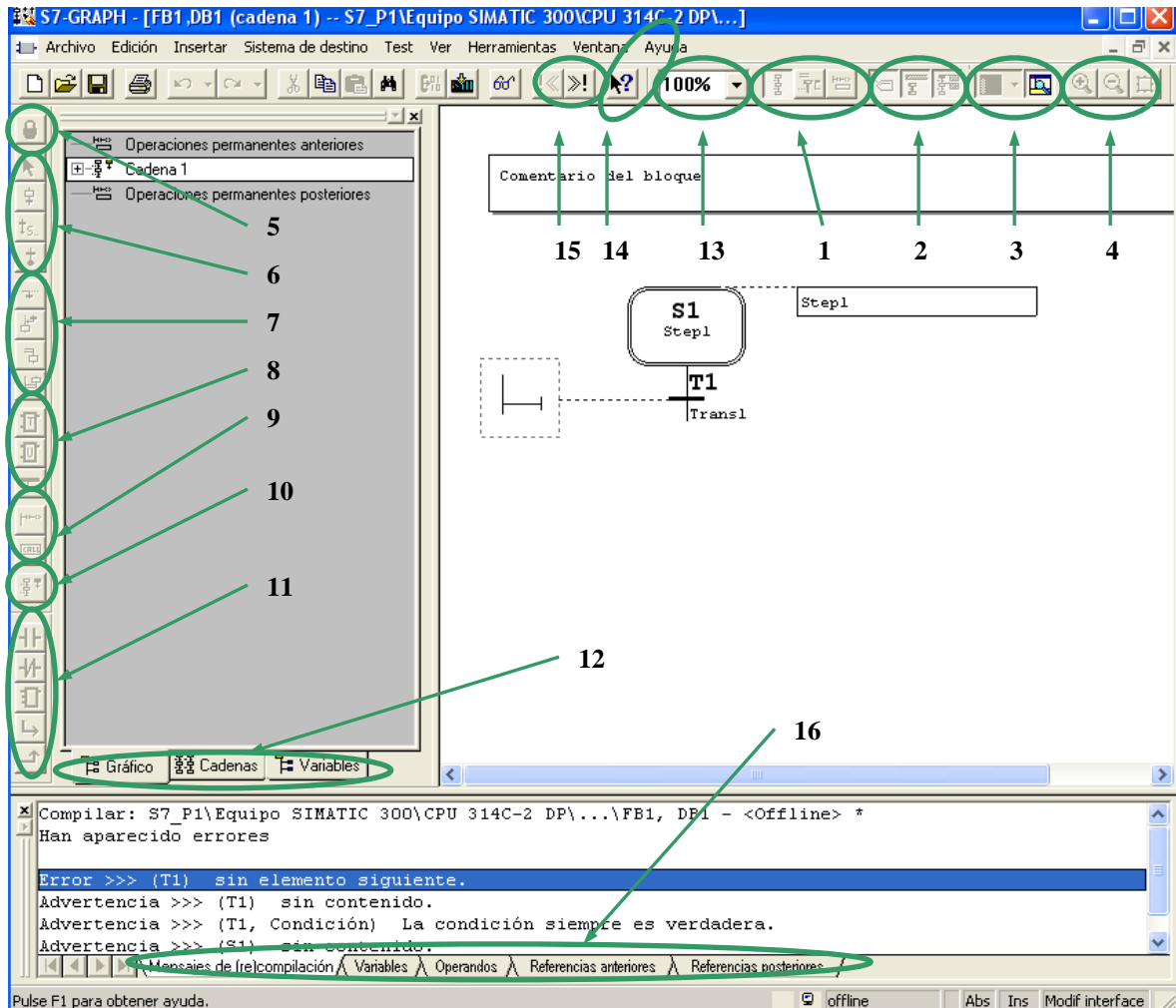
3) **La EVOLUCIÓN** es una secuencia de situaciones y está ligada a un conjunto de reglas que establecen las condiciones en las que se producen las transiciones entre etapas.

Cargamos el programa, podemos acceder al estado ONLINE del autómata y observaremos (igual como lo hacemos en AWL, KOP o FUP) la evolución y el estado de las etapas y transiciones activas. Como se observa en la siguiente figura, el elemento activo también se resalta en verde:



4.- GENERACIÓN DE PROGRAMAS CON S7-GRAPH

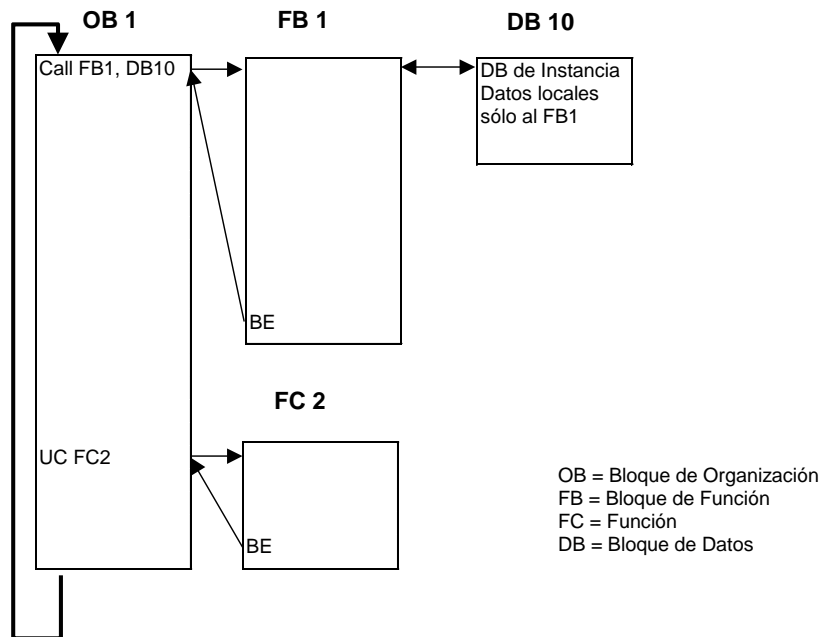
Veamos la descripción de los elementos de la pantalla del editor de cadenas secuenciales:



La descripción de los elementos de la ventana por orden de numeración (de izquierda a derecha y de arriba abajo según las agrupaciones mostradas) es la siguiente:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Representación en cadena (Ctrl.+K) ✓ Vista "Etapa" ✓ Operaciones permanentes
2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Representación simbólica (on/off) (Ctrl.+Q) ✓ Comentario (sí/no) (Ctrl..+MAYÚS+K) ✓ Condiciones y acciones (on/off)
3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vista general (sí/no) ✓ Detalles (sí/no)
4	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acercar ✓ Alejar ✓ Ampliar sección
5	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preseleccionado/directo
6	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marcar objetos ✓ Insertar etapa+transición (Ctrl.+1) ✓ Insertar salto (Ctrl..+6) ✓ Insertar fin de cadena
7	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abrir rama alternativa (MAYÚS+F8) ✓ Cerrar rama alternativa (MAYÚS+F9) ✓ Abrir rama simultánea (MAYÚS+F11) ✓ Cerrar rama simultánea (MAYÚS+F12)
8	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insertar supervisión de tiempo T ✓ Insertar supervisión de tiempo U ✓ Insertar acción
9	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insertar condición permanente ✓ Insertar llamada FB/FC permanente
10	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insertar cadena
11 (KOP)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insertar contacto normalmente abierto (F2) ✓ Insertar contacto normalmente cerrado (F3) ✓ Insertar comparador (F4) ✓ Abrir rama KOP (F8) ✓ Cerrar rama KOP (F9)
11 (FUP)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insertar cuadro Y (F2) ✓ Insertar cuadro O (F3) ✓ Insertar comparador (F4) ✓ Entrada binaria (F8) ✓ Negar entrada binaria (F9)
12	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se muestra en la parte izquierda de la pantalla un esquema general en forma de gráficos, cadenas o variables.
13	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Factor de zoom de la parte derecha de la ventana
14	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Accesos al menú de Ayuda de STEP 7. Esta ayuda resulta muy útil.
15	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Si en el momento de compilar el programa aparecen errores, con estos dos botones podemos ir de uno a otro.
16	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Visualización de información de estado, compilaciones, operandos, variables y referencias

5.- LLAMADAS ENTRE BLOQUES



Para que un autómatas programable de la familia S7-300 pueda ejecutar un bloque funcional (FB) programado en S7-Graph, es preciso llamarlo desde el bloque cíclico de operaciones OB1, o desde cualquier bloque funcional FB o función FC, que a su vez haya sido llamado desde el propio OB1.

El tipo de llamada al FB programado en S7-Graph depende del lenguaje de programación utilizado para programar el bloque OB1, el bloque funcional FB o la función FC que lo llama:

- A) Si están programados en el lenguaje de lista de instrucciones (AWL), se utiliza la operación CALL de llamada de un bloque y se indica, además de su nombre, el nombre del bloque de datos asociado.
- B) Si están programados en el lenguaje de esquema de contactos (KOP) o en el de diagrama de funciones (FUP), se procede a buscar, en el catálogo de elementos de programa, el FB programado en S7-Graph que en el momento en que su diseño pasó a formar parte del citado catálogo.

Es decir, una vez creado y compilado o bien guardado el bloque de función FB, se procede a la llamada desde el bloque cíclico OB1. En la ventana de administración del bloque cíclico y desde **Ver → Catálogo de elementos** hay que seleccionar **Bloques FB**. Al desplegar la pestaña aparecen los bloques de funciones creados con el nombre asignado al crearlos. Se debe arrastrar este módulo hasta el segmento que realizará la llamada al bloque de funciones. Aparecerá entonces automáticamente el bloque estándar de parámetros disponibles para la llamada al FB creado. Se configura la llamada, se guardan los cambios y se carga en el PLC.

Los juegos de parámetros disponibles para llamar a un bloque S7-Graph más comunes son el mínimo y el estándar que se muestran en la siguiente figura. El conjunto de parámetros máximo se diferencia del estándar en que dispone de más entradas y salidas que permiten más funciones.

En la siguiente figura se muestran estas dos formas habituales de hacer la llamada a los bloques de funciones creados con lenguaje GRAPH

6.- EJEMPLO DE PROGRAMACIÓN

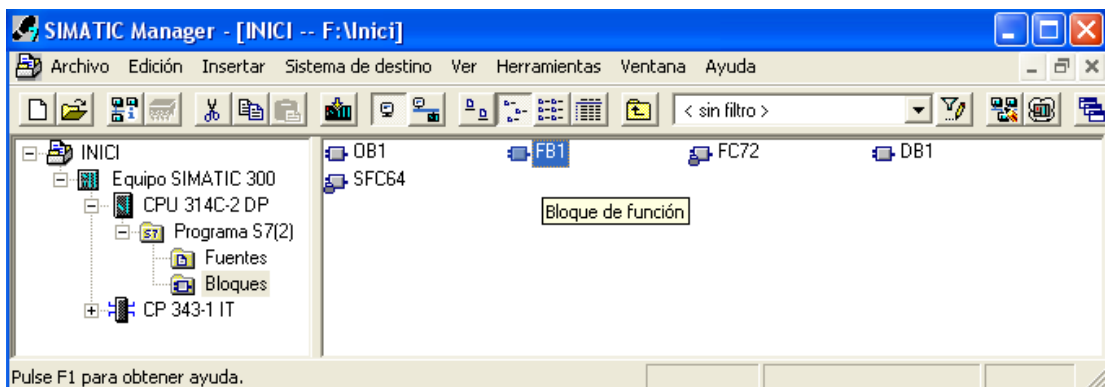
Vamos a realizar como ejemplo un pequeño programa con el editor de S7-Graph, que realiza el movimiento del pistón del alimentador de la planta electro-neumática del laboratorio.

La correspondencia de señales entre el nombre simbólico y la dirección absoluta de memoria se observa en la tabla de símbolos de la que dispone el editor de programas del Administrador Simatic. Se accede a esta tabla desde el menú **Herramientas** → **Tabla de símbolos**.

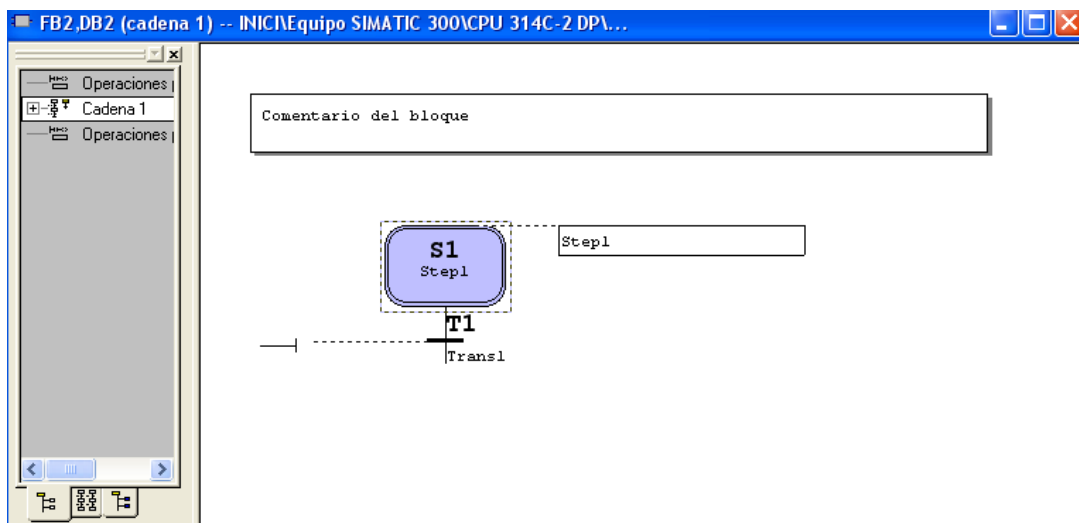
Las señales que utilizaremos para este pequeño programa de ejemplo se reflejan en la siguiente tabla de símbolos.

	Estado	Símbolo	Dirección	Tipo de dato	Comentario
1		BRAZO	A 124.1	BOOL	
2		E4	A 124.0	BOOL	
3		FC/A1	E 124.3	BOOL	
4		G7_STD_3	FC 72	FC 72	
5		MARCHA	E 124.0	BOOL	
6		S1	E 124.1	BOOL	
7		S2	E 124.2	BOOL	
8		TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time

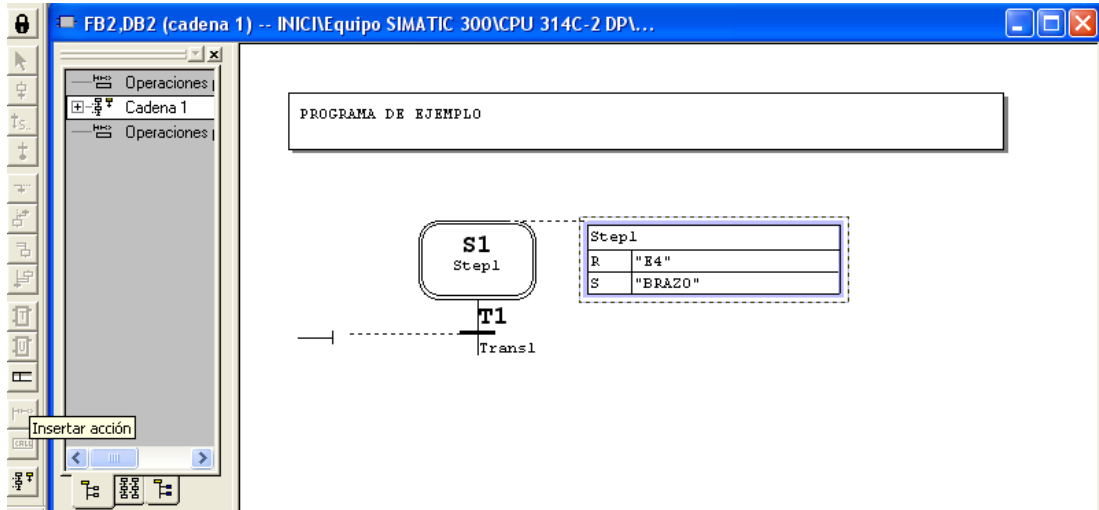
Una vez que hemos creado el bloque de funciones y su bloque de datos asociado, FB1 y DB1, y hemos realizado la llamada desde el bloque cíclico de operaciones OB1. Abrimos el bloque FB1 con un doble clic en la ventana derecha del Administrador Simatic.



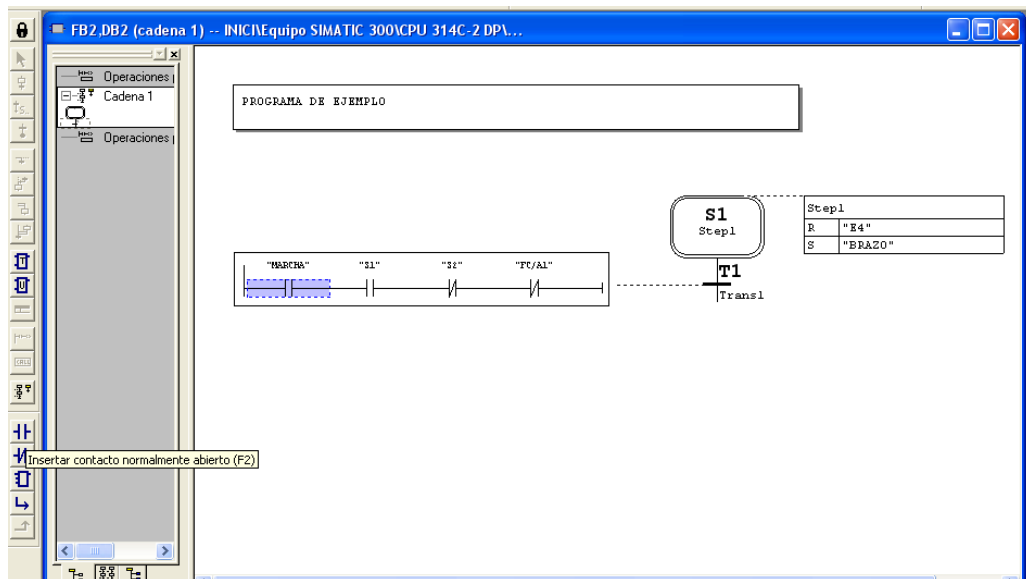
Entonces se abre el editor de programas con la ventana de programación en Graph.



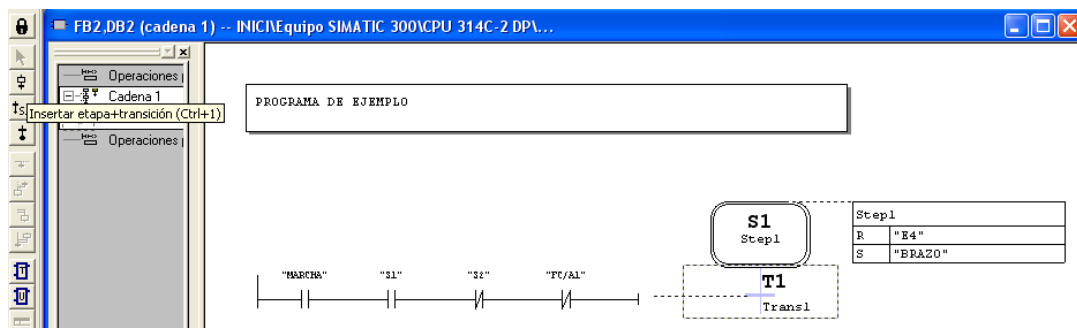
Insertamos las acciones asociadas:



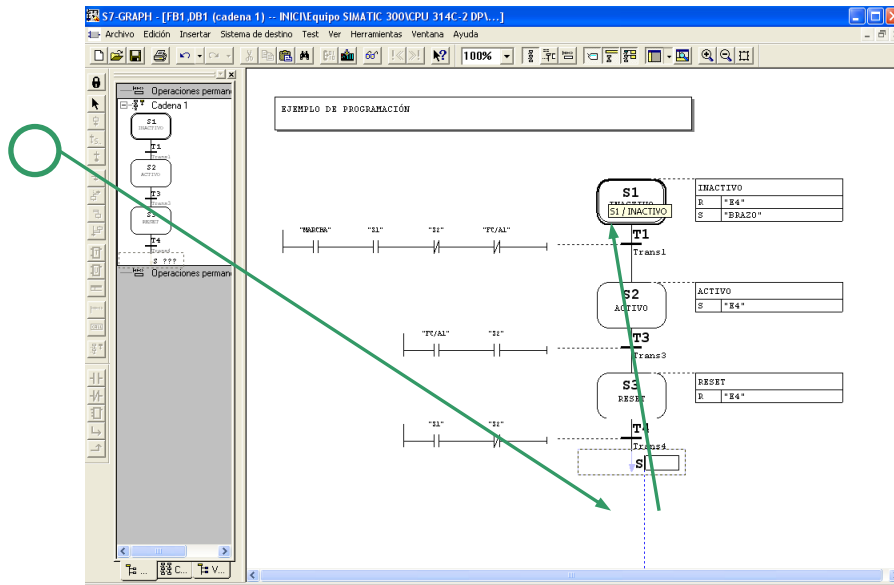
Definimos la condición de transición de la primera etapa:



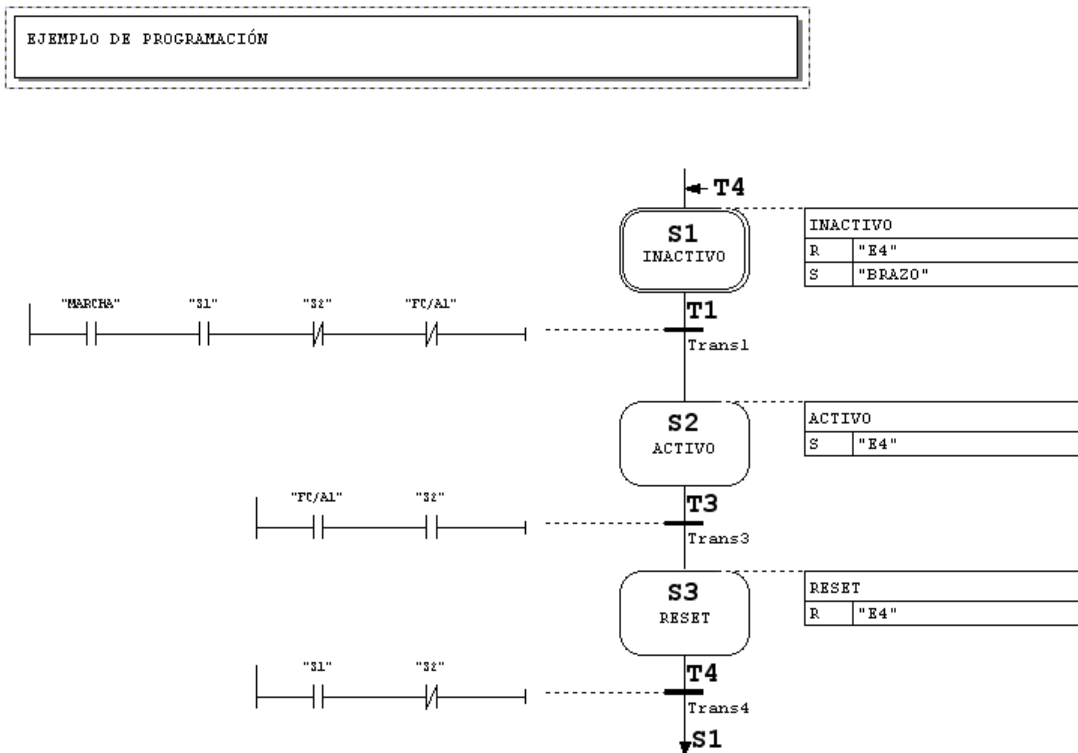
Insertamos las siguientes etapas y las transiciones asociadas y realizamos la programación:



Sólo falta entonces finalizar la cadena secuencial. Si queremos realizar un salto a la etapa inicial para volver a empezar la cadena automáticamente, debemos:



El programa quedará de la siguiente forma:



El funcionamiento es el siguiente:

Inicialmente, al ejecutar el FB1 se activa la etapa inicial (doble recuadro Step 1). En esta etapa se desplaza (por seguridad) el “BRAZO” rotativo hacia la plataforma elevadora. Al pulsar el pulsador de “MARCHA”, si el pistón del alimentador se encuentra en la posición normal de reposo (“S2” activo y “S3” inactivo) este se expande, empujando una pieza del cargador. Cuando el pistón esté expandido al máximo (“S3” activo) y la pieza accione el final de carrera “FC/A1”, automáticamente se reseteará la electroválvula “E4” que es la que proporciona presión al pistón para su expansión. Este retrocede hasta la posición de reposo (ya que funciona con muelle de retorno) (Step 2). Al llegar de nuevo a la posición inicial (Step3), el programa hace que se salte a la etapa inicial, que permanecerá activa hasta que volvamos a pulsar el pulsador de “MARCHA”. Como observamos, se ha desarrollado el programa ejemplo con símbolos, porque resulta menos complejo de desarrollar y mucho más comprensible.

ANEXO I. PARÁMETROS DE ENTRADA DEL FB S7-GRAPH (ESTÁNDAR)

PARÁMETROS	TIPO DE DATOS	DESCRIPCIÓN
EN	BOOL	Controlar el procesamiento del FB (entrada de habilitación); si EN no está conectado, se procesará el FB en cualquier caso
OFF_SQ	BOOL	OFF_SEQUENCE: Desconectar la cadena secuencial; es decir, desactivar todas las etapas
INIT_SQ	BOOL	INIT_SEQUENCE: Activar las etapas iniciales (inicializar la cadena secuencial)
ACK_EF	BOOL	ACKNOWLEDGE_ERROR_FAULT: Acuse de un fallo, avance forzado
S_PREV	BOOL	PREVIOUS_STEP: Modo de operación "automático": retroceder a las etapas actualmente activas, visualizar el número de etapa en S_NO Modo de operación "manual": visualizar etapa precedente en S_NO (número menor)
S_NEXT	BOOL	NEXT_STEP: Modo de operación "automático": avanzar a las etapas actualmente activas, visualizar el número de etapa en S_NO (número menor)
SW_AUTO	BOOL	SWITCH_MODE_AUTOMATIC: Cambiar de modo de operación: modo "automático"
SW_TAP	BOOL	SWITCH_MODE_TRANSITION_AND_PUSH: Cambiar de modo de operación: modo "pulsación" ("semiautomático")
SW_MAN	BOOL	SWITCH_MODE_MANUAL: Cambiar de modo de operación: modo "manual", la ejecución no se inicia por sí sola
S_SEL	BOOL	STEP_SELECT: Seleccionar número de etapa para parámetro de salida S_NO en modo "manual", activar/desactivar con S_ON, S_OFF
S_ON	BOOL	STEP_ON: modo de operación "manual": desactivar la etapa visualizada
S_OFF	BOOL	STEP_OFF: Modo de operación "manual": desactivar la etapa visualizada
T_PUSH	BOOL	PUSH_TRANSITION: Se activa la transición si se cumple la condición y T_PUSH (flanco) Requisito: modo de operación "pulsación"

ANEXO II. PARÁMETROS DE SALIDA DEL FB S7-GRAPH (ESTÁNDAR)

PARÁMETROS	TIPO DE DATOS	DESCRIPCIÓN
ENO	BOOL	Salida de habilitación; si el FB está activo y ENO no contiene errores, ENO tiene el valor 1; sino 0
S_NO	INT	STEP_NUMBER: Visualización del número de etapa
S_MORE	BOOL	MORE_STEPS: Hay otras etapas activas
S_ACTIVE	BOOL	STEP_ACTIVE: La etapa visualizada está activa
ERR_FLT	BOOL	IL_ERROR_OR_SV_FAULT: Error colectivo
AUTO_ON	BOOL	AUTOMATIC_IS_ON: Visualización del modo de operación "automático"
TAP_ON	BOOL	T_OR_PUSH_IS_ON: Visualización del modo de operación "pulsación"
MAN_ON	BOOL	MANUAL_IS_ON: Visualización del modo de operación "manual"

2.2. Programa de la planta

Índice de contenido

tfg_planta_oficial_V14

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	4 - 1
Bloques de programa	
Main [OB1]	5 - 1
Startup [OB100]	6 - 1
CI [FC1]	7 - 1
Maniobra [FC5]	8 - 1
Sortides [FC2]	9 - 1
ManiobraTM [FC3]	10 - 1
Dades_Planta [DB1]	11 - 1
Bloques de sistema	
Recursos de programa	
TimerUltimaPeça [DB3]	12 - 1
TimerBraç [DB4]	13 - 1
TimerPlat2s [DB6]	14 - 1
TimerMotor [DB7]	15 - 1
TimerFiCC [DB10]	16 - 1
Objetos tecnológicos	17 - 1
Variables PLC	
Tabla de variables estándar [115]	
Variables PLC	18 - 1
Constantes de usuario	19 - 1
Entradas [17]	
Variables PLC	20 - 1
Constantes de usuario	21 - 1
Etapas [24]	
Variables PLC	22 - 1
Constantes de usuario	23 - 1
Sortides [10]	
Variables PLC	24 - 1
Constantes de usuario	25 - 1
Tipos de datos PLC	26 - 1
Tablas de observación y forzado permanente	
DBs Maniobra	27 - 1
Tabla de forzado permanente	28 - 1
Traces	29 - 1
Mediciones	30 - 1
Mediciones superpuestas	31 - 1
Listas de textos de aviso PLC	32 - 1
Módulos locales	
DI 8x24VDC/DQ 8xRelay_1	33 - 1
Dispositivos no agrupados	34 - 1
Datos comunes	
Categorías	35 - 1

Totally Integrated Automation Portal		
---	--	--

Informes	36 - 1
Idiomas y recursos	
Idiomas del proyecto	37 - 1
Textos del proyecto	
Textos del proyecto	38 - 1

tfg_planta_oficial_V14

Proyecto

Nombre:	tfg_planta_oficial_V14	Fecha y hora de creación:	24/04/2024 10:44:50
Última modificación:	05/06/2024 10:36:33	Autor:	user
Autor de la última modificación:	potes	Versión:	
Comentario:			

Sistema operativo

Nombre	Descripción
Sistema operativo	Microsoft Windows 10 Home
Versión del sistema operativo	6.3.9600.0
Service Pack del sistema operativo	
Versión del Internet Explorer	11.3636.19041.0
Nombre del equipo	LAPTOP-DJ2KR4R2
Nombre del usuario	LAPTOP-DJ2KR4R2\potes
Ruta de instalación del TIA Portal	C:\Program Files\Siemens\Automation\Portal V14

Componentes

Nombre	Versión	Revisión
TIA Portal Multiuser Server V14 - TIA Portal Multiuser Server Single SetupPackage V14.0 SP1 (MUSERV14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
SIMATIC S7-PLCSIM (S7_PLCSIM_V14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - SIMATIC S7-PLCSIM V14.0 + SP1 (S7_PLCSIM_V14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
Totally Integrated Automation Portal V14 - TIA Portal Single SetupPackage V14.0 SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - HM All Editions Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - HM NoBasic Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Hardware Support Base Package 0 V14.0 (TIAP14)	V14.0	V14.00.00.00_26.01.00.01
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Multiuser Client Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Startdrive V14.0 SP1 UPD1 (TIAP14)	V14.0 SP1 UPD1	V14.00.01.01_47.02.00.01
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Startdrive Hardware Support Base Package 1 V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_35.00.00.00
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - STEP 7 Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Hardware Support Base Package 02 V14.0 (TIAP14)	V14.0	V14.00.00.00_26.01.00.01
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Hardware Support Base Package 03 V14.0 (TIAP14)	V14.0	V14.00.00.00_26.01.00.01

Totally Integrated Automation Portal			
Nombre	Versión	Revisión	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Hardware Support Base Package 04 V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_04.01.00.03	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Support Base Package TO-01 V14.0 (TIAP14)	V14.0	V14.00.00.00_26.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Support Base Package TO-02 V14.0 (TIAP14)	V14.0	V14.00.00.00_26.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Hardware Support Base Package WCF-01 V14.0 (TIAP14)	V14.0	V14.00.00.00_26.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - TIACOMP CHECK Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Simatic Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - WinCC Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - WinCC Transfer Current All Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - WinCC Transfer Current CAP Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - WinCC Transfer Legacy All Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - WinCC Transfer Legacy CAP Single SetupPackage V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
WinCC Runtime Advanced V14.0 SP1 - SIMATIC WinCC Runtime Advanced V14.0 SP1 (HMIRTM_V11)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
WinCC Runtime Advanced V14.0 SP1 - HMIRTM Simulation Single SetupPackage V14.0 + SP1 (HMIRTM_V11)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - Simatic Single SetupPackage 32 Bit V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
Siemens Totally Integrated Automation Portal V14 - WinCC Single SetupPackage 32 Bit V14.0 + SP1 (TIAP14)	V14.0 + SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01	
SIMATIC HMI License Manager Panel Plugin (x64)	14.0.1.0	V14.00.01.00_12.01.00.01	
SIMATIC WinCC Runtime Advanced Driver (x64)	14.0.1.0	V14.00.01.00_12.01.00.01	
SIMATIC NCM FWL 64	5.6.0.0	V5.6.0.0_3.1.0.2	
NCM GPRS 64	01.02.00.00	V1.2.0.0_2.1.0.1	
SIMATIC PLCSIM 64	14.01	14.00.01.00_01.01.01.01	
SIMATIC Device Drivers	9.1	09.01.02.00_01.01.00.02	
Automation Software Updater	02.02.0000	V02.02.00.00_06.01.00.04	
SIEMENS OPC	3.9	03.09.07.00_01.05.00.01	
SIMATIC HMI ProSave	14.0.1.0	V14.00.01.00_12.01.00.01	
SIMATIC HMI Symbol Library	14.0.1.0	V14.00.01.00_12.01.00.01	
SIMATIC HMI Touch Input	14.0.1.0	V14.00.01.00_12.01.00.01	
SIMATIC Device Drivers WoW	29.1	29.01.02.00_01.01.00.02	
SIMATIC Event Database	5.5	05.05.05.02_02.01.00.01	
SeCon	2.4	V02.04.00.02_01.01.00.01	
WinCC Runtime Advanced Simulator	14.0.1.0	V14.00.01.00_12.01.00.01	

Productos

Nombre	Versión	Revisión
TIA Portal Multiuser Server	V14.0 SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
SIMATIC S7-PLCSIM	V14.0 SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
SINAMICS Startdrive	V14.0 SP1 Upd1	V14.00.01.01_47.02.00.01
SIMATIC STEP 7 Professional	V14.0 SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
SIMATIC WinCC Comfort/Advanced	V14.0 SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
SIMATIC WinCC Runtime Advanced Simulation	V14.0 SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
Automation License Manager	V5.3 + SP3 + Upd3	05.03.03.03_01.01.00.01
S7-PLCSIM	V5.4 + SP8	V05.04.08.00_08.03.00.01
SIMATIC ProSave	V14.0 SP1	V14.00.01.00_12.01.00.01
S7-PCT	V3.4 + HF2	K03.04.00.02_01.11.00.01

tfg_planta_oficial_V14

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]

PLC_1

General\Información del proyecto

Nombre	PLC_1	Autor	polma
Comentario		Slot	1
Rack	0		

General\Información de catálogo

Descripción abreviada	CPU 1214C AC/DC/Rly	Descripción	Memoria de trabajo 75KB; fuente de alimentación 120/240V AC con DI14 x 24V DC SINK/SOURCE, DQ10 x relé y AI2 integradas; 6 contadores rápidos y 4 salidas de impulso integradas; Signal Board amplía I/O integradas; hasta 3 módulos de comunicación para comunicación serie; hasta 8 módulos de señales para ampliación I/O; 0,04ms/1000 instrucciones; conexión PROFINET para programación, HMI y comunicación PLC-PLC
Referencia	6ES7 214-1BG40-0XB0	Versión de firmware	V4.0

General\Identification & Maintenance

ID de la instalación		ID de situación	
Fecha de instalación	2024-04-24 11:00:30.030	Información adicional	

Recursos de conexión

Comunicación PG:	1	Comunicación OP:	1
Comunicación básica S7:	0	Comunicación S7:	0
Número máx. de recursos de conexión S7:	38		

Interfaz PROFINET [X1]\General

Nombre	Interfaz PROFINET_1	Autor	polma
Comentario			

Interfaz PROFINET [X1]\General\Información del proyecto

Nombre	DI14/DO10_1	Comentario	
Nombre	AI2_1	Comentario	

Interfaz PROFINET [X1]\Direcciones Ethernet\Interfaz conectada en red con

Subred:	no conectada		
---------	--------------	--	--

Interfaz PROFINET [X1]\Direcciones Ethernet\Protocolo IP

Configuración IP	Ajustar dirección IP en el proyecto	Dirección IP:	192.168.0.1
Másc. subred:	255.255.255.0	Utilizar router	False

Interfaz PROFINET [X1]\Direcciones Ethernet\PROFINET

Permitir ajustar el nombre de dispositivo PROFINET directamente en el dispositivo	False	Generar automáticamente el nombre del dispositivo PROFINET	True
Nombre del dispositivo PROFINET:	plc_1	Nombre convertido:	plcxb1d0ed
Número de dispositivo:	0		

Interfaz PROFINET [X1]\Sincronización horaria

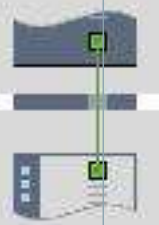
Activar sincronización horaria vía servidor NTP	Activar sincronización horaria vía servidor NTP		Direcciones IP
Servidor 1	0.0.0.0	Servidor 2	0.0.0.0

Totally Integrated Automation Portal			
Servidor 3	0.0.0.0	Servidor 4	0.0.0.0
Intervalo de actualización	10sec		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal0			
Dirección de canal	I0.0	Filtros de entrada	6.4 millise
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal0			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49152
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente0	Flanco ascendente0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal0			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49280
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente0	Flanco descendente0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal1			
Dirección de canal	I0.1	Filtros de entrada	6.4 millise
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal1			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49153
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente1	Flanco ascendente1		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal1			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49281
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente1	Flanco descendente1		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal2			
Dirección de canal	I0.2	Filtros de entrada	6.4 millise
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal2			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49154
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente2	Flanco ascendente2		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal2			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49282
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente2	Flanco descendente2		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal3			
Dirección de canal	I0.3	Filtros de entrada	6.4 millise
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal3			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49155
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente3	Flanco ascendente3		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal3			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49283
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente3	Flanco descendente3		

Totally Integrated Automation Portal			
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal4			
Dirección de canal	I0.4	Filtros de entrada	6.4 millisec
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal4\			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49156
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente4	Flanco ascendente4		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal4\			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49284
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente4	Flanco descendente4		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal5			
Dirección de canal	I0.5	Filtros de entrada	6.4 millisec
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal5\			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49157
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente5	Flanco ascendente5		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal5\			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49285
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente5	Flanco descendente5		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal6			
Dirección de canal	I0.6	Filtros de entrada	6.4 millisec
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal6\			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49158
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente6	Flanco ascendente6		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal6\			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49286
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente6	Flanco descendente6		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal7			
Dirección de canal	I0.7	Filtros de entrada	6.4 millisec
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal7\			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49159
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente7	Flanco ascendente7		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal7\			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49287
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente7	Flanco descendente7		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal8			
Dirección de canal	I1.0	Filtros de entrada	6.4 millisec

Totally Integrated Automation Portal			
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal8\			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49160
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente8	Flanco ascendente8		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal8\			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49288
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente8	Flanco descendente8		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal9\			
Dirección de canal	I1.1	Filtros de entrada	6.4 millisecc
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal9\			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49161
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente9	Flanco ascendente9		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal9\			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49289
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente9	Flanco descendente9		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal10\			
Dirección de canal	I1.2	Filtros de entrada	6.4 millisecc
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal10\			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49162
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente10	Flanco ascendente10		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal10\			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49290
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente10	Flanco descendente10		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal11\			
Dirección de canal	I1.3	Filtros de entrada	6.4 millisecc
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal11\			
Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49163
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco ascendente11	Flanco ascendente11		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal11\			
Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49291
Nombre del evento:	0	Alarma de proceso:	0
Flanco descendente11	Flanco descendente11		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal12\			
Dirección de canal	I1.4	Filtros de entrada	6.4 millisecc
Activar toma de impulso	0		

Totally Integrated Automation Portal			
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal13			
Dirección de canal	I1.5	Filtros de entrada	6.4 millisecc
Activar toma de impulso	0		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas analógicas\Reducción de ruido			
Tiempo de integración	50 Hz (20 ms)		
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas analógicas\Canal0			
Dirección de canal	IW64	Tipo de medición	Tensión
Rango de tensión	de 0 a 10 V	Filtrado	Débil (4 ciclos)
		Activar diagnóstico de rebase por exceso	1
Interfaz PROFINET [X1]\Entradas analógicas\Canal1			
Dirección de canal	IW66	Tipo de medición	Tensión
Rango de tensión	de 0 a 10 V	Filtrado	Débil (4 ciclos)
		Activar diagnóstico de rebase por exceso	1
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales			
Reacción a STOP de la CPU	Aplicar valor sustitutivo		
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales\Canal0			
Dirección de canal	Q0.0	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales\Canal1			
Dirección de canal	Q0.1	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales\Canal2			
Dirección de canal	Q0.2	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales\Canal3			
Dirección de canal	Q0.3	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales\Canal4			
Dirección de canal	Q0.4	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales\Canal5			
Dirección de canal	Q0.5	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales\Canal6			
Dirección de canal	Q0.6	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales\Canal7			
Dirección de canal	Q0.7	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales\Canal8			
Dirección de canal	Q1.0	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
Interfaz PROFINET [X1]\Salidas digitales\Canal9			
Dirección de canal	Q1.1	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0

Totally Integrated Automation Portal			
Interfaz PROFINET [X1]\Modo de operación			
Controlador IO	True	Sistema IO	
Número del dispositivo	0	Dispositivo IO	False
Interfaz PROFINET [X1]\Direcciones E/S\Direcciones de entrada			
Dirección inicial	0.0	Dirección final	1.7
Bloque de organización	0	Memoria imagen de proceso	0
Interfaz PROFINET [X1]\Direcciones E/S\Direcciones de entrada			
Dirección inicial	64	Dirección final	67
Bloque de organización	0	Memoria imagen de proceso	0
Interfaz PROFINET [X1]\Direcciones E/S\Direcciones de salida			
Dirección inicial	0.0	Dirección final	1.7
Bloque de organización	0	Memoria imagen de proceso	0
Interfaz PROFINET [X1]\Opciones avanzadas\Opciones de interfaz			
Permitir sustitución de dispositivo sin medio de almacenamiento extraíble	True	Limitar el flujo de datos en la red	True
Usar modo LLDP IEC V2.2	True	Enviar Keep Alives para conexiones	30s
Interfaz PROFINET [X1]\Opciones avanzadas\Configuración en tiempo real\Comunicación IO			
Tiempo de ciclo de emisión:	1.000ms		
Interfaz PROFINET [X1]\Opciones avanzadas\Configuración en tiempo real\Opciones en tiempo real			
Ancho de banda calculado para datos IO cíclicos:	0.000ms	Ancho de banda calculado para datos IO cíclicos:	0.000%
Interfaz PROFINET [X1]\Opciones avanzadas\Puerto [X1 P1]\General			
Nombre	Puerto_1	Autor	polma
Comentario			
Interfaz PROFINET [X1]\Opciones avanzadas\Puerto [X1 P1]\Interconexión de puertos\Puerto local:			
Puerto local:	PLC_1\Interfaz PROFINET_1 [X1]\Puerto_1 [X1 P1]	Medio:	Cobre
Denominación del cable:	---		
			
Interfaz PROFINET [X1]\Opciones avanzadas\Puerto [X1 P1]\Interconexión de puertos\Puerto interlocutor:			
	La vigilancia del puerto del interlocutor no es posible	Puerto interlocutor:	Cualquier interlocutor
Interfaz PROFINET [X1]\Opciones avanzadas\Puerto [X1 P1]\Opciones de puerto\Activar			
Activar este puerto para el uso	True		
Interfaz PROFINET [X1]\Opciones avanzadas\Puerto [X1 P1]\Opciones de puerto\Conexión			
Velocidad de transferencia/dúplex:	Automático	Monitorizar	False
Activar autonegotiación	True		

Totally Integrated Automation Portal			
Interfaz PROFINET [X1]\Opciones avanzadas\Puerto [X1 P1]\Opciones de puerto\Boundaries			
Fin del registro de dispositivos accesibles	False	Fin de la detección de topología	False
Fin del dominio Sync	False		
Interfaz PROFINET [X1]\Opciones avanzadas\Puerto [X1 P1]\ID de hardware\ID de hardware			
LADDR	65		
Interfaz PROFINET [X1]\ID de hardware\ID de hardware			
ID de hardware	64		
Contadores rápidos (HSC)\HSC1\General\Activar			
Activar este contador rápido	0	Activar este contador rápido	0
Activar este contador rápido	0	Activar este contador rápido	0
Activar este contador rápido	0	Activar este contador rápido	0
Contadores rápidos (HSC)\HSC1\General\Información del proyecto			
Nombre	HSC_1	Comentario	
Nombre	HSC_2	Comentario	
Nombre	HSC_3	Comentario	
Nombre	HSC_4	Comentario	
Nombre	HSC_5	Comentario	
Nombre	HSC_6	Comentario	
Contadores rápidos (HSC)\HSC1\Direcciones E/S\Direcciones de entrada			
Dirección inicial	1000.0	Dirección final	1003.7
Dirección inicial	1004.0	Dirección final	1007.7
Bloque de organización	0	Dirección inicial	1008.0
Dirección final	1011.7	Bloque de organización	0
Memoria imagen de proceso	0	Dirección inicial	1012.0
Dirección final	1015.7	Bloque de organización	0
Memoria imagen de proceso	0	Dirección inicial	1016.0
Dirección final	1019.7	Bloque de organización	0
Memoria imagen de proceso	0	Dirección inicial	1020.0
Dirección final	1023.7	Bloque de organización	0
Memoria imagen de proceso	0	Bloque de organización	0
Memoria imagen de proceso	0	Memoria imagen de proceso	0
Contadores rápidos (HSC)\HSC1\ID de hardware\ID de hardware			
ID de hardware	257	ID de hardware	258
ID de hardware	259	ID de hardware	260
ID de hardware	261	ID de hardware	262
Generadores de impulsos (PTO/PWM)\PTO1/PWM1\General\Activar			
Activar este generador de impulsos	0	Activar este generador de impulsos	0
Generadores de impulsos (PTO/PWM)\PTO1/PWM1\General\Información del proyecto			
Nombre	Pulse_1	Comentario	
Nombre	Pulse_2	Comentario	
Generadores de impulsos (PTO/PWM)\PTO1/PWM1\Direcciones E/S\Direcciones de salida			
Dirección inicial	1000.0	Dirección final	1001.7
Dirección inicial	1002.0	Dirección final	1003.7
Bloque de organización	0	Bloque de organización	0

Totally Integrated Automation Portal					
Memoria imagen de proceso	0	Memoria imagen de proceso	0		
Generadores de impulsos (PTO/PWM)\PTO1/PWM1\ID de hardware\ID de hardware					
ID de hardware	265	ID de hardware	266		
Arranque					
Tipo de arranque	Arranque en caliente - modo de operación antes de desconexión (POWER OFF)	Comparación de configuraciones teórica y real	Arranque de la CPU aunque haya diferencias		
Tiempo de parametrización	60000ms	Los OB deben poder interrumpirse	1		
Ciclo					
Tiempo de vigilancia del ciclo	150ms				
Activar tiempo de ciclo mínimo para OB cíclicos	0	Tiempo de ciclo mínimo	1ms		
Carga por comunicación					
Carga del ciclo por comunicación	20%				
Marcas de sistema y de ciclo\Bits de marcas de sistema					
Activar la utilización del byte de marcas de sistema	0	Dirección del byte de marcas de sistema (MBx)	1		
Primer ciclo		Diagrama de diagnóstico modificado			
Siempre 1 (high)		Siempre 0 (low)			
Marcas de sistema y de ciclo\Bits de marcas de ciclo					
Activar la utilización del byte de marcas de ciclo	0	Dirección del byte de marcas de ciclo (MBx)	0		
Reloj 10 Hz		Reloj 5 Hz			
Reloj 2.5 Hz		Reloj 2 Hz			
Reloj 1.25 Hz		Reloj 1 Hz			
Reloj 0.625 Hz		Reloj 0.5 Hz			
Servidor web\General					
Activar servidor web en el módulo	False	Permitir el acceso sólo vía HTTPS	True		
Servidor web\Actualización automática					
Activar actualización automática	True	Intervalo de actualización	0s		
Servidor web\User interface languages					
Asignar idioma del proyecto		Idiomas de la interfaz			
Español (España)		Alemán			
Español (España)		Inglés			
Español (España)		Francés			
Español (España)		Español			
Español (España)		Italiano			
Español (España)		Chino (simplificado)			
Servidor web>User management					
Nombre de usuario		Derechos de usuario			
Everybody					
Servidor web>User defined web pages					
Nombre de la aplicación	Ruta de origen HTML	Página HTML pre-determinada	Archivos con contenido dinámico	Número de DB Web	Fragmento n.º de DB
		index.htm	.htm;.html	333	334

Totally Integrated
Automation Portal

User interface languages

Asignar idioma del proyecto

Idiomas de la interfaz

Español (España)	Alemán
Español (España)	Inglés
Español (España)	Francés
Español (España)	Español
Español (España)	Italiano
Español (España)	Chino (simplificado)

Hora\Hora local

Zona horaria (UTC +01:00) Berlín, Berna, Bruselas,
Roma, Estocolmo, Viena

Hora\Horario de verano

Activar cambio de horario de verano	0	Diferencia entre hor- ario de invierno y ve- rano	60min.
--	---	---	--------

Hora\Horario de verano\Inicio del horario de verano

Semana de inicio del mes	Última		Domingo
de	Marzo	a las	01:00 horas

Hora\Horario de verano\Inicio del horario de invierno

	Última		Domingo
de	Octubre	a las	02:00 horas

Protección & Seguridad

Nivel de protección Sin protección

Protección & Seguridad\Mecanismos de conexión

Permitir acceso vía co-
municación PUT/GET
del interlocutor remo-
to

True

Sinóptico de direcciones\Sinóptico de direcciones\Sinóptico de direcciones

Entradas	True	Salidas	True
Huecos direcciones	False	Slot	True

Tipo	Dir. desde	Dir. hasta	Módulo	IPP	Nombre del dispositivo	Número de dispositivo	Tamaño	Sistema maestro/O	Rack	Slot
I	1000	1003	HSC_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	4 Bytes	-	0	1 16
I	1004	1007	HSC_2	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	4 Bytes	-	0	1 17
I	1008	1011	HSC_3	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	4 Bytes	-	0	1 18
I	1012	1015	HSC_4	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	4 Bytes	-	0	1 19
I	1016	1019	HSC_5	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	4 Bytes	-	0	1 20
I	1020	1023	HSC_6	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	4 Bytes	-	0	1 21
I	64	67	AI2_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	4 Bytes	-	0	1 2
I	0	1	DI14/DO10_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	2 Bytes	-	0	1 1
S	0	1	DI14/DO10_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	2 Bytes	-	0	1 1
I	8	8	DI 8x24VDC/ DQ 8xRelay_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	1 Bytes	-	0	2
S	8	8	DI 8x24VDC/ DQ 8xRelay_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	1 Bytes	-	0	2
S	1000	1001	Pulse_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	2 Bytes	-	0	1 32
S	1002	1003	Pulse_2	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	2 Bytes	-	0	1 33
S	1004	1005	Pulse_3	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	2 Bytes	-	0	1 34
S	1006	1007	Pulse_4	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]	-	2 Bytes	-	0	1 35

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

Main [OB1]

Main Propiedades

General

Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

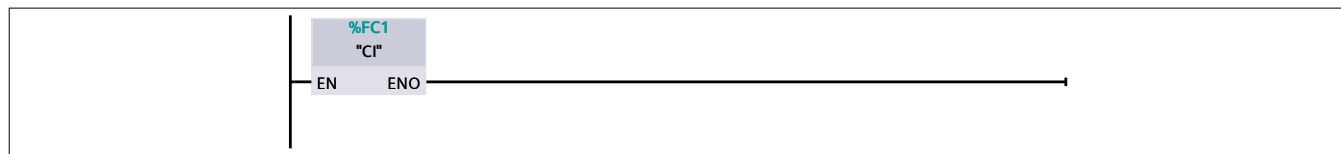
Información

Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
▼ Input				
Initial_Call	Bool			Initial call of this OB
Remanence	Bool			=True, if remanent data are available
Temp				
Constant				

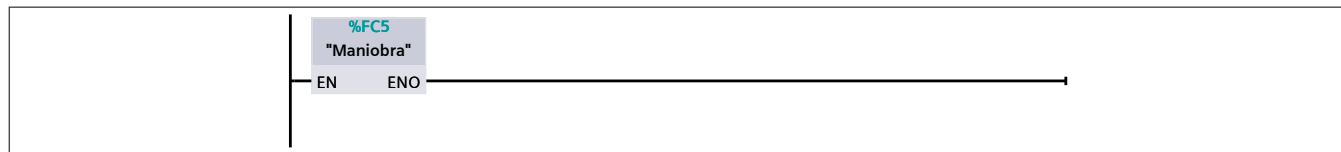
Segmento 1: Comprovació de CI i altres estats de la planta

Sempre es comprova si el sistema està en condicions inicials



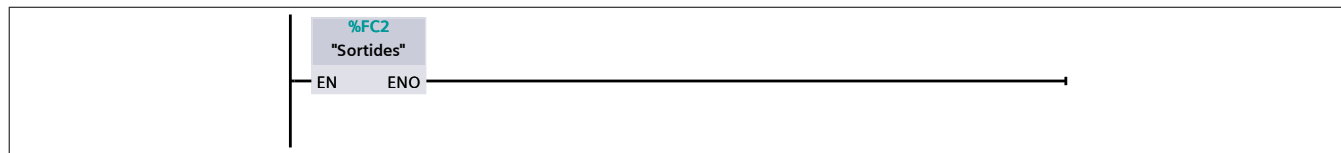
Segmento 2:

Maiobra a implementar: base o amb IoT



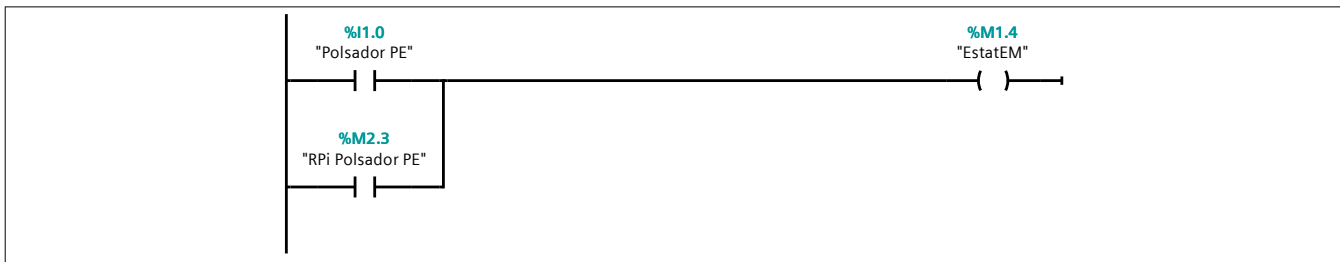
Segmento 3:

Bloc de sortides físiques



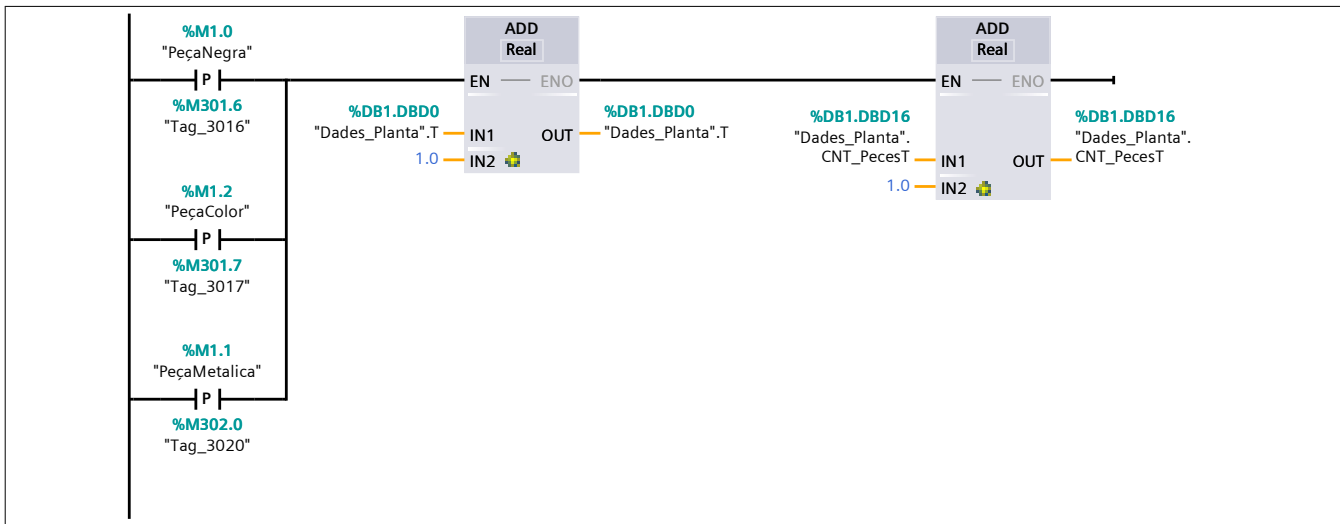
Segmento 4:

S'activa i desactiva l'estat d'emergència amb un interruptor físic o un botó de la UI



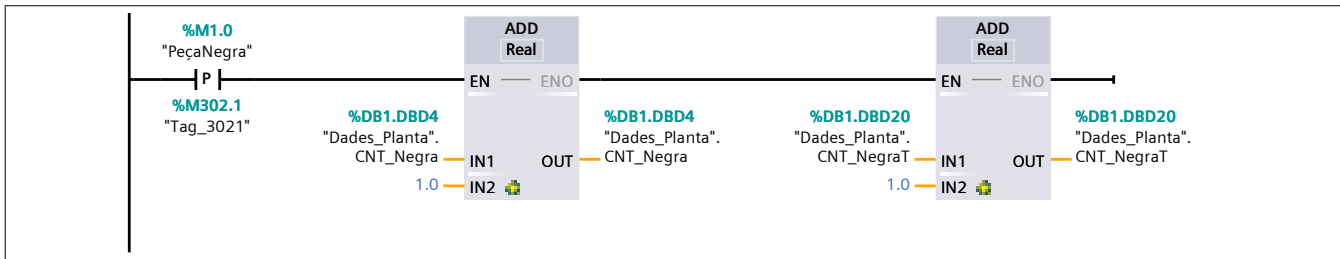
Segmento 5:

Cada cop que es detecta qualsevol tipus de peça, s'incrementa el comptador de peces totals



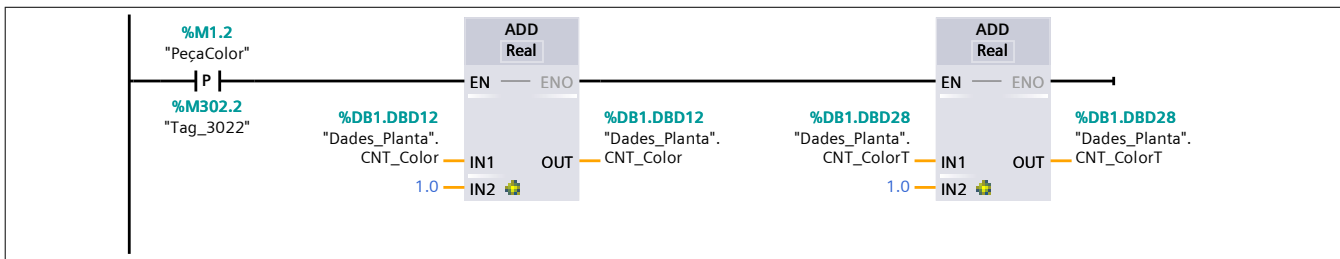
Segmento 6:

Quan es detecta una peça negra, s'incrementa el seu comptador.



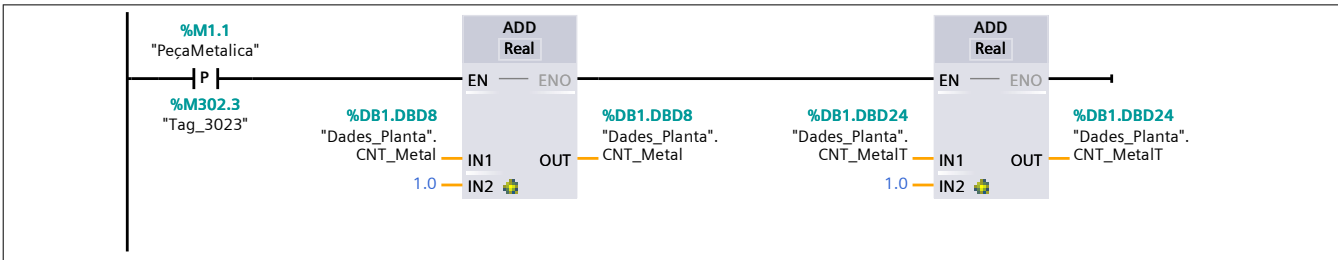
Segmento 7:

Quan es detecta una peça de color, s'incrementa el seu comptador.



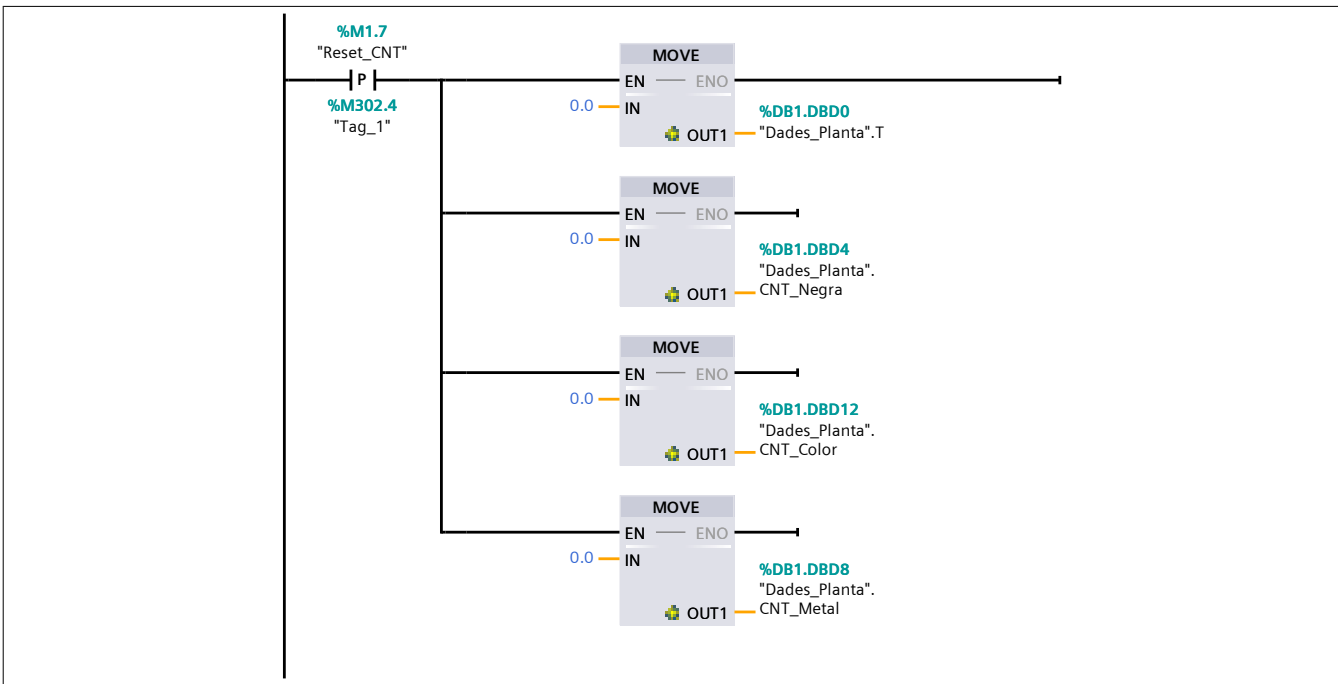
Segmento 8:

Quan es detecta una peça metàl·lica, s'incrementa el seu comptador.



Segmento 9:

Al pulsar el botó de la UI de RESET, es reinicien tots els comptadors



tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

Startup [OB100]

Startup Propiedades

General

Nombre	Startup	Número	100	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

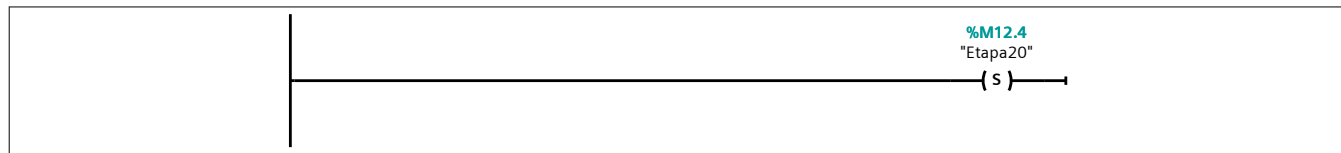
Información

Título		Autor		Comentario	S'executa una vegada a l'inici del programa, assignar valors per defecte
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
▼ Input				
LostRetentive	Bool			True if retentive data are lost
LostRTC	Bool			True if date and time are lost
Temp				
Constant				

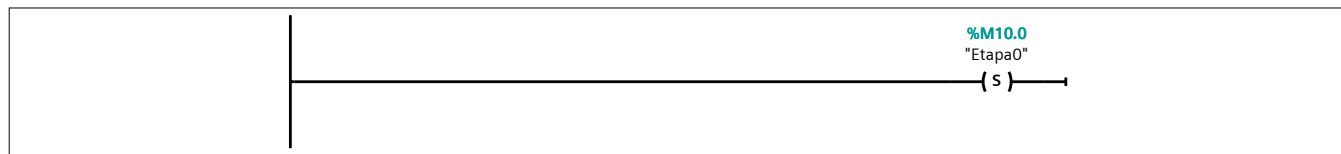
Segmento 1:

Inicialment la planta es troba en repòs



Segmento 2:

Etapa inicial del grafcet



tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

CI [FC1]

CI Propiedades

General

Nombre	CI	Número	1	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

Información

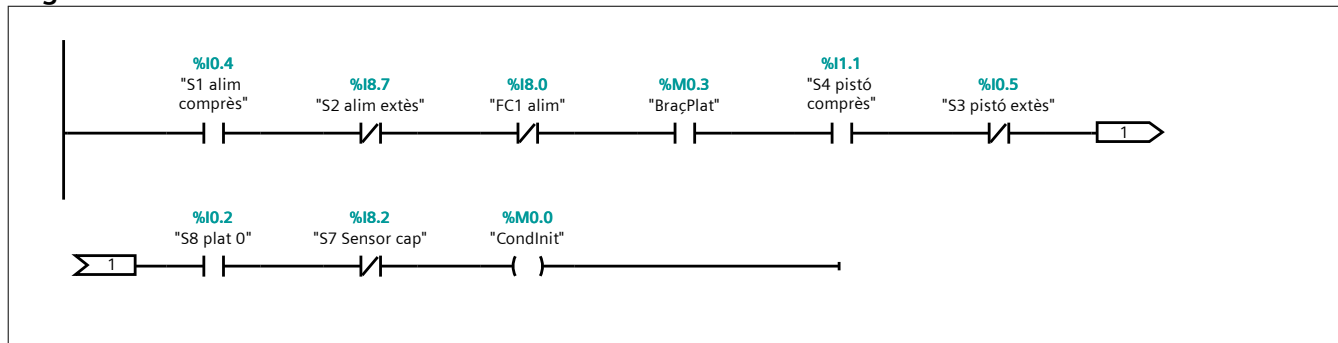
Título		Autor		Comentario	Condicions inicials i estats coneguts
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
Input				
Output				
InOut				
Temp				
Constant				
▼ Return				
CI	Void			

Segmento 1:

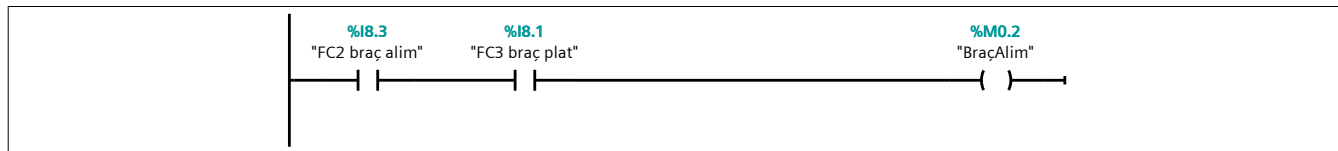
Identificació de l'estat inicial de la planta

Segmento 1:



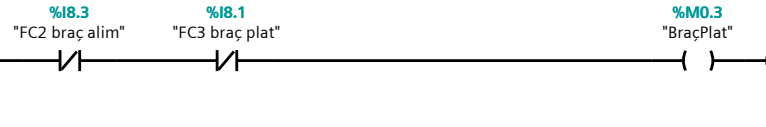
Segmento 2:

Braç a l'alimentador



Segmento 3:

Braç a la plataforma



tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

Maniobra [FC5]

Maniobra Propiedades

General

Nombre	Maniobra	Número	5	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

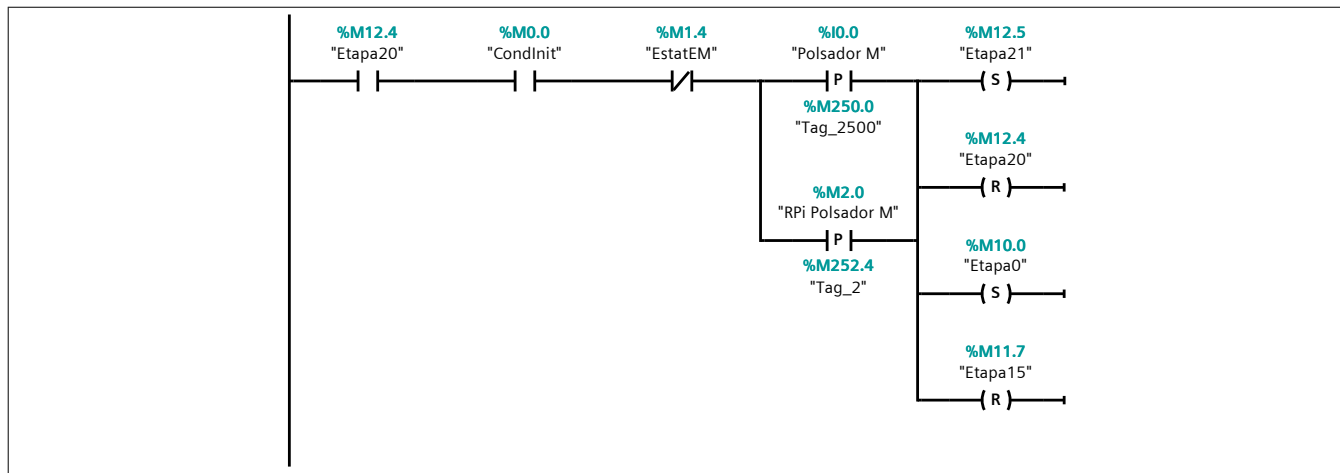
Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
Input				
Output				
InOut				
Temp				
Constant				
▼ Return				
Maniobra	Void			

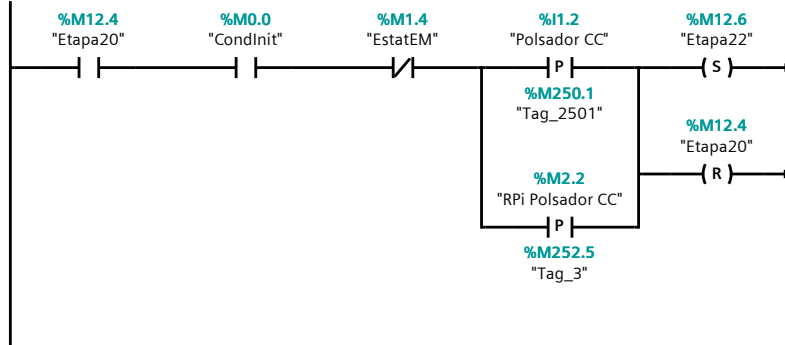
Segmento 1:

aturat->producció continua



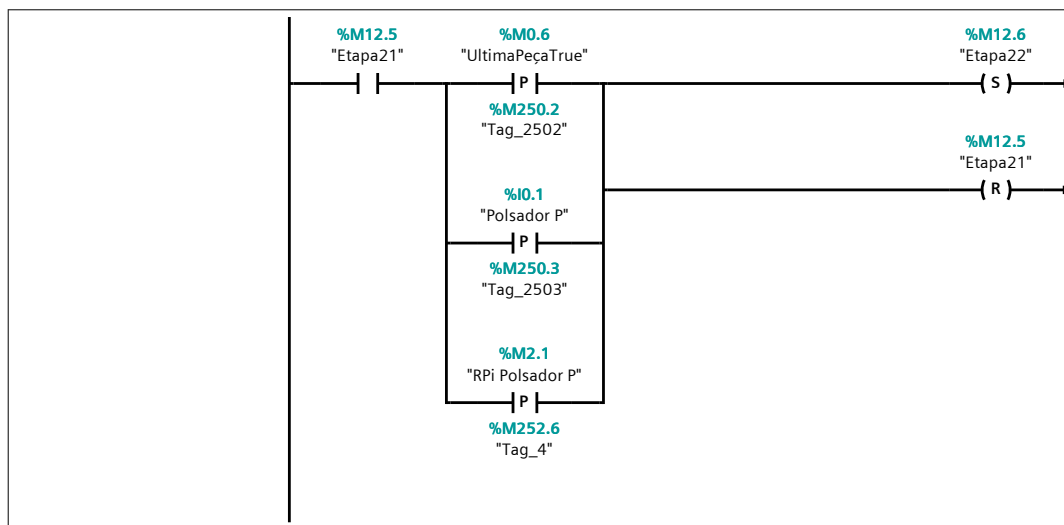
Segmento 2:

aturat->CC

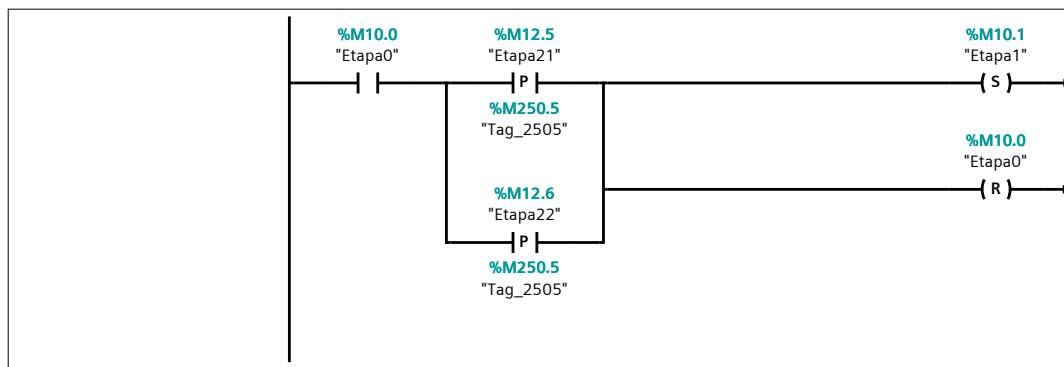


Segmento 3:

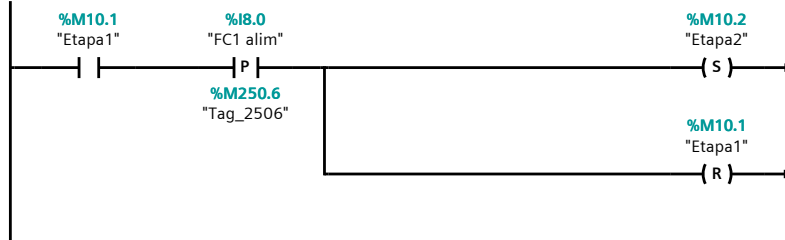
producció contínua->CC



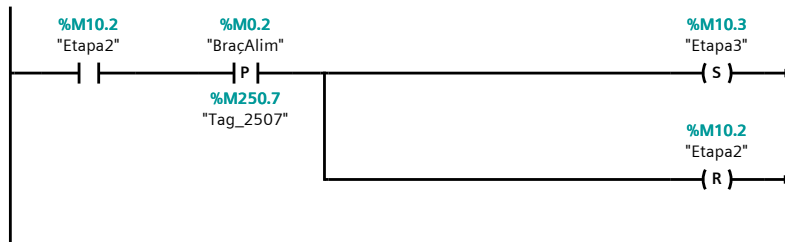
Segmento 4:



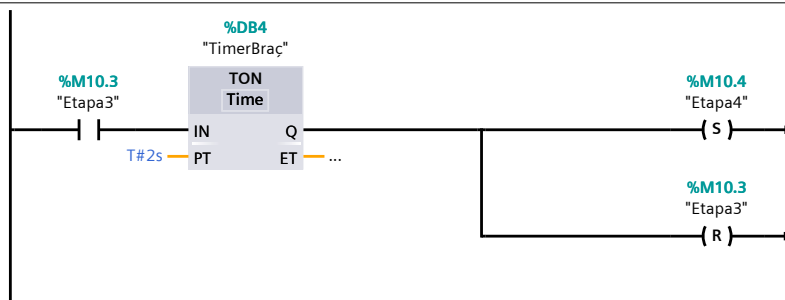
Segmento 5:



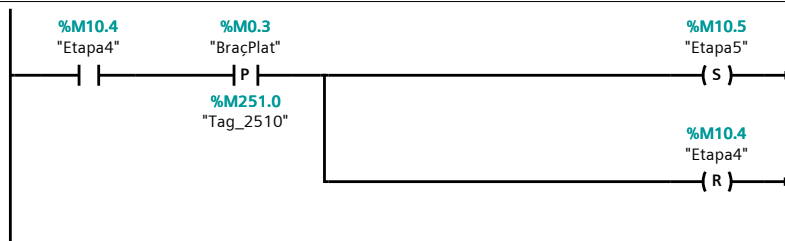
Segmento 6:



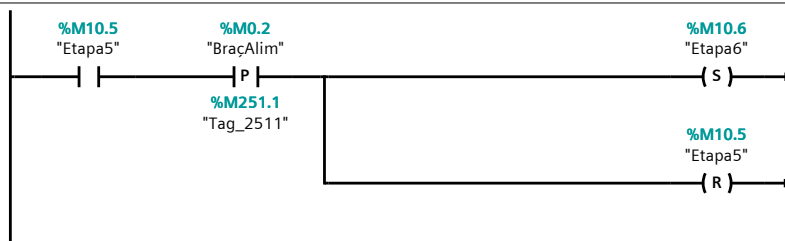
Segmento 7:



Segmento 8:

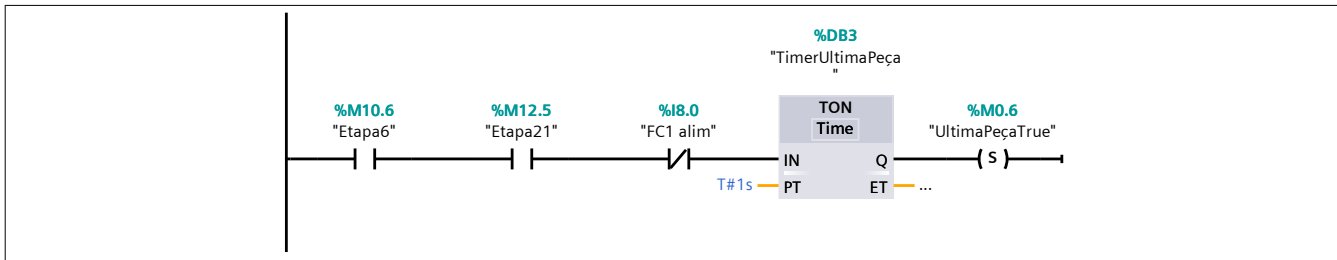


Segmento 9:

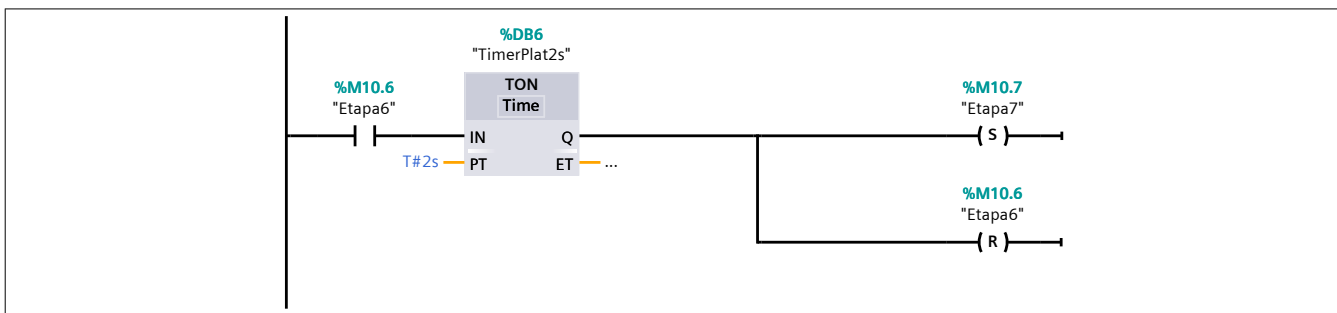


Segmento 10:

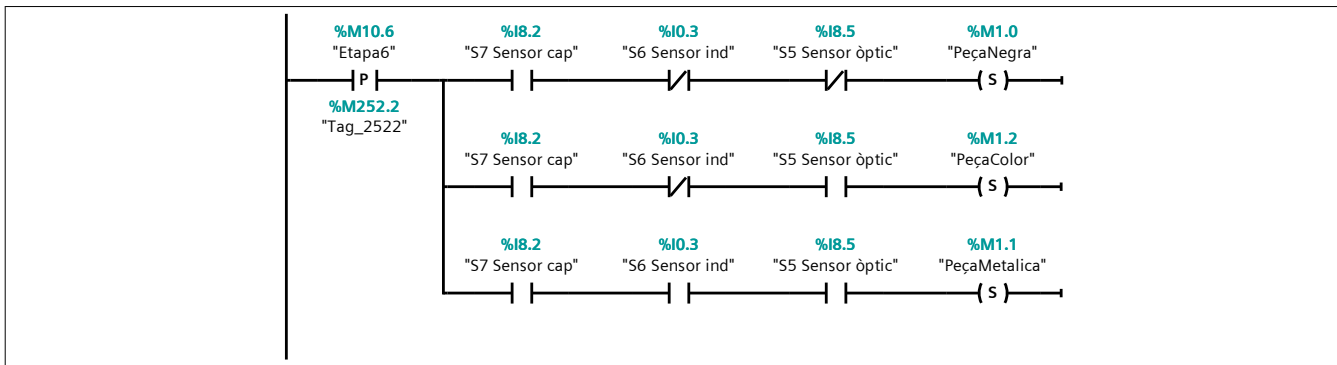
Si en mode continuat no es detecta peça al cap de dos segons



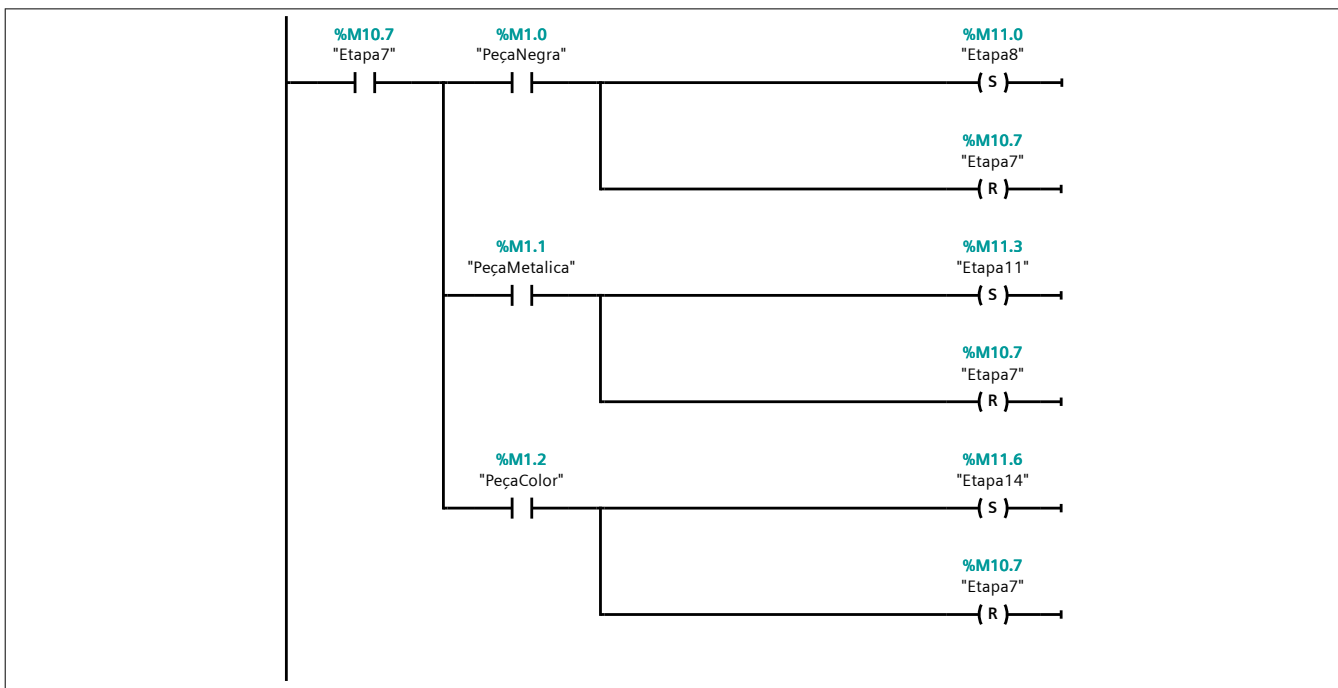
Segmento 11:



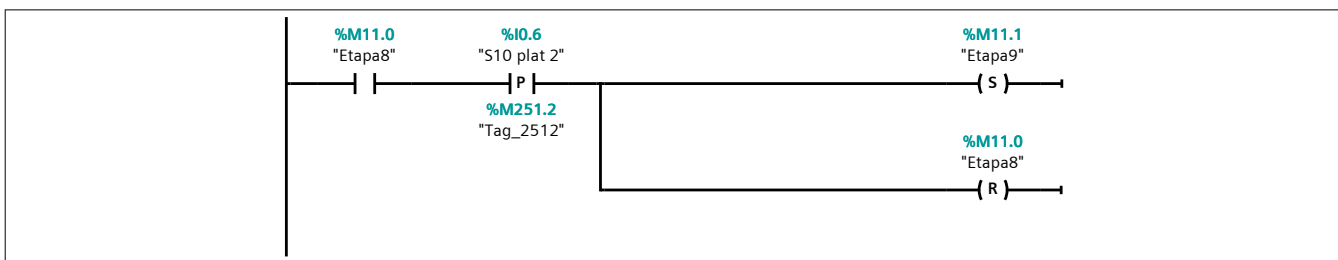
Segmento 12:



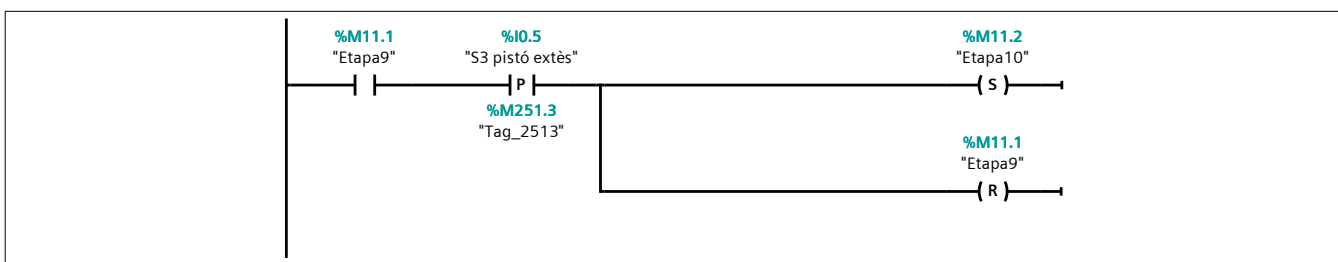
Segmento 13:



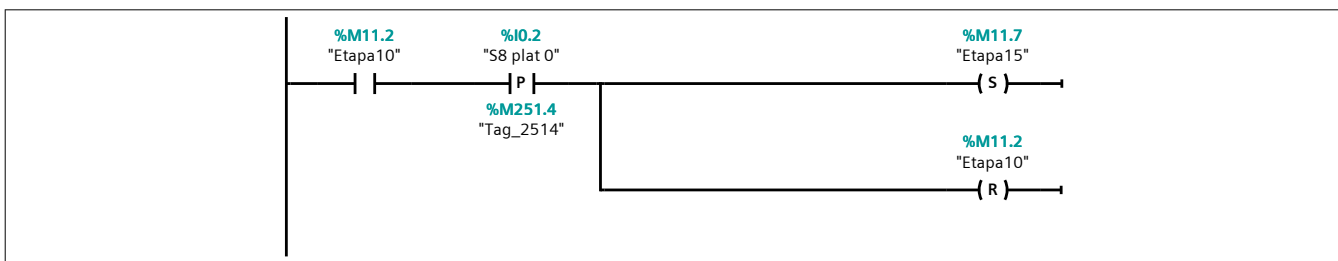
Segmento 14:



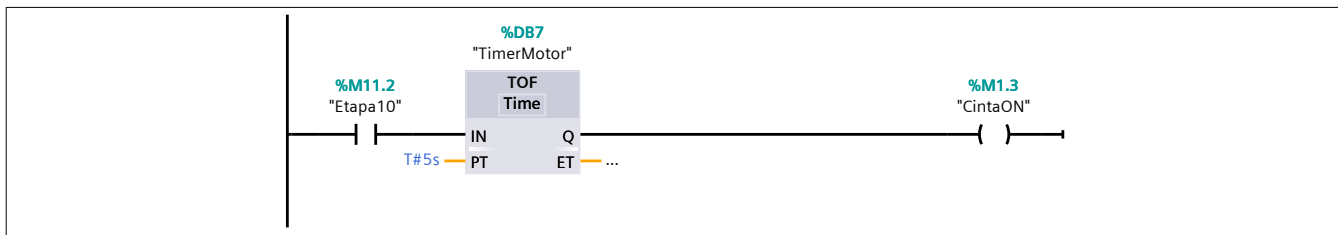
Segmento 15:



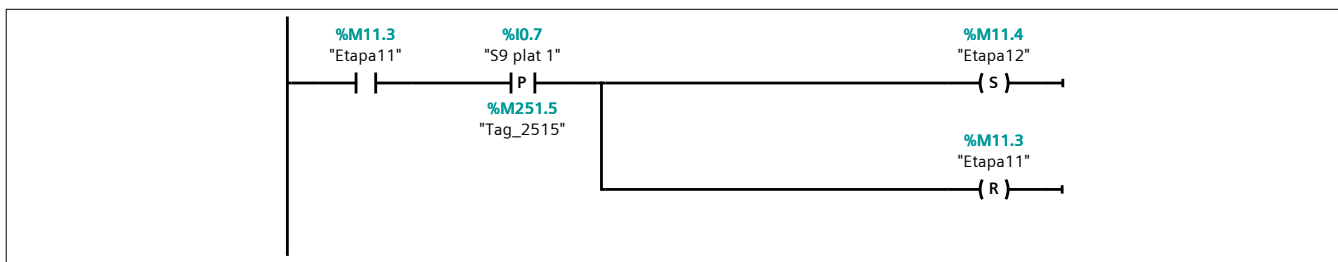
Segmento 16:



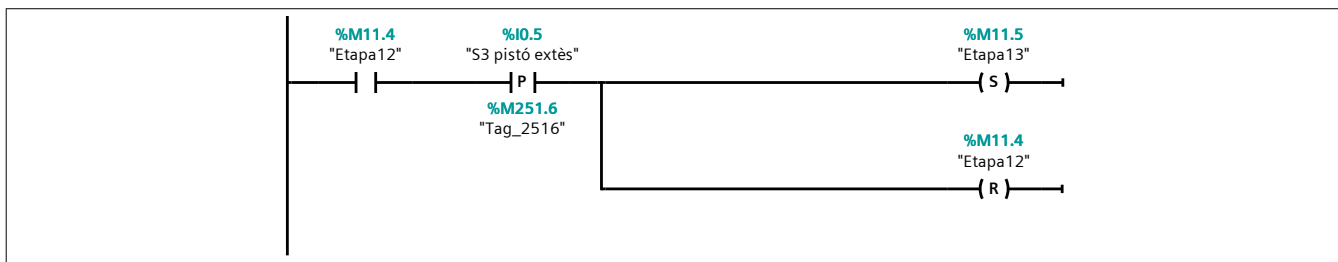
Segmento 17:



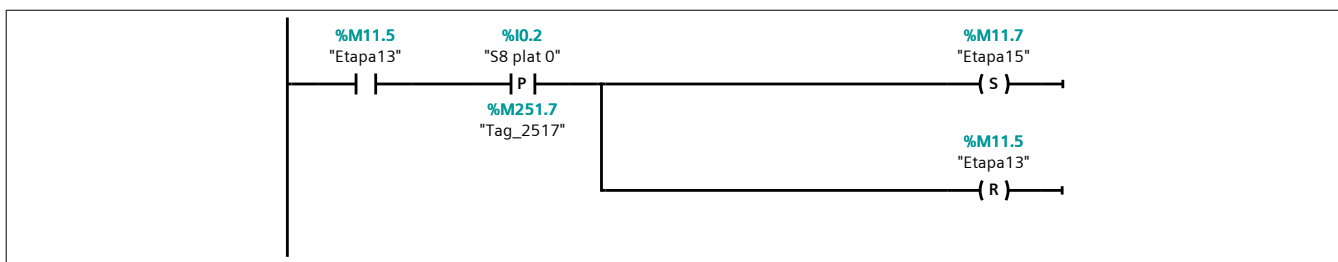
Segmento 18:



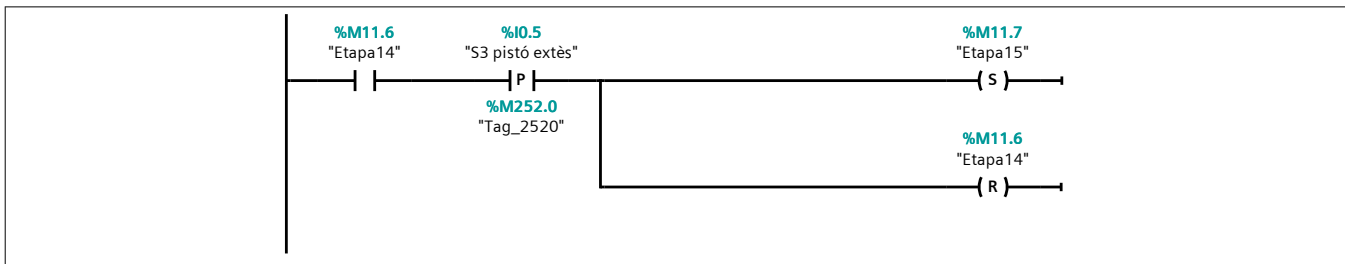
Segmento 19:



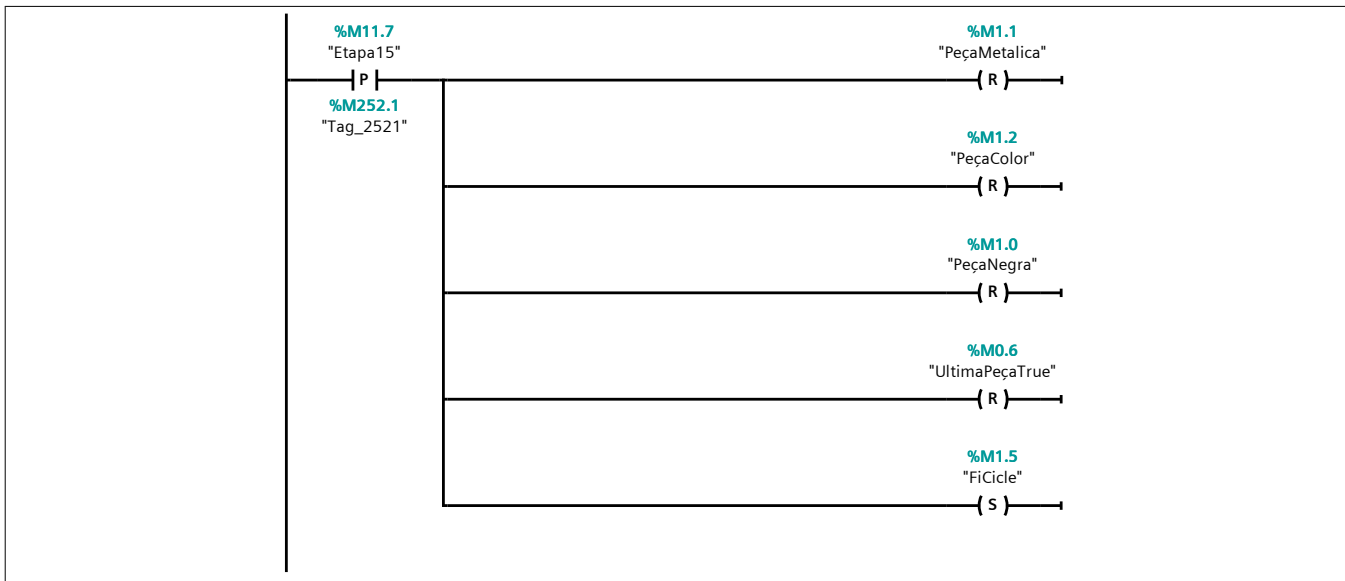
Segmento 20:



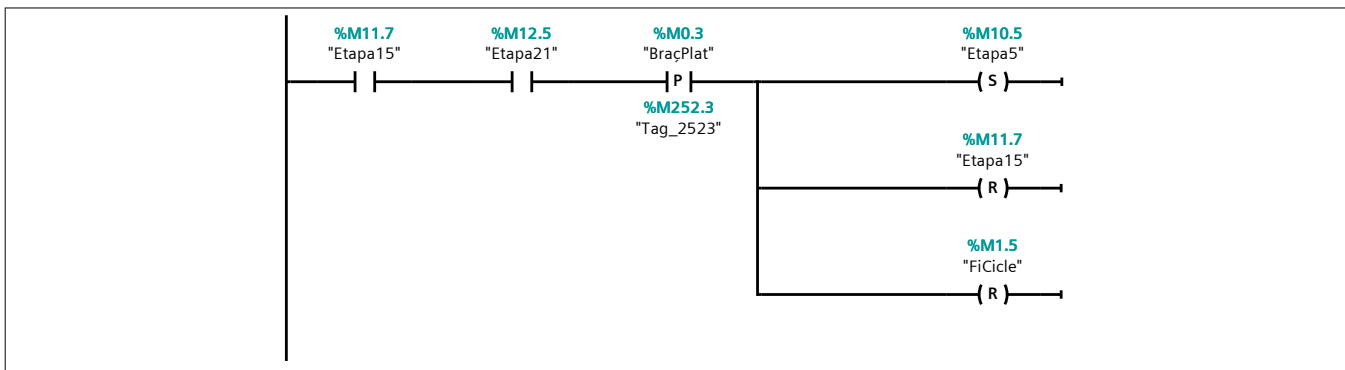
Segmento 21:



Segmento 22:

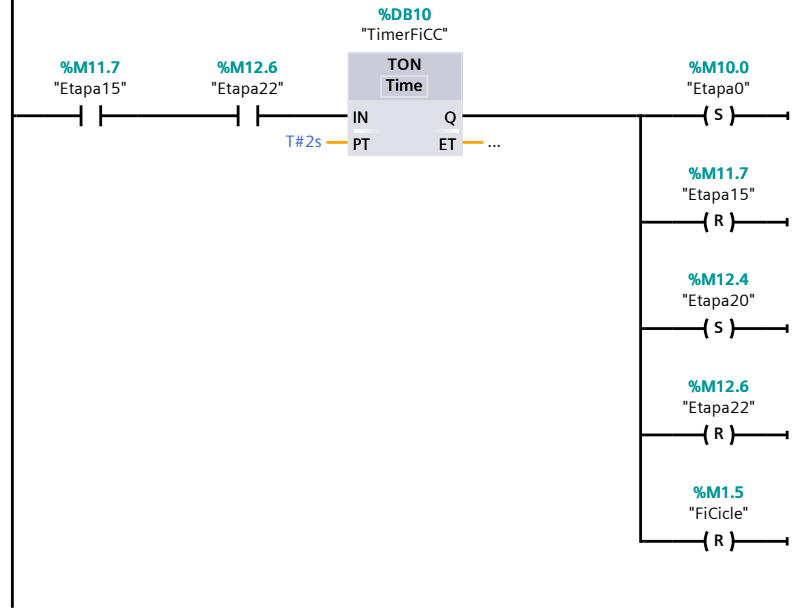


Segmento 23:



Segmento 24:





tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

Sortides [FC2]

Sortides Propiedades

General

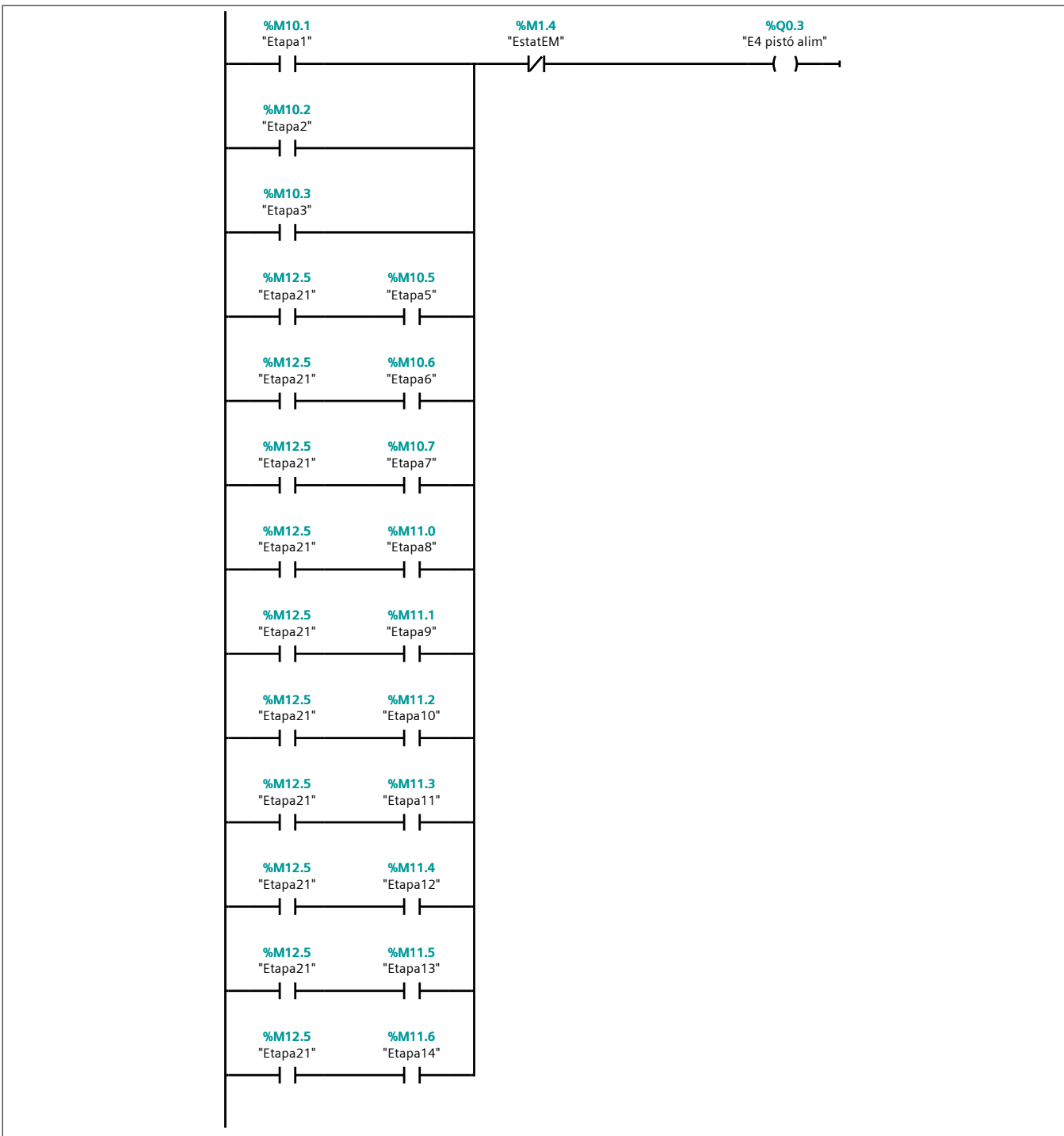
Nombre	Sortides	Número	2	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

Información

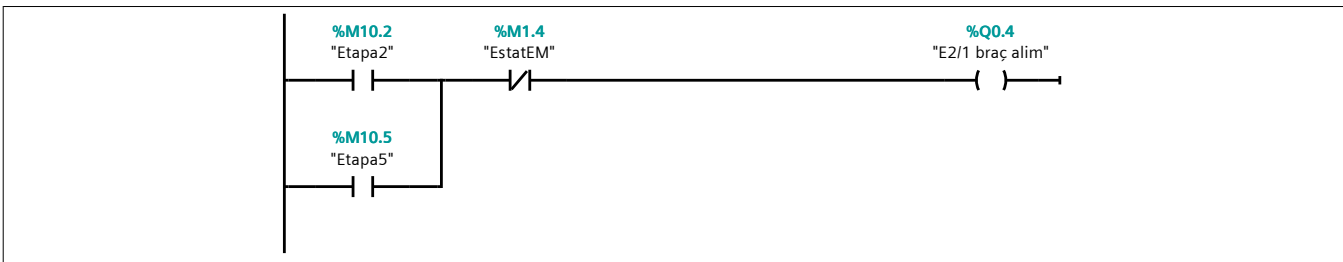
Título		Autor		Comentario	Sortides del programa, funcionen per als dos blocs de maniobra. En cas d'emergència, es desactiven totes les sortides
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
Input				
Output				
InOut				
Temp				
Constant				
▼ Return				
Sortides	Void			

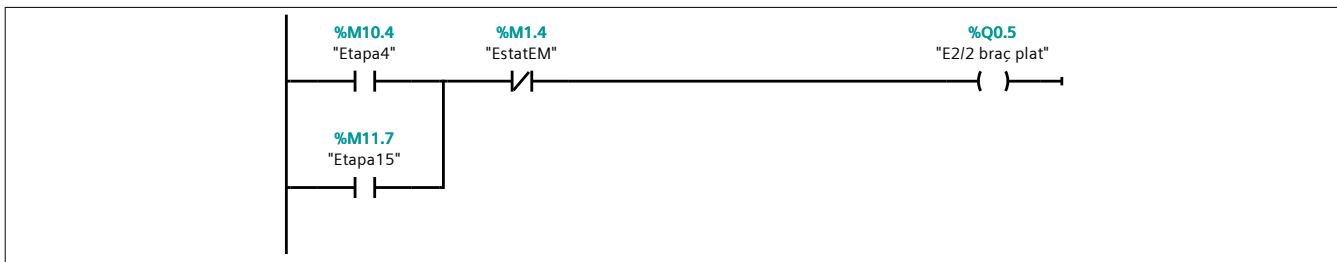
Segmento 1:



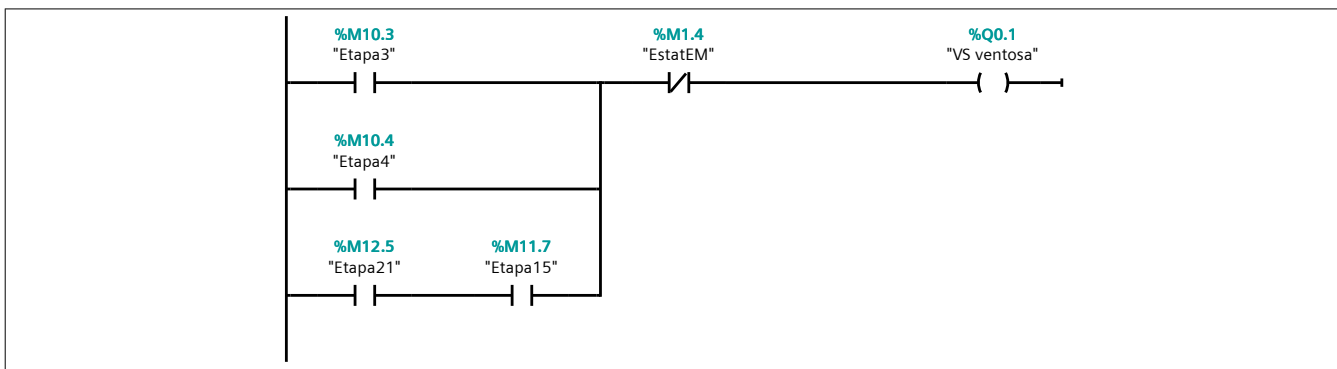
Segmento 2:



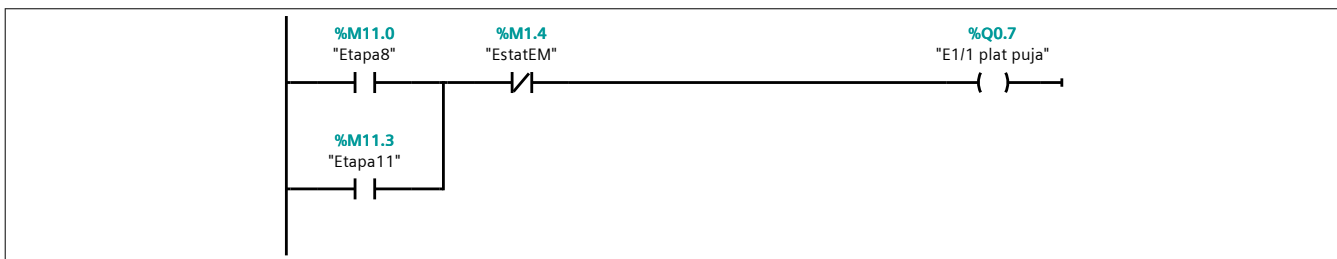
Segmento 3:



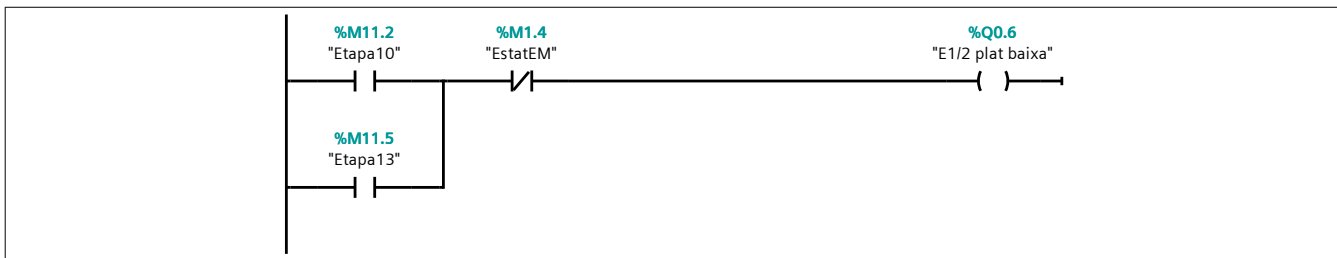
Segmento 4:



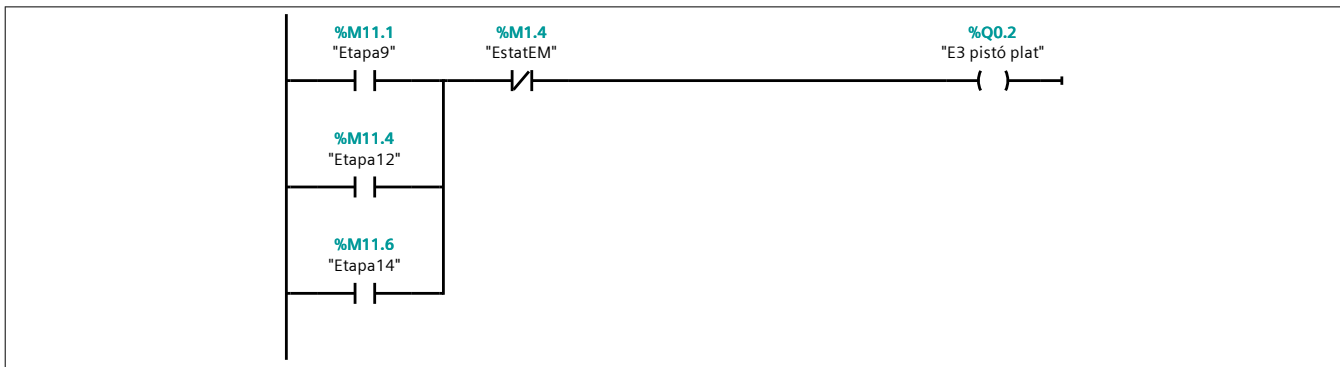
Segmento 5:



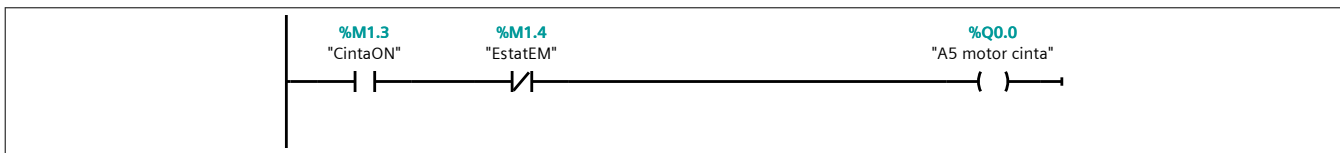
Segmento 6:



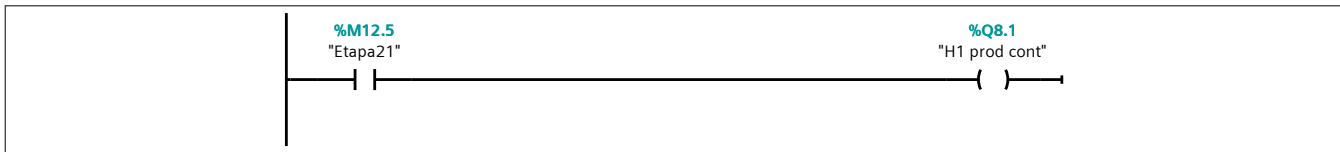
Segmento 7:



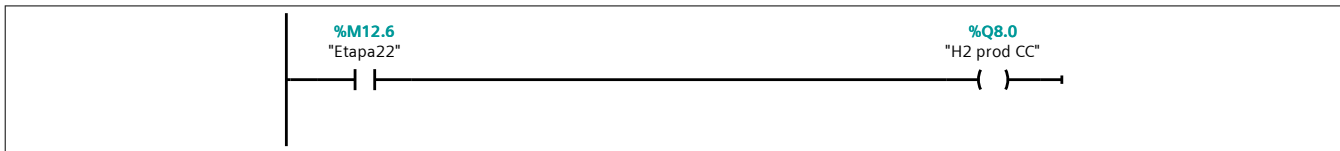
Segmento 8:



Segmento 9:



Segmento 10:



tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

ManiobraTM [FC3]

ManiobraTM Propiedades

General

Nombre	ManiobraTM	Número	3	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

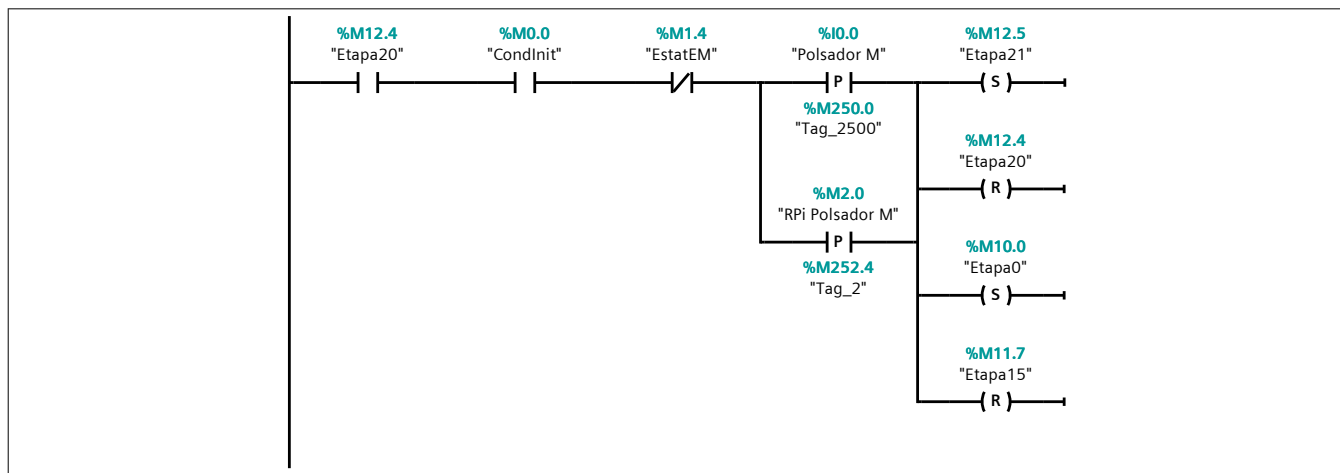
Información

Título		Autor		Comentario	Maniobra de la planta amb les implementacions IoT del projecte
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
Input				
Output				
InOut				
Temp				
Constant				
▼ Return				
ManiobraTM	Void			

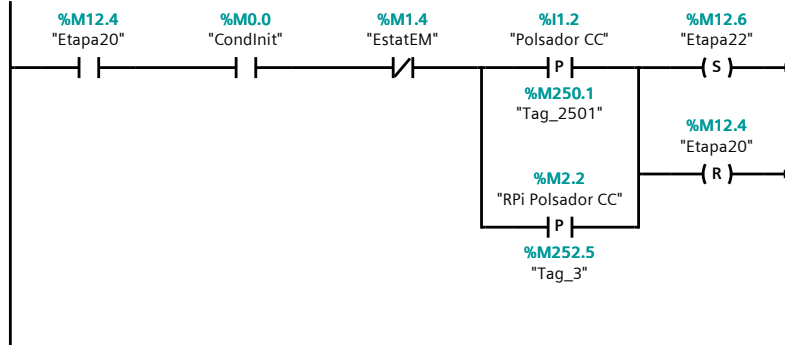
Segmento 1:

aturat->producció continua



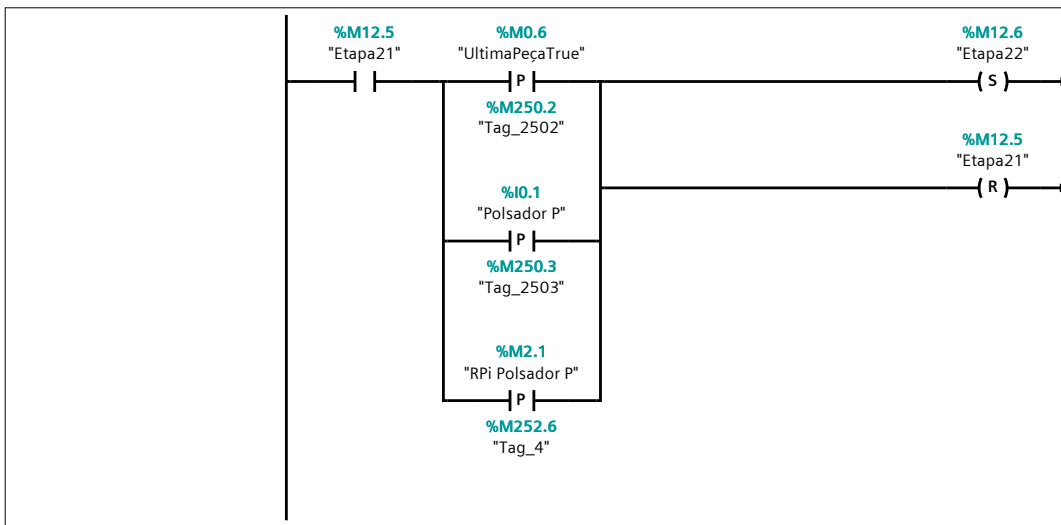
Segmento 2:

aturat->CC

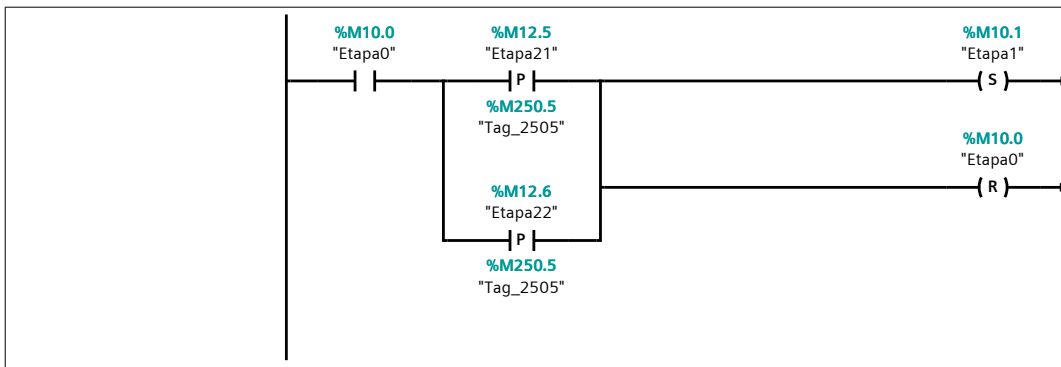


Segmento 3:

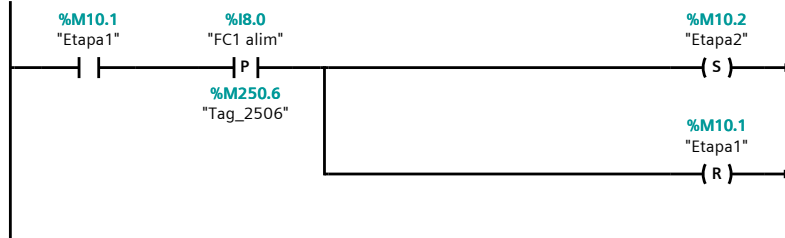
producció contínua->CC



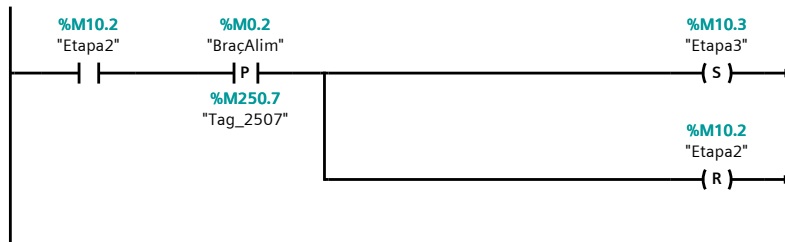
Segmento 4:



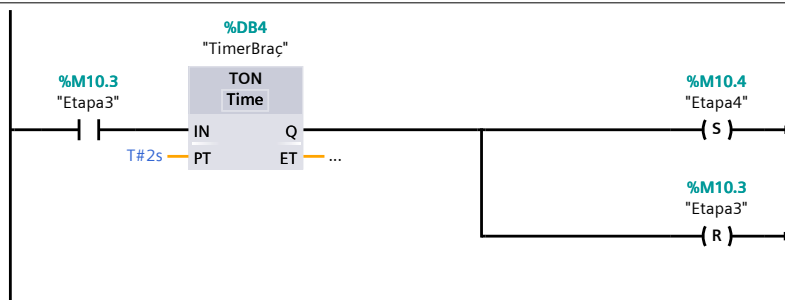
Segmento 5:



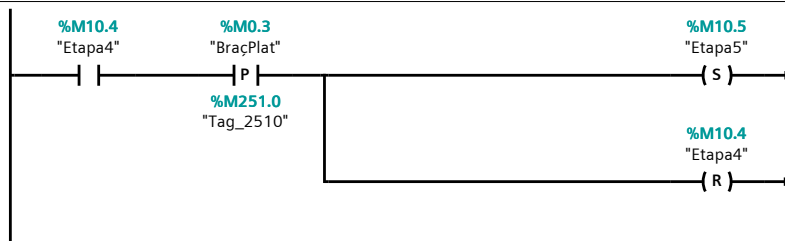
Segmento 6:



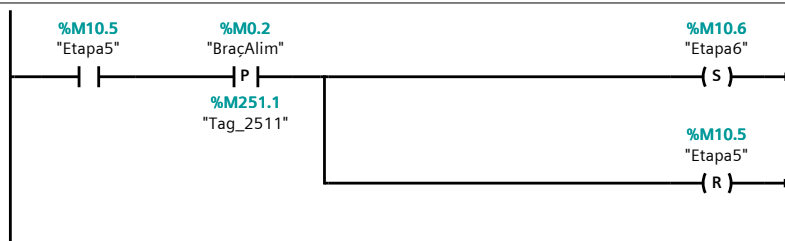
Segmento 7:



Segmento 8:

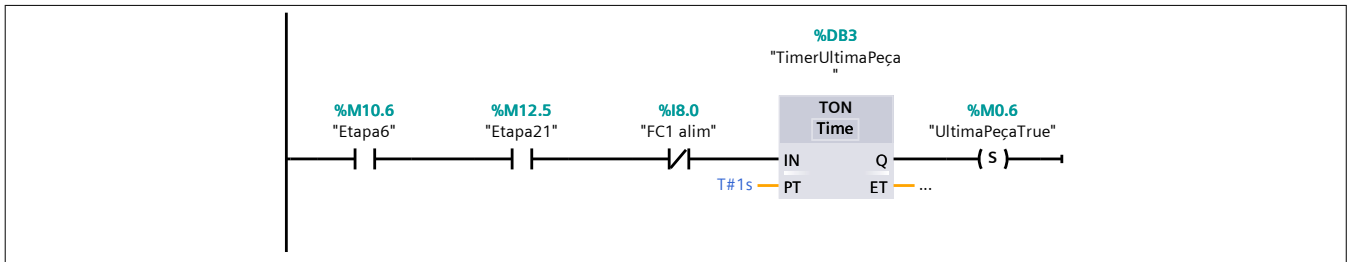


Segmento 9:



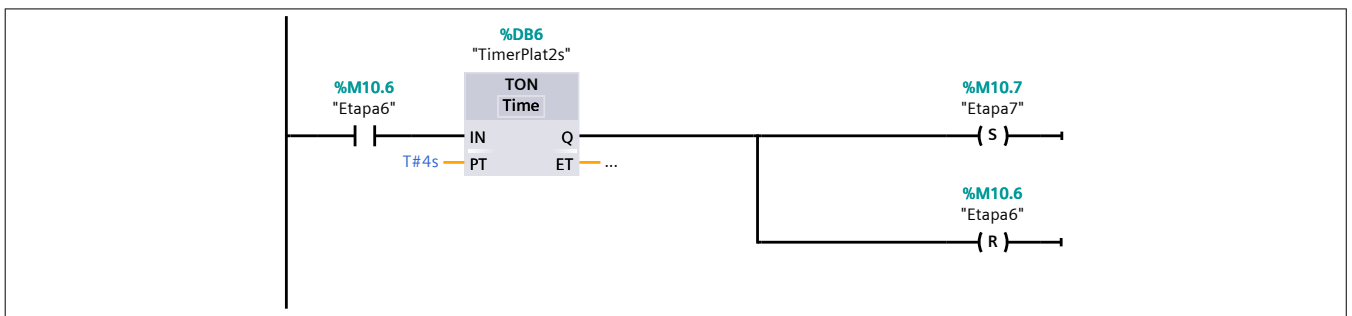
Segmento 10:

Si en mode continuat no es detecta peça al cap de d'un segon



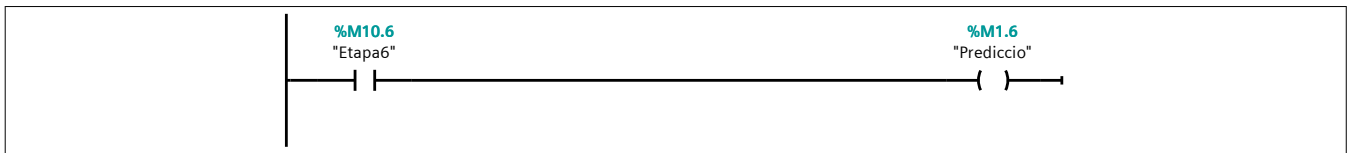
Segmento 11:

Es modifica el timer per a donar temps a la predicció de la raspberry

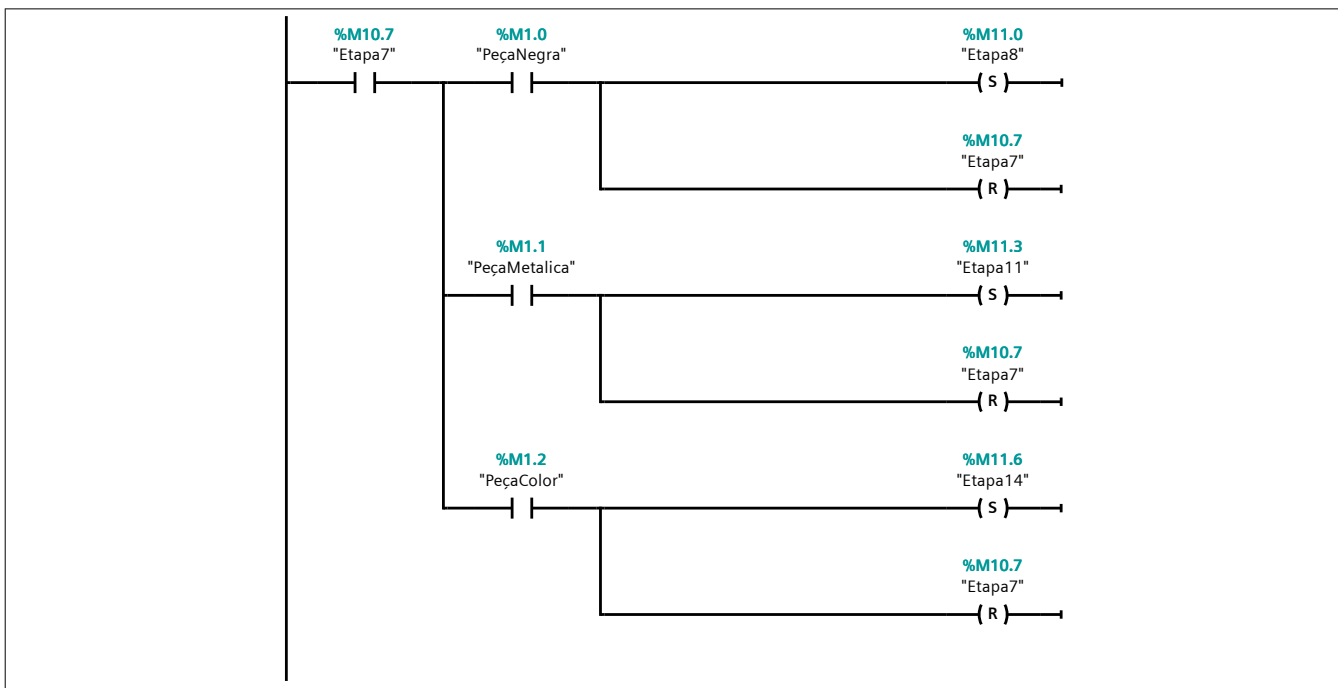


Segmento 12:

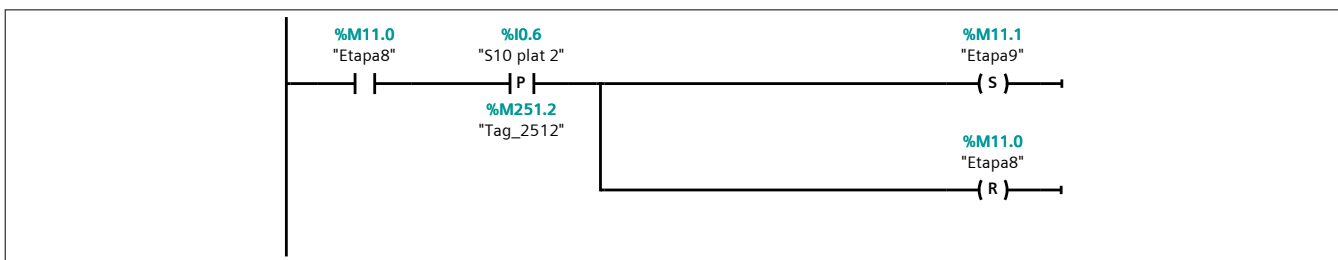
S'activa una marca per iniciar la predicció a Node-RED



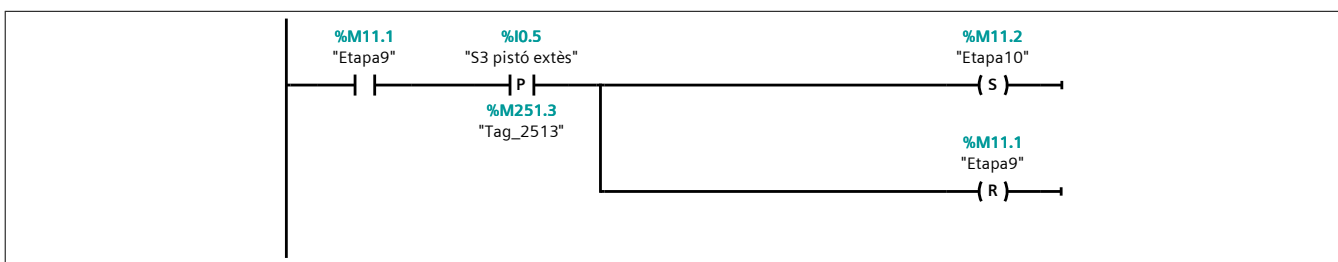
Segmento 13:



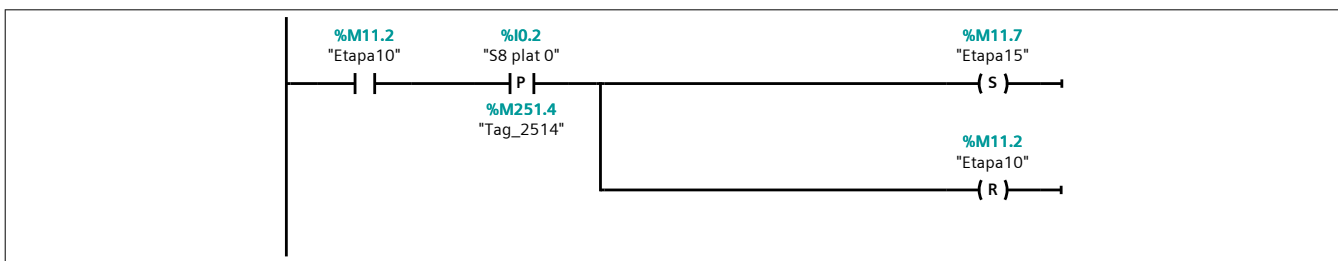
Segmento 14:



Segmento 15:

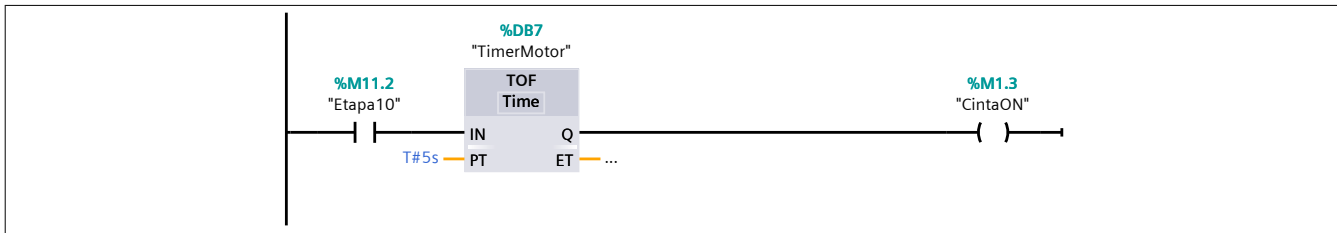


Segmento 16:

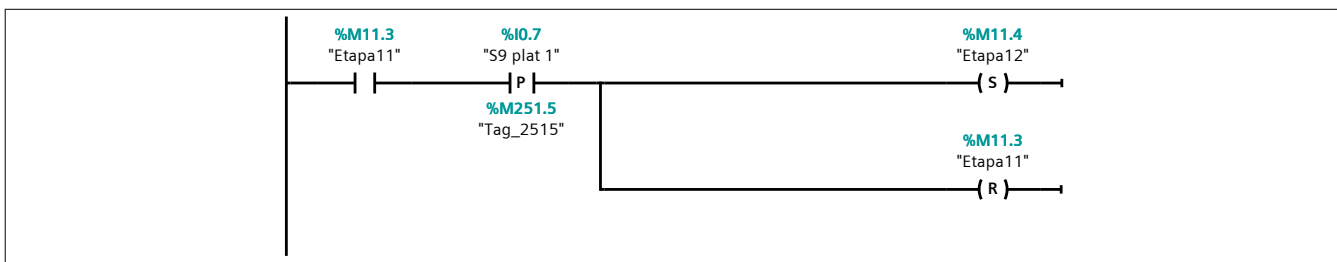


Segmento 17:

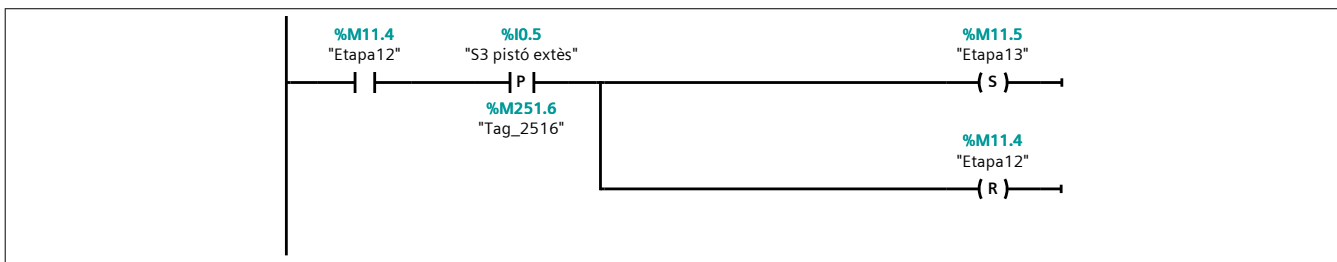
Un cop la peça negra arriba al segon pis, s'activa la cinta transportadora durant 5s



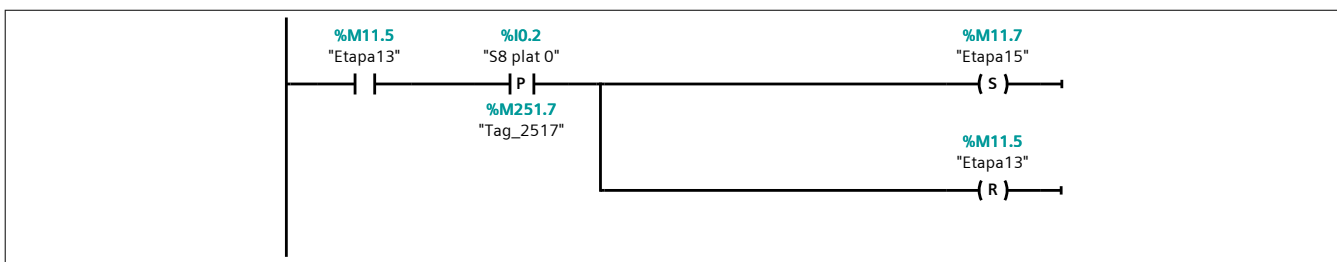
Segmento 18:



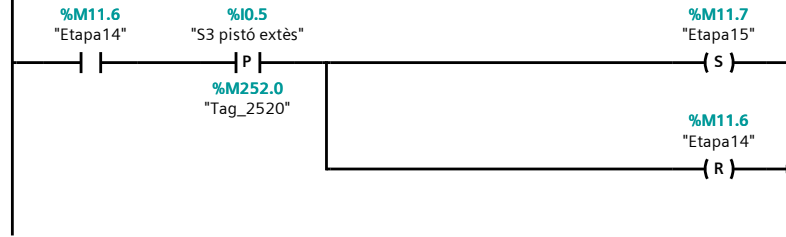
Segmento 19:



Segmento 20:

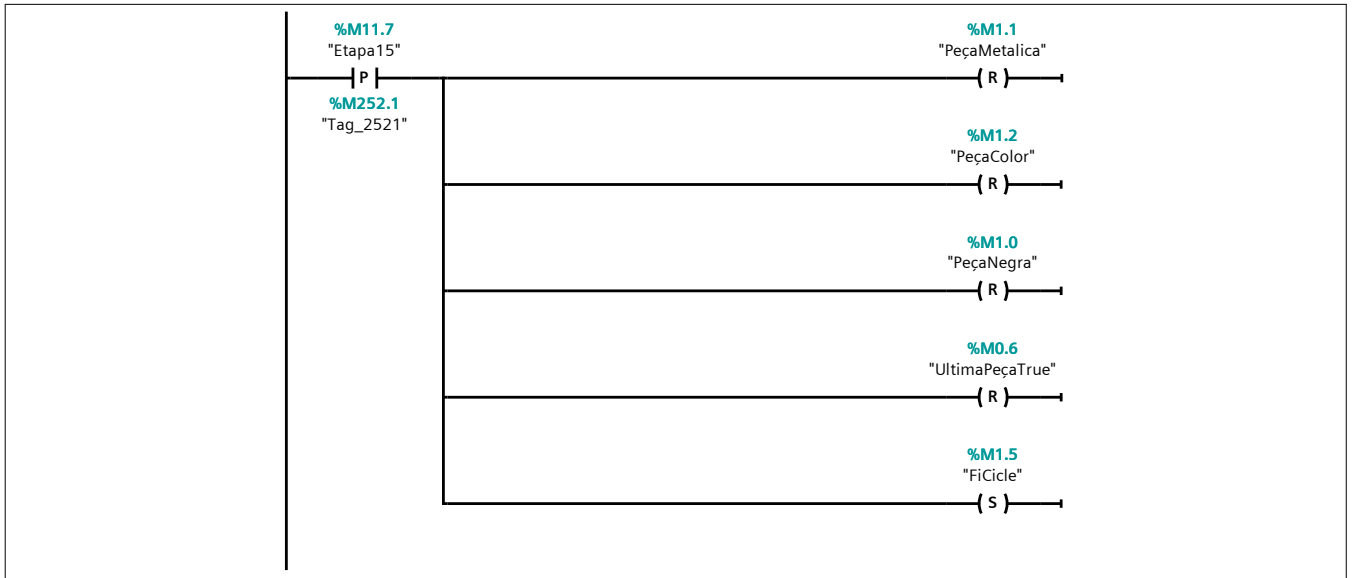


Segmento 21:



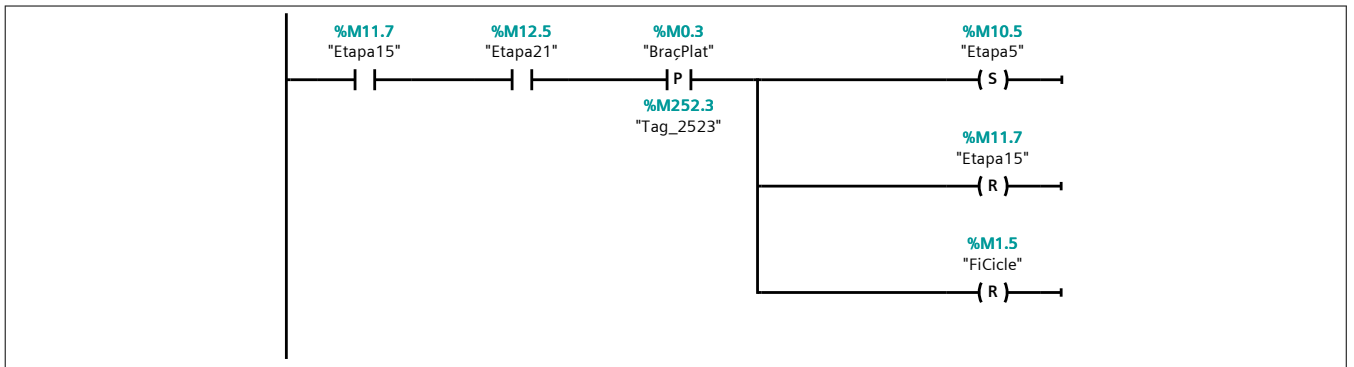
Segmento 22:

Al arribar a la darrera etapa, es fa reset de les marques de cada peça i d'ultima peça. Es fa un set d'una variable que indica el final de cicle



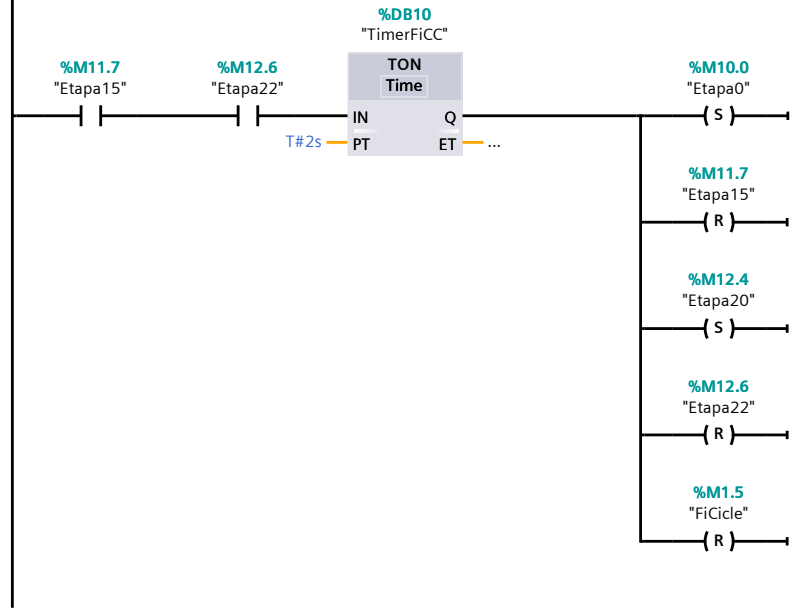
Segmento 23:

Al finalitzar un cicle en producció contínua, es retorna a l'etapa 4 i es reinicia el fi de cicle.



Segmento 24:

Al finalitzar un cicle en l'estat d'última peça, retorna a l'etapa 0 i a l'estat de repòs. Es fa amb un retard de 2s per a donar temps a finalitzar l'última peça en marxa i retornar els actuadors a l'estat inicial



tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

Dades_Planta [DB1]

Dades_Planta Propiedades

General

Nombre	Dades_Planta	Número	1	Tipo	DB
---------------	--------------	---------------	---	-------------	----

Idioma	DB	Numeración	Automático
---------------	----	-------------------	------------

Información

Título		Autor		Comentario	
---------------	--	--------------	--	-------------------	--

Familia		Versión	0.1	ID personalizada	
----------------	--	----------------	-----	-------------------------	--

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible en HMI/O PC UA	Visible en Ingeniería	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static										
T	Real	0.0	0.0	False	True	True	True	False		
CNT_Negra	Real	4.0	0.0	False	True	True	True	False		
CNT_Metal	Real	8.0	0.0	False	True	True	True	False		
CNT_Color	Real	12.0	0.0	False	True	True	True	False		
CNT_PecesT	Real	16.0	0.0	False	True	True	True	False		
CNT_NegraT	Real	20.0	0.0	False	True	True	True	False		
CNT_MetalT	Real	24.0	0.0	False	True	True	True	False		
CNT_ColorT	Real	28.0	0.0	False	True	True	True	False		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

TimerUltimaPeça [DB3]

TimerUltimaPeça Propiedades

General

Nombre	TimerUltimaPeça	Número	3	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor	Simatic	Comentario	
Familia	IEC	Versión	1.0	ID personalizada	IEC_TMR

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escriben HMI/Engineering	Visible en HMI	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

TimerBraç [DB4]

TimerBraç Propiedades

General

Nombre	TimerBraç	Número	4	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario	
Familia	IEC	Versión	1.0	ID personalizada	IEC_TMR

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escriben HMI Engineering	Visible en HMI	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

TimerPlat2s [DB6]

TimerPlat2s Propiedades

General

Nombre	TimerPlat2s	Número	6	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor	Simatic	Comentario	
Familia	IEC	Versión	1.0	ID personalizada	IEC_TMR

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escriben HMI Engineering	Visible en HMI	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

TimerMotor [DB7]

TimerMotor Propiedades

General

Nombre	TimerMotor	Número	7	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor	Simatic	Comentario	
Familia	IEC	Versión	1.0	ID personalizada	IEC_TMR

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escriben HMI Engineering	Visible en HMI	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

TimerFiCC [DB10]

TimerFiCC Propiedades

General

Nombre	TimerFiCC	Número	10	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor	Simatic	Comentario	
Familia	IEC	Versión	1.0	ID personalizada	IEC_TMR












Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escriben HMI Engineering	Visible en HMI	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Variables PLC / Tabla de variables estándar [115]

Variables PLC


















Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Tag_1000	Bool	%M100.0	False	True	True	True		
	Tag_1001	Bool	%M100.1	False	True	True	True		
	Tag_1002	Bool	%M100.2	False	True	True	True		
	Tag_1003	Bool	%M100.3	False	True	True	True		
	Tag_1004	Bool	%M100.4	False	True	True	True		
	Tag_2000	Bool	%M200.0	False	True	True	True		
	Tag_2001	Bool	%M200.1	False	True	True	True		
	Tag_1005	Bool	%M100.5	False	True	True	True		
	Tag_2002	Bool	%M200.2	False	True	True	True		
	Tag_2003	Bool	%M200.3	False	True	True	True		
	Tag_2004	Bool	%M200.4	False	True	True	True		
	Tag_2005	Bool	%M200.5	False	True	True	True		
	Tag_2006	Bool	%M200.6	False	True	True	True		
	Tag_2007	Bool	%M200.7	False	True	True	True		
	Tag_2010	Bool	%M201.0	False	True	True	True		
	Tag_2011	Bool	%M201.1	False	True	True	True		
	Tag_2012	Bool	%M201.2	False	True	True	True		
	Tag_2013	Bool	%M201.3	False	True	True	True		
	Tag_2014	Bool	%M201.4	False	True	True	True		
	Tag_2015	Bool	%M201.5	False	True	True	True		
	Tag_2016	Bool	%M201.6	False	True	True	True		
	Tag_2017	Bool	%M201.7	False	True	True	True		
	Tag_2020	Bool	%M202.0	False	True	True	True		
	Tag_3000	Bool	%M300.0	False	True	True	True		
	Tag_3001	Bool	%M300.1	False	True	True	True		
	Tag_3002	Bool	%M300.2	False	True	True	True		
	Tag_3003	Bool	%M300.3	False	True	True	True		
	Tag_3004	Bool	%M300.4	False	True	True	True		
	Tag_3005	Bool	%M300.5	False	True	True	True		
	Tag_3006	Bool	%M300.6	False	True	True	True		
	Tag_3007	Bool	%M300.7	False	True	True	True		
	Tag_3010	Bool	%M301.0	False	True	True	True		
	Tag_3011	Bool	%M301.1	False	True	True	True		
	Tag_3012	Bool	%M301.2	False	True	True	True		
	Tag_3013	Bool	%M301.3	False	True	True	True		

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Tag_3014	Bool	%M301.4	False	True	True	True		
	Tag_1006	Bool	%M100.6	False	True	True	True		
	Tag_1007	Bool	%M100.7	False	True	True	True		
	Tag_1010	Bool	%M101.0	False	True	True	True		
	Tag_1011	Bool	%M101.1	False	True	True	True		
	Tag_3015	Bool	%M301.5	False	True	True	True		
	Tag_1012	Bool	%M101.2	False	True	True	True		
	Tag_1013	Bool	%M101.3	False	True	True	True		
	Tag_2500	Bool	%M250.0	False	True	True	True		
	Tag_2501	Bool	%M250.1	False	True	True	True		
	Tag_2502	Bool	%M250.2	False	True	True	True		
	Tag_2503	Bool	%M250.3	False	True	True	True		
	Tag_2504	Bool	%M250.4	False	True	True	True		
	Tag_2505	Bool	%M250.5	False	True	True	True		
	Tag_2506	Bool	%M250.6	False	True	True	True		
	Tag_2507	Bool	%M250.7	False	True	True	True		
	Tag_2510	Bool	%M251.0	False	True	True	True		
	Tag_2511	Bool	%M251.1	False	True	True	True		
	Tag_2512	Bool	%M251.2	False	True	True	True		
	Tag_2513	Bool	%M251.3	False	True	True	True		
	Tag_2514	Bool	%M251.4	False	True	True	True		
	Tag_2515	Bool	%M251.5	False	True	True	True		
	Tag_2516	Bool	%M251.6	False	True	True	True		
	Tag_2517	Bool	%M251.7	False	True	True	True		
	Tag_2520	Bool	%M252.0	False	True	True	True		
	Tag_2521	Bool	%M252.1	False	True	True	True		
	Tag_2522	Bool	%M252.2	False	True	True	True		
	Tag_2523	Bool	%M252.3	False	True	True	True		
	CondInit	Bool	%M0.0	False	True	True	True		
	BraçAlim	Bool	%M0.2	False	True	True	True		
	BraçPlat	Bool	%M0.3	False	True	True	True		
	PeçaNegra	Bool	%M1.0	False	True	True	True		
	PeçaMetalica	Bool	%M1.1	False	True	True	True		
	PeçaColor	Bool	%M1.2	False	True	True	True		
	CintaON	Bool	%M1.3	False	True	True	True		
	EstatEM	Bool	%M1.4	False	True	True	True		
	Prediccio	Bool	%M1.6	False	True	True	True		
	Tag_3016	Bool	%M301.6	False	True	True	True		
	Tag_3017	Bool	%M301.7	False	True	True	True		
	Tag_3020	Bool	%M302.0	False	True	True	True		
	Tag_3021	Bool	%M302.1	False	True	True	True		

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Tag_3022	Bool	%M302.2	False	True	True	True		
	Tag_3023	Bool	%M302.3	False	True	True	True		
	Reset_CNT	Bool	%M1.7	False	True	True	True		
	Tag_1	Bool	%M302.4	False	True	True	True		
	RPI Polsador M	Bool	%M2.0	False	True	True	True		
	RPI Polsador P	Bool	%M2.1	False	True	True	True		
	RPI Polsador CC	Bool	%M2.2	False	True	True	True		
	RPI Polsador PE	Bool	%M2.3	False	True	True	True		
	Tag_2	Bool	%M252.4	False	True	True	True		
	Tag_3	Bool	%M252.5	False	True	True	True		
	Tag_4	Bool	%M252.6	False	True	True	True		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Variables PLC / Entrades [17]

Variables PLC

Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Polsador M	Bool	%I0.0	False	True	True	True		
	Polsador P	Bool	%I0.1	False	True	True	True		
	Polsador PE	Bool	%I1.0	False	True	True	True		
	S1 alim comprès	Bool	%I0.4	False	True	True	True		
	S2 alim extès	Bool	%I8.7	False	True	True	True		
	FC1 alim	Bool	%I8.0	False	True	True	True		
	FC2 braç alim	Bool	%I8.3	False	True	True	True		
	FC3 braç plat	Bool	%I8.1	False	True	True	True		
	S3 pistó extès	Bool	%I0.5	False	True	True	True		
	S4 pistó comprès	Bool	%I1.1	False	True	True	True		
	S5 Sensor òptic	Bool	%I8.5	False	True	True	True		
	S6 Sensor ind	Bool	%I0.3	False	True	True	True		
	S7 Sensor cap	Bool	%I8.2	False	True	True	True		
	S8 plat 0	Bool	%I0.2	False	True	True	True		
	S9 plat 1	Bool	%I0.7	False	True	True	True		
	S10 plat 2	Bool	%I0.6	False	True	True	True		
	Polsador CC	Bool	%I1.2	False	True	True	True		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Variables PLC / Etapas [24]










Variables PLC

Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Etapa0	Bool	%M10.0	False	True	True	True		
	Etapa1	Bool	%M10.1	False	True	True	True		
	Etapa2	Bool	%M10.2	False	True	True	True		
	Etapa3	Bool	%M10.3	False	True	True	True		
	Etapa4	Bool	%M10.4	False	True	True	True		
	Etapa5	Bool	%M10.5	False	True	True	True		
	Etapa6	Bool	%M10.6	False	True	True	True		
	Etapa7	Bool	%M10.7	False	True	True	True		
	Etapa8	Bool	%M11.0	False	True	True	True		
	Etapa9	Bool	%M11.1	False	True	True	True		
	Etapa10	Bool	%M11.2	False	True	True	True		
	Etapa11	Bool	%M11.3	False	True	True	True		
	Etapa12	Bool	%M11.4	False	True	True	True		
	Etapa13	Bool	%M11.5	False	True	True	True		
	Etapa14	Bool	%M11.6	False	True	True	True		
	Etapa15	Bool	%M11.7	False	True	True	True		
	Etapa16	Bool	%M12.0	False	True	True	True		
	Etapa20	Bool	%M12.4	False	True	True	True		
	Etapa21	Bool	%M12.5	False	True	True	True		
	Etapa22	Bool	%M12.6	False	True	True	True		
	UltimaPeçaTrue	Bool	%M0.6	False	True	True	True		
	FiCicle	Bool	%M1.5	False	True	True	True		
	Etapa17	Bool	%M12.1	False	True	True	True		
	Etapa18	Bool	%M12.2	False	True	True	True		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Variables PLC / Sortides [10]

Variables PLC

Variables PLC

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	H1 prod cont	Bool	%Q8.1	False	True	True	True		
	E4 pistó alim	Bool	%Q0.3	False	True	True	True		
	E2/1 braç alim	Bool	%Q0.4	False	True	True	True		
	E2/2 braç plat	Bool	%Q0.5	False	True	True	True		
	VS ventosa	Bool	%Q0.1	False	True	True	True		
	E1/1 plat puja	Bool	%Q0.7	False	True	True	True		
	E1/2 plat baixa	Bool	%Q0.6	False	True	True	True		
	E3 pistó plat	Bool	%Q0.2	False	True	True	True		
	A5 motor cinta	Bool	%Q0.0	False	True	True	True		
	H2 prod CC	Bool	%Q8.0	False	True	True	True		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Tablas de observación y forzado permanente

DBs Maniobra

Nombre	Dirección	Formato visualización	Valor de forzado	Comentario
"DBs".AUTO	%DB1.DBX2.1	BOOL		
"DBs".CC	%DB1.DBX2.2	BOOL		
"DBs"."Fi Cicle"	%DB1.DBX2.4	BOOL		
"DBs"."Inici Cicle"	%DB1.DBX2.5	BOOL		
"DBs"."Parada FC"	%DB1.DBX0.6	BOOL		
"DBs".Etapas[0]	%DB1.DBX4.0	BOOL		

tfg_planta_oficial_V14 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Módulos locales

DI 8x24VDC/DQ 8xRelay_1

DI 8x24VDC/DQ 8xRelay_1

General\Información del proyecto

Nombre	DI 8x24VDC/DQ 8xRelay_1	Autor	user
Comentario		Slot	2

General\Información de catálogo

Descripción abreviada	SM 1223 DI8/DQ8 x relé	Descripción	Módulo de entradas y salidas digitales DI8 x 24V DC SINK/SOURCE y DQ8 x relé; retardo a la entrada parametrizable; bloques de bornes enchufables
Referencia	6ES7 223-1PH32-0XB0	Versión de firmware	V2.0

DI 8/DQ 8\Información del proyecto

Nombre	DI 8x24VDC/DQ 8xRelay_1	Comentario	
--------	-------------------------	------------	--

DI 8/DQ 8\Entradas digitales\Filtros de entrada

I8.0 - I8.3	6.40ms	I8.4 - I8.7	6.40ms
-------------	--------	-------------	--------

DI 8/DQ 8\Entradas digitales\Canal0

Dirección de canal	I8.0		
--------------------	------	--	--

DI 8/DQ 8\Entradas digitales\Canal1

Dirección de canal	I8.1		
--------------------	------	--	--

DI 8/DQ 8\Entradas digitales\Canal2

Dirección de canal	I8.2		
--------------------	------	--	--

DI 8/DQ 8\Entradas digitales\Canal3

Dirección de canal	I8.3		
--------------------	------	--	--

DI 8/DQ 8\Entradas digitales\Canal4

Dirección de canal	I8.4		
--------------------	------	--	--

DI 8/DQ 8\Entradas digitales\Canal5

Dirección de canal	I8.5		
--------------------	------	--	--

DI 8/DQ 8\Entradas digitales\Canal6

Dirección de canal	I8.6		
--------------------	------	--	--

DI 8/DQ 8\Entradas digitales\Canal7

Dirección de canal	I8.7		
--------------------	------	--	--

DI 8/DQ 8\Salidas digitales

Reacción a STOP de la CPU	Aplicar valor sustitutivo		
---------------------------	---------------------------	--	--

DI 8/DQ 8\Salidas digitales\Canal0

Dirección de canal	Q8.0	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
--------------------	------	--	---

DI 8/DQ 8\Salidas digitales\Canal1

Dirección de canal	Q8.1	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
--------------------	------	--	---

DI 8/DQ 8\Salidas digitales\Canal2

Dirección de canal	Q8.2	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
--------------------	------	--	---

DI 8/DQ 8\Salidas digitales\Canal3

Dirección de canal	Q8.3	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
--------------------	------	--	---

DI 8/DQ 8\Salidas digitales\Canal4

Dirección de canal	Q8.4	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
--------------------	------	--	---

Totally Integrated Automation Portal			
DI 8/DQ 8\Salidas digitales\Canal5			
Dirección de canal	Q8.5	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
DI 8/DQ 8\Salidas digitales\Canal6			
Dirección de canal	Q8.6	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
DI 8/DQ 8\Salidas digitales\Canal7			
Dirección de canal	Q8.7	Aplicar valor 1 en caso de transición de RUN a STOP.	0
DI 8/DQ 8\Direcciones E/S\Direcciones de entrada			
Dirección inicial	8.0	Dirección final	8.7
Bloque de organización	0	Memoria imagen de proceso	0
DI 8/DQ 8\Direcciones E/S\Direcciones de salida			
Dirección inicial	8.0	Dirección final	8.7
Bloque de organización	0	Memoria imagen de proceso	0
DI 8/DQ 8\ID de hardware\ID de hardware			
ID de hardware	269		

tfg_planta_oficial_V14 / Datos comunes

Categorías

Categorías	
Nombre	Acknowledgement
Nombre de visualización	A
Con acuse	True
Prioridad	0
Nombre	No Acknowledgement
Nombre de visualización	NA
Con acuse	False
Prioridad	0

tfg_planta_oficial_V14 / Idiomas y recursos

Idiomas del proyecto

Idiomas

Idioma de referencia

Español (España)

Idioma de edición

Español (España)

Otros idiomas del proyecto

Vacío

tfg_planta_oficial_V14 / Idiomas y recursos / Textos del proyecto

Textos del proyecto

Textos del proyecto	
Español (España)	
Categoría	Otra categoría de texto
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\Comentario
Español (España)	
Categoría	Comentario del bloque
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Startup [OB100]\Título del bloque
Español (España)	
Categoría	Comentario del bloque
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa\CI [FC1]\Título del bloque
Español (España)	
Categoría	Comentario del bloque
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa\CI [FC1]\Segmento 1\Título del segmento
Español (España)	
Categoría	Comentario del bloque
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa\CI [FC1]\Segmento 2\Título del segmento
Español (España)	
Categoría	Comentario del bloque
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa\CI [FC1]\Segmento 3\Título del segmento
Español (España)	"Main Program Sweep (Cycle)"
Categoría	Comentario del bloque
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Título del bloque
Español (España)	=True, if remanent data are available
Categoría	Comentario del bloque
Referencia	Remanence
Español (España)	A
Categoría	Texto de categoría de aviso
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\Acknowledgement\AlarmClassData_IDisplayNaming_DisplayName
Español (España)	A
Categoría	Texto de categoría de aviso
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\Acknowledgement\ShortName
Español (España)	Al arribar a la darrera etapa, es fa reset de les marques de cada peça i d'ultima peça. Es fa un set d'una variable que indica el final de cicle
Categoría	Comentario del bloque
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Segmento 22\Comentario del segmento
Español (España)	Al finalitzar un cicle en l'estat d'última peça, retorna a l'etapa 0 i a l'estat de repòs. Es fa amb un retard de 2s per a donar temps a finalitzar l'última peça en marxa i retornar els actuadors a l'estat inicial
Categoría	Comentario del bloque
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Segmento 24\Comentario del segmento
Español (España)	Al finalitzar un cicle en producció contínua, es retorna a l'etapa 4 i es reinicia el fi de cicle.
Categoría	Comentario del bloque
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Segmento 23\Comentario del segmento

Totally Integrated Automation Portal		
Español (España)	Al pulsar el botó de la UI de RESET, es reinicien tots els comptadors	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Segmento 9\Comentario del segmento	
Español (España)	aturat->CC	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Maniobra [FC5]\Segmento 2\Comentario del segmento	
Español (España)	aturat->CC	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Segmento 2\Comentario del segmento	
Español (España)	aturat->producció continua	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Maniobra [FC5]\Segmento 1\Comentario del segmento	
Español (España)	aturat->producció continua	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Segmento 1\Comentario del segmento	
Español (España)	Bloc de sortides físiques	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Segmento 3\Comentario del segmento	
Español (España)	Braç a la plataforma	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa\CI [FC1]\Segmento 3\Comentario del segmento	
Español (España)	Braç a l'alimentador	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa\CI [FC1]\Segmento 2\Comentario del segmento	
Español (España)	Cada cop que es detecta qualsevol tipus de peça, s'incrementa el comptador de peces totals	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Segmento 5\Comentario del segmento	
Español (España)	Comprovació de CI i altres estats de la planta	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Segmento 1\Título del segmento	
Español (España)	Condicions inicials i estats coneguts	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa\CI [FC1]\Comentario del bloque	
Español (España)	Es modifica el timer per a donar temps a la predicció de la raspberry	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Segmento 11\Comentario del segmento	
Español (España)	Etape inicial del grafcet	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Startup [OB100]\Segmento 2\Comentario del segmento	
Español (España)	Identificació de l'estat inicial de la planta	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa\CI [FC1]\Segmento 1\Comentario del segmento	
Español (España)	Inicialment la planta es troba en repòs	
Categoría	Comentario del bloque	

Totally Integrated Automation Portal		
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Startup [OB100]\Segmento 1\Comentario del segmento	
Español (España)	Initial call of this OB	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	Initial_Call	
Español (España)	Maiobra a implementar: base o amb IoT	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Segmento 2\Comentario del segmento	
Español (España)	Maniobra de la planta amb les implementacions IoT del projecte	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Comentario del bloque	
Español (España)	NA	
Categoría	Texto de categoría de aviso	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\No Acknowledgement\AlarmClassData_IDisplayNaming_DisplayName	
Español (España)	NA	
Categoría	Texto de categoría de aviso	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\No Acknowledgement\ShortName	
Español (España)	producció contínua->CC	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Maniobra [FC5]\Segmento 3\Comentario del segmento	
Español (España)	producció contínua->CC	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Segmento 3\Comentario del segmento	
Español (España)	Quan es detecta una peça de color, s'incrementa el seu comptador.	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Segmento 7\Comentario del segmento	
Español (España)	Quan es detecta una peça metàl·lica, s'incrementa el seu comptador.	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Segmento 8\Comentario del segmento	
Español (España)	Quan es detecta una peça negra, s'incrementa el seu comptador.	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Segmento 6\Comentario del segmento	
Español (España)	S'activa i desactiva l'estat d'emergència amb un interruptor físic o un botó de la UI	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Segmento 4\Comentario del segmento	
Español (España)	S'activa una marca per iniciar la predicció a Node-RED	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Segmento 12\Comentario del segmento	
Español (España)	Sempre es comprova si el sistema està en condicions inicials	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Main [OB1]\Segmento 1\Comentario del segmento	
Español (España)	S'executa una vegada a l'inici del programa, assignar valors per defecte	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Startup [OB100]\Comentario del bloque	
Español (España)	Si en mode continuat no es detecta peça al cap de dos segons	
Categoría	Comentario del bloque	

Totally Integrated Automation Portal		
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Maniobra [FC5]\Segmento 10\Comentario del segmento	
Español (España)	Si en mode continuat no es detecta peça al cap de d'un segon	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Segmento 10\Comentario del segmento	
Español (España)	Sortides del programa, funcionen per als dos blocs de maniobra. En cas d'emergència, es desactiven totes les sortides	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \Sortides [FC2]\Comentario del bloque	
Español (España)	True if date and time are lost	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	LostRTC	
Español (España)	True if retentive data are lost	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	LostRetentive	
Español (España)	Un cop la peça negra arriba al segon pis, s'activa la cinta transportadora durant 5s	
Categoría	Comentario del bloque	
Referencia	tfg_planta_oficial_V14\PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]\Bloques de programa \ManiobraTM [FC3]\Segmento 17\Comentario del segmento	

2.3. Codi JSON del flux del projecte de Node-RED

```
[
  {
    "id": "0dc283b79dbc2015",
    "type": "tab",
    "label": "PLC",
    "disabled": false,
    "info": "",
    "env": []
  },
  {
    "id": "4ef32b6cb7080b46",
    "type": "tab",
    "label": "Dashboard",
    "disabled": false,
    "info": "",
    "env": []
  },
  {
    "id": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "type": "tab",
    "label": "Producció",
    "disabled": false,
    "info": "",
    "env": []
  },
  {
    "id": "40a6ac9ef8009423",
    "type": "telegram bot",
    "botname": "PlantaPLC_bot",
    "username": "",
    "chatids": "",
    "baseapiurl": "",
    "updatemode": "polling",
    "pollinterval": "300",
    "usesocks": false,
    "sockshost": "",
    "socksprotocol": "socks5",
    "socksport": "6667",
    "socksusername": "anonymous",
    "sockspassword": "",
    "bothost": "",
    "botpath": "",
    "localbotport": "8443",
    "publicbotport": "8443",
    "privatekey": "",
    "certificate": "",
    "useselfsignedcertificate": false,
    "sslterminated": false,
    "verboselogging": false
  },
  {
    "id": "261289da63ccfe9d",
    "type": "s7 endpoint",
    "transport": "iso-on-tcp",
    "address": "192.168.0.1",
    "port": "102",
    "rack": "0",
    "slot": "1",
    "localtsaphi": "01",

```

```
"localtsaplo": "00",
"remotetsaphi": "01",
"remotetsaplo": "00",
"connmode": "rack-slot",
"adapterauto": true,
"adapterport": "",
"busaddr": "2",
"adapteraddr": "0",
"cycletime": "500",
"timeout": "1000",
"verbose": "off",
"name": "PLC Planta",
"variable": [
  {
    "addr": "M2.0",
    "name": "Polsador M"
  },
  {
    "addr": "M2.1",
    "name": "Polsador P"
  },
  {
    "addr": "M2.3",
    "name": "Polsador PE"
  },
  {
    "addr": "M2.2",
    "name": "Polsador CC"
  },
  {
    "addr": "M0.0",
    "name": "CondInit"
  },
  {
    "addr": "M1.0",
    "name": "PeçaNegra"
  },
  {
    "addr": "M1.1",
    "name": "PeçaMetal"
  },
  {
    "addr": "M1.2",
    "name": "PeçaColor"
  },
  {
    "addr": "M1.4",
    "name": "EstatEM"
  },
  {
    "addr": "DB1,REAL0",
    "name": "CNT_Peces"
  },
  {
    "addr": "DB1,REAL4",
    "name": "CNT_Negra"
  },
  {
    "addr": "DB1,REAL8",
    "name": "CNT_Metal"
  },
],
```

```

    {
      "addr": "DB1,REAL12",
      "name": "CNT_Color"
    },
    {
      "addr": "M12.4",
      "name": "Repos"
    },
    {
      "addr": "M12.5",
      "name": "ProdCont"
    },
    {
      "addr": "M12.6",
      "name": "UltimCicle"
    },
    {
      "addr": "M1.6",
      "name": "Prediccio"
    },
    {
      "addr": "M1.7",
      "name": "ResetData"
    },
    {
      "addr": "I8.7",
      "name": "S2AlimExtes"
    },
    {
      "addr": "M0.2",
      "name": "BraçAlim"
    },
    {
      "addr": "M0.3",
      "name": "BraçPlat"
    },
    {
      "addr": "I1.1",
      "name": "S3PistoCompres"
    },
    {
      "addr": "I0.2",
      "name": "S8Plat0"
    },
    {
      "addr": "I0.7",
      "name": "S9Plat1"
    },
    {
      "addr": "I0.6",
      "name": "S10Plat2"
    },
    {
      "addr": "M1.3",
      "name": "CintaON"
    },
    {
      "addr": "DB1,REAL16",
      "name": "CNT_PecesT"
    },
    {

```

```

        "addr": "DB1,REAL20",
        "name": "CNT_NegraT"
    },
    {
        "addr": "DB1,REAL24",
        "name": "CNT_MetalT"
    },
    {
        "addr": "DB1,REAL28",
        "name": "CNT_ColorT"
    }
]
},
{
    "id": "60d00c78a09ee4c0",
    "type": "ui_tab",
    "name": "Control PLC",
    "icon": "dashboard",
    "disabled": false,
    "hidden": false
},
{
    "id": "32020cd36fa4dae4",
    "type": "ui_base",
    "theme": {
        "name": "theme-light",
        "lightTheme": {
            "default": "#0094CE",
            "baseColor": "#3fadb5",
            "baseFont": "-apple-system,BlinkMacSystemFont, Segoe
UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica Neue,sans-serif",
            "edited": true,
            "reset": false
        },
        "darkTheme": {
            "default": "#097479",
            "baseColor": "#097479",
            "baseFont": "-apple-system,BlinkMacSystemFont, Segoe
UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica Neue,sans-serif",
            "edited": false
        },
        "customTheme": {
            "name": "Untitled Theme 1",
            "default": "#4B7930",
            "baseColor": "#4B7930",
            "baseFont": "-apple-system,BlinkMacSystemFont, Segoe
UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica Neue,sans-serif",
            "reset": false
        },
        "themeState": {
            "base-color": {
                "default": "#0094CE",
                "value": "#3fadb5",
                "edited": true
            },
            "page-titlebar-backgroundColor": {
                "value": "#3fadb5",
                "edited": false
            },
            "page-backgroundColor": {
                "value": "#fafafa",

```

```

        "edited": false
    },
    "page-sidebar-backgroundColor": {
        "value": "#ffffff",
        "edited": false
    },
    "group-textColor": {
        "value": "#72c8ce",
        "edited": false
    },
    "group-borderColor": {
        "value": "#ffffff",
        "edited": false
    },
    "group-backgroundColor": {
        "value": "#ffffff",
        "edited": false
    },
    "widget-textColor": {
        "value": "#111111",
        "edited": false
    },
    "widget-backgroundColor": {
        "value": "#3fadb5",
        "edited": false
    },
    "widget-borderColor": {
        "value": "#ffffff",
        "edited": false
    },
    "base-font": {
        "value": "-apple-system,BlinkMacSystemFont, Segoe
UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica Neue,sans-serif"
    }
},
"angularTheme": {
    "primary": "indigo",
    "accents": "blue",
    "warn": "red",
    "background": "grey",
    "palette": "light"
}
},
"site": {
    "name": "Node-RED Dashboard",
    "hideToolbar": "false",
    "allowSwipe": "false",
    "lockMenu": "false",
    "allowTempTheme": "true",
    "dateFormat": "DD/MM/YYYY",
    "sizes": {
        "sx": 48,
        "sy": 48,
        "gx": 6,
        "gy": 6,
        "cx": 6,
        "cy": 6,
        "px": 0,
        "py": 0
    }
}
}

```

```

    },
    {
      "id": "86af721392aa45c6",
      "type": "ui_group",
      "name": "Estat",
      "tab": "60d00c78a09ee4c0",
      "order": 1,
      "disp": false,
      "width": "4",
      "collapse": false,
      "className": ""
    },
    {
      "id": "c50ab27472bf1978",
      "type": "ui_group",
      "name": "Producció",
      "tab": "60d00c78a09ee4c0",
      "order": 2,
      "disp": false,
      "width": "6",
      "collapse": false,
      "className": ""
    },
    {
      "id": "e25d30dcd2696944",
      "type": "gauth",
      "name": "node-red@projint.iam.gserviceaccount.com"
    },
    {
      "id": "a671c24e44b50a42",
      "type": "ui_group",
      "name": "Visualitzador",
      "tab": "603997ea36447a62",
      "order": 3,
      "disp": false,
      "width": 12,
      "collapse": false,
      "className": ""
    },
    {
      "id": "603997ea36447a62",
      "type": "ui_tab",
      "name": "Visualitzador",
      "icon": "fa-industry",
      "order": 2,
      "disabled": false,
      "hidden": false
    },
    {
      "id": "238a705ba9b153c5",
      "type": "teachable machine",
      "z": "0dc283b79dbc2015",
      "name": "",
      "mode": "online",
      "modelUri":
"https://teachablemachine.withgoogle.com/models/cDIuNpazu/",
      "localModel": "teachable_model",
      "output": "best",
      "activeThreshold": false,
      "threshold": 80,
      "activeMaxResults": false,

```

```

    "maxResults": 3,
    "passThrough": false,
    "x": 690,
    "y": 300,
    "wires": [
      [
        "6876ec7b582cd141"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "91fca2b9b399f484",
    "type": "usbcamera",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "filemode": "0",
    "filename": "image01.png",
    "filedefpath": "1",
    "filepath": "/home/admin/Imágenes/",
    "fileformat": "png",
    "resolution": "2",
    "name": "",
    "x": 490,
    "y": 300,
    "wires": [
      [
        "238a705ba9b153c5",
        "017212333c1c3816"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "7d4093fdd41ec2b5",
    "type": "s7 in",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "mode": "single",
    "variable": "Predicció",
    "diff": false,
    "name": "",
    "x": 180,
    "y": 300,
    "wires": [
      [
        "eac209ecf2d45d5a"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "6876ec7b582cd141",
    "type": "switch",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "name": "",
    "property": "payload[0].class",
    "propertyType": "msg",
    "rules": [
      {
        "t": "eq",
        "v": "Negra",
        "vt": "str"
      },
    ],
  }

```

```

        "t": "eq",
        "v": "Color",
        "vt": "str"
    },
    {
        "t": "eq",
        "v": "Metall",
        "vt": "str"
    }
],
"checkall": "true",
"repair": false,
"outputs": 3,
"x": 870,
"y": 300,
"wires": [
    [
        "21b0f50f4c95dd9f"
    ],
    [
        "b6fe366485d70668"
    ],
    [
        "7dc6fd7a62f941e5"
    ]
]
},
{
    "id": "eac209ecf2d45d5a",
    "type": "function",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "name": "Flanc",
    "func": "var prevState = context.get(\"prevState\") || false;
//valor per defecte\n\nvar currentState = msg.payload; //guarda l'estat
actual\n\nif (prevState === false && currentState === true) { //comprova
si hi ha flanc ascendent\n\n    context.set(\"prevState\", currentState);
//actualitzar l'estat anterior\n\n    return
msg;\n}\n\ncontext.set(\"prevState\", currentState); //si no es flanc
ascendent, actualitzar sense retornar senyal\n\nreturn null;";
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 330,
    "y": 300,
    "wires": [
        [
            "91fca2b9b399f484"
        ]
    ]
},
{
    "id": "b0b2a88a826084b2",
    "type": "s7 out",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "variable": "PeçaNegra",
    "name": "",
    "x": 1190,
    "y": 240,

```

```

    "wires": []
  },
  {
    "id": "d7334b291b925f2e",
    "type": "s7 out",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "variable": "PeçaColor",
    "name": "",
    "x": 1190,
    "y": 300,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "61ade7abfdcea9be",
    "type": "s7 out",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "variable": "PeçaMetal",
    "name": "",
    "x": 1190,
    "y": 360,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "b6fe366485d70668",
    "type": "trigger",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "name": "",
    "op1": "true",
    "op2": "",
    "op1type": "bool",
    "op2type": "nul",
    "duration": "1",
    "extend": false,
    "overrideDelay": false,
    "units": "ms",
    "reset": "",
    "bytopic": "all",
    "topic": "topic",
    "outputs": 1,
    "x": 1030,
    "y": 300,
    "wires": [
      [
        "d7334b291b925f2e"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "21b0f50f4c95dd9f",
    "type": "trigger",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "name": "",
    "op1": "true",
    "op2": "",
    "op1type": "bool",
    "op2type": "nul",
    "duration": "1",
    "extend": false,
    "overrideDelay": false,

```

```

    "units": "ms",
    "reset": "",
    "bytopic": "all",
    "topic": "topic",
    "outputs": 1,
    "x": 1030,
    "y": 260,
    "wires": [
      [
        "b0b2a88a826084b2"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "7dc6fd7a62f941e5",
    "type": "trigger",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "name": "",
    "op1": "true",
    "op2": "",
    "op1type": "bool",
    "op2type": "nul",
    "duration": "1",
    "extend": false,
    "overrideDelay": false,
    "units": "ms",
    "reset": "",
    "bytopic": "all",
    "topic": "topic",
    "outputs": 1,
    "x": 1030,
    "y": 340,
    "wires": [
      [
        "61ade7abfdcea9be"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "2be2e7a20b981c88",
    "type": "inject",
    "z": "0dc283b79dbc2015",
    "name": "",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ]
  },
  "repeat": "",
  "crontab": "",
  "once": false,
  "onceDelay": 0.1,
  "topic": "",
  "payload": "",
  "payloadType": "date",
  "x": 200,
  "y": 140,

```

```

        "wires": [
          [
            "27fb1058e47e3b47"
          ]
        ]
      },
      {
        "id": "27fb1058e47e3b47",
        "type": "trigger",
        "z": "0dc283b79dbc2015",
        "name": "",
        "op1": "true",
        "op2": "false",
        "op1type": "bool",
        "op2type": "bool",
        "duration": "500",
        "extend": false,
        "overrideDelay": false,
        "units": "ms",
        "reset": "",
        "bytopic": "all",
        "topic": "topic",
        "outputs": 1,
        "x": 260,
        "y": 220,
        "wires": [
          [
            "eac209ecf2d45d5a"
          ]
        ]
      },
      {
        "id": "017212333c1c3816",
        "type": "teachable machine",
        "z": "0dc283b79dbc2015",
        "d": true,
        "name": "",
        "mode": "online",
        "modelUri":
"https://teachablemachine.withgoogle.com/models/xdxESbRRJ/",
        "localModel": "teachable_model",
        "output": "best",
        "activeThreshold": false,
        "threshold": 80,
        "activeMaxResults": true,
        "maxResults": 3,
        "passThrough": false,
        "x": 690,
        "y": 360,
        "wires": [
          []
        ]
      },
      {
        "id": "e194124769d6da16",
        "type": "ui_button",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "M",
        "group": "86af721392aa45c6",
        "order": 1,
        "width": 2,

```

```

    "height": 2,
    "passthru": true,
    "label": "<font size = 8>M",
    "tooltip": "",
    "color": "",
    "bgcolor": "",
    "className": "",
    "icon": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "str",
    "topic": "topic",
    "topicType": "msg",
    "x": 190,
    "y": 160,
    "wires": [
      [
        "dab4b3c162e5ce79"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "f12faa121f0cdf01",
    "type": "s7 out",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "variable": "Polsador M",
    "name": "",
    "x": 550,
    "y": 160,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "17196ded99421f26",
    "type": "s7 in",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "mode": "single",
    "variable": "CNT_Peces",
    "diff": true,
    "name": "",
    "x": 990,
    "y": 140,
    "wires": [
      [
        "0a680f9419611b93",
        "977fa49cd86f6eb4"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "16623691a9dd7461",
    "type": "s7 in",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "mode": "single",
    "variable": "Repos",
    "diff": true,
    "name": "",
    "x": 190,
    "y": 680,
    "wires": [

```

```

        [
            "2679c24616c5a3af"
        ]
    ],
    {
        "id": "ce2f2666a195702f",
        "type": "s7 out",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "variable": "Polsador CC",
        "name": "",
        "x": 550,
        "y": 400,
        "wires": []
    },
    {
        "id": "bfff0c566354dac7d",
        "type": "s7 out",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "variable": "Polsador P",
        "name": "",
        "x": 550,
        "y": 280,
        "wires": []
    },
    {
        "id": "0bdd9838bab2da95",
        "type": "s7 out",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "variable": "Polsador PE",
        "name": "",
        "x": 550,
        "y": 520,
        "wires": []
    },
    {
        "id": "1c91358f4499f7f1",
        "type": "s7 in",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "mode": "single",
        "variable": "ProdCont",
        "diff": true,
        "name": "",
        "x": 200,
        "y": 740,
        "wires": [
            [
                "2679c24616c5a3af"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "a3470e6d43b1a0b7",
        "type": "s7 in",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "mode": "single",
    }

```

```

    "variable": "UltimCicle",
    "diff": true,
    "name": "",
    "x": 200,
    "y": 800,
    "wires": [
      [
        "2679c24616c5a3af"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "dab4b3c162e5ce79",
    "type": "trigger",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "",
    "op1": "true",
    "op2": "false",
    "op1type": "bool",
    "op2type": "bool",
    "duration": "1",
    "extend": false,
    "overrideDelay": false,
    "units": "s",
    "reset": "",
    "bytopic": "all",
    "topic": "topic",
    "outputs": 1,
    "x": 360,
    "y": 160,
    "wires": [
      [
        "f12faa121f0cdf01"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "38654064ee4ba21d",
    "type": "inject",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "M",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 190,
    "y": 200,
    "wires": [
      [

```

```

        "dab4b3c162e5ce79"
    ]
}
{
    "id": "f1cb9b488f603f0e",
    "type": "trigger",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "",
    "op1": "true",
    "op2": "false",
    "op1type": "bool",
    "op2type": "bool",
    "duration": "1",
    "extend": false,
    "overrideDelay": false,
    "units": "s",
    "reset": "",
    "bytopic": "all",
    "topic": "topic",
    "outputs": 1,
    "x": 360,
    "y": 400,
    "wires": [
        [
            "ce2f2666a195702f"
        ]
    ]
},
{
    "id": "dfddab842a72103c",
    "type": "inject",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "CC",
    "props": [
        {
            "p": "payload"
        },
        {
            "p": "topic",
            "vt": "str"
        }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 190,
    "y": 440,
    "wires": [
        [
            "f1cb9b488f603f0e"
        ]
    ]
},
{
    "id": "378f39825d5342d4",
    "type": "trigger",

```

```

    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "",
    "op1": "true",
    "op2": "false",
    "op1type": "bool",
    "op2type": "bool",
    "duration": "1",
    "extend": false,
    "overrideDelay": false,
    "units": "s",
    "reset": "",
    "bytopic": "all",
    "topic": "topic",
    "outputs": 1,
    "x": 360,
    "y": 280,
    "wires": [
      [
        "bff0c566354dac7d"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "1b012ae5fd2d4d10",
    "type": "inject",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "P",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 190,
    "y": 320,
    "wires": [
      [
        "378f39825d5342d4"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "f44aab3697d2b5fc",
    "type": "inject",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "EM",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {

```

```

        "p": "topic",
        "vt": "str"
    }
],
"repeat": "",
"crontab": "",
"once": false,
"onceDelay": 0.1,
"topic": "",
"payload": "",
"payloadType": "date",
"x": 190,
"y": 560,
"wires": [
    [
        "23b329ce4f494b4d"
    ]
]
},
{
    "id": "790bba933adb1e6b",
    "type": "ui_button",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "CC",
    "group": "86af721392aa45c6",
    "order": 3,
    "width": 2,
    "height": 2,
    "passthru": true,
    "label": "<font size = 8>CC",
    "tooltip": "",
    "color": "",
    "bgcolor": "",
    "className": "",
    "icon": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "str",
    "topic": "topic",
    "topicType": "msg",
    "x": 190,
    "y": 400,
    "wires": [
        [
            "f1cb9b488f603f0e"
        ]
    ]
},
{
    "id": "754da3494ac67f5b",
    "type": "ui_button",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "P",
    "group": "86af721392aa45c6",
    "order": 2,
    "width": 2,
    "height": 2,
    "passthru": true,
    "label": "<font size = 8>P",
    "tooltip": "",
    "color": "",
    "bgcolor": "",

```

```

        "className": "",
        "icon": "",
        "payload": "",
        "payloadType": "str",
        "topic": "topic",
        "topicType": "msg",
        "x": 190,
        "y": 280,
        "wires": [
            [
                "378f39825d5342d4"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "74b0b6e35462de49",
        "type": "ui_button",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "EM",
        "group": "86af721392aa45c6",
        "order": 4,
        "width": 2,
        "height": 2,
        "passthru": true,
        "label": "<font size = 8>EM",
        "tooltip": "",
        "color": "",
        "bgcolor": "#E9967A",
        "className": "",
        "icon": "",
        "payload": "",
        "payloadType": "str",
        "topic": "topic",
        "topicType": "msg",
        "x": 190,
        "y": 520,
        "wires": [
            [
                "23b329ce4f494b4d"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "23b329ce4f494b4d",
        "type": "function",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "Toggle Em",
        "func": "var ParadaEM = context.get(\"ParadaEM\") || false;
//inicialitzem          en          fals\n\nParadaEM          =
!ParadaEM;\n\ncontext.set(\"ParadaEM\", ParadaEM); //actualitzar el
context amb el nou estat\n\nmsg.payload = ParadaEM; //valor del
payload\n\nreturn msg;",
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
        "finalize": "",
        "libs": [],
        "x": 370,
        "y": 520,
        "wires": [
            [

```

```

        "0bdd9838bab2da95",
        "143093ad7bc9a32d",
        "1517872fb9e0ac30"
    ]
}
{
    "id": "a831b864ab90bf78",
    "type": "ui_toast",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "position": "top right",
    "displayTime": "2",
    "highlight": "",
    "sendall": true,
    "outputs": 0,
    "ok": "OK",
    "cancel": "",
    "raw": false,
    "className": "",
    "topic": "",
    "name": "Estat Emergència",
    "x": 750,
    "y": 600,
    "wires": []
},
{
    "id": "0a680f9419611b93",
    "type": "ui_text",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "group": "c50ab27472bf1978",
    "order": 1,
    "width": 6,
    "height": 1,
    "name": "",
    "label": "Nº peces",
    "format": "{{msg.payload}}",
    "layout": "row-spread",
    "className": "",
    "x": 1340,
    "y": 140,
    "wires": []
},
{
    "id": "e14c389392704aea",
    "type": "ui_text",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "group": "86af721392aa45c6",
    "order": 7,
    "width": 4,
    "height": 1,
    "name": "EstatEM",
    "label": "",
    "format": "<font size = 4>{{msg.payload}}",
    "layout": "row-center",
    "className": "",
    "x": 780,
    "y": 560,
    "wires": []
},
{
    "id": "143093ad7bc9a32d",

```

```

        "type": "function",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "EstatEM",
        "func": "if (msg.payload === true) {\n    msg.payload = \"Aturada
d'Emergència\";    //quan és true, la sortida ho indica\n} else if
(msg.payload === false) {\n    msg.payload = \" \";    //quan és false,
no apareix cap text\n} else {\n    msg.payload = \"Estat desconegut\"
//en cas d'error\n}\nreturn msg;\"",
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
        "finalize": "",
        "libs": [],
        "x": 540,
        "y": 560,
        "wires": [
            [
                "e14c389392704aea"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "f23b377cc08230d5",
        "type": "ui_text",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "group": "86af721392aa45c6",
        "order": 5,
        "width": 4,
        "height": 1,
        "name": "Estat",
        "label": "",
        "format": "<font size = 4>{{msg.payload}}",
        "layout": "row-center",
        "className": "",
        "x": 610,
        "y": 700,
        "wires": []
    },
    {
        "id": "2679c24616c5a3af",
        "type": "function",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "EstatPLC",
        "func": "//Si es rep un true, s'actualitza el text amb
l'estat\nif((msg.topic === \"Repos\")&&(msg.payload === true)) {\n
msg.payload = \"REPÒS\";\n} else if ((msg.topic ===
\"ProdCont\")&&(msg.payload === true)) {\n    msg.payload = \"PROD.
CONTÍNUA\";\n} else if ((msg.topic === \"UltimCicle\")&&(msg.payload ===
true)) {\n    msg.payload = \"ÚLTIM CICLE\";\n} else {\n    return
null;\n}\n\nreturn msg;\"",
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
        "finalize": "",
        "libs": [],
        "x": 380,
        "y": 740,
        "wires": [
            [
                "f23b377cc08230d5",
                "16fe488f7b48d28c"
            ]
        ]
    }

```

```

        ]
    ],
    {
        "id": "2943f893635efd13",
        "type": "s7 in",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "mode": "single",
        "variable": "CNT_Negra",
        "diff": true,
        "name": "",
        "x": 990,
        "y": 200,
        "wires": [
            [
                "4c094c0777991062",
                "977fa49cd86f6eb4"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "4c094c0777991062",
        "type": "ui_text",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "group": "c50ab27472bf1978",
        "order": 2,
        "width": 6,
        "height": 1,
        "name": "",
        "label": " negres",
        "format": "{{msg.payload}}",
        "layout": "row-spread",
        "className": "",
        "x": 1340,
        "y": 200,
        "wires": []
    },
    {
        "id": "022088fale653d3b",
        "type": "s7 in",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "mode": "single",
        "variable": "CNT_Color",
        "diff": true,
        "name": "",
        "x": 990,
        "y": 260,
        "wires": [
            [
                "6384e9d4e59ae9b6",
                "977fa49cd86f6eb4"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "6384e9d4e59ae9b6",
        "type": "ui_text",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "group": "c50ab27472bf1978",
    }

```

```

    "order": 3,
    "width": 6,
    "height": 1,
    "name": "",
    "label": "  color",
    "format": "{{msg.payload}}",
    "layout": "row-spread",
    "className": "",
    "x": 1350,
    "y": 260,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "f29105ae49979c95",
    "type": "s7 in",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "mode": "single",
    "variable": "CNT_Metal",
    "diff": true,
    "name": "",
    "x": 990,
    "y": 320,
    "wires": [
      [
        "7797bbe6d7654868",
        "977fa49cd86f6eb4"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "7797bbe6d7654868",
    "type": "ui_text",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "group": "c50ab27472bf1978",
    "order": 4,
    "width": 6,
    "height": 1,
    "name": "",
    "label": "  metall",
    "format": "{{msg.payload}}",
    "layout": "row-spread",
    "className": "",
    "x": 1350,
    "y": 320,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "4fdacea78856alb9",
    "type": "telegram command",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "",
    "command": "/inputs",
    "description": "",
    "registercommand": false,
    "language": "",
    "scope": "default",
    "bot": "40a6ac9ef8009423",
    "strict": false,
    "hasresponse": true,
    "useregex": false,

```



```

    "autoanswer": false,
    "x": 990,
    "y": 900,
    "wires": [
      [
        "46af7b2be1b10d06"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "46af7b2be1b10d06",
    "type": "function",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "Callback",
    "func": "\n//guarda l'id al context del flux\nvar chatId =
msg.payload.chatId; \nflow.set(\"chatId\", chatId);\n\nmsg.callback =
msg.payload;\n\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 1160,
    "y": 900,
    "wires": [
      [
        "571cb35fcc4bfdd6",
        "c411ddc80d44012e",
        "436b28714a408921",
        "c6e10931625150b8"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "571cb35fcc4bfdd6",
    "type": "function",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "M",
    "func": "\n//Si s'escull polsador M,
procedeix\nif(msg.callback.content == 1){\n  return msg;\n}\n\nelse {\n
return null;\n}",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 1370,
    "y": 900,
    "wires": [
      [
        "f51526704ab22521"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "c411ddc80d44012e",
    "type": "function",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "CC",

```

```

    "func":          "//Si          s'escull          polsador          CC,
procedeix\nif(msg.callback.content == 3){\n          return msg;\n}\n\nelse {\n
return null;\n}",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 1370,
    "y": 980,
    "wires": [
        [
            "32d39ddd181c539a"
        ]
    ]
},
{
    "id": "436b28714a408921",
    "type": "function",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "P",
    "func":          "//Si          s'escull          polsador          P,
procedeix\nif(msg.callback.content == 2){\n          return msg;\n}\n\nelse {\n
return null;\n}",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 1370,
    "y": 940,
    "wires": [
        [
            "9d87ea4a7b3eaf1a"
        ]
    ]
},
{
    "id": "c6e10931625150b8",
    "type": "function",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "EM",
    "func":          "//Si          s'escull          polsador          EM,
procedeix\nif(msg.callback.content == 4){\n          return msg;\n}\n\nelse {\n
return null;\n}",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 1370,
    "y": 1020,
    "wires": [
        [
            "c9e13909ce941c81"
        ]
    ]
},
{
    "id": "f51526704ab22521",
    "type": "link out",

```

```

    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "link out M",
    "mode": "link",
    "links": [
      "29e4ca325ca94070"
    ],
    "x": 1475,
    "y": 900,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "32d39ddd181c539a",
    "type": "link out",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "link out CC",
    "mode": "link",
    "links": [
      "6c0796cf9b2ac636"
    ],
    "x": 1475,
    "y": 980,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "9d87ea4a7b3eaf1a",
    "type": "link out",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "link out P",
    "mode": "link",
    "links": [
      "dd175fcb2bd17b87"
    ],
    "x": 1475,
    "y": 940,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "c9e13909ce941c81",
    "type": "link out",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "link out EM",
    "mode": "link",
    "links": [
      "bd429a3aeffd0a8b"
    ],
    "x": 1475,
    "y": 1020,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "29e4ca325ca94070",
    "type": "link in",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "link in M",
    "links": [
      "f51526704ab22521"
    ],
    "x": 225,
    "y": 120,
    "wires": [

```

```

        "dab4b3c162e5ce79"
    ]
}
{
    "id": "6c0796cf9b2ac636",
    "type": "link in",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "link in CC",
    "links": [
        "32d39ddd181c539a"
    ],
    "x": 225,
    "y": 360,
    "wires": [
        [
            "f1cb9b488f603f0e"
        ]
    ]
},
{
    "id": "dd175fcb2bd17b87",
    "type": "link in",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "link in P",
    "links": [
        "9d87ea4a7b3eaf1a"
    ],
    "x": 225,
    "y": 240,
    "wires": [
        [
            "378f39825d5342d4"
        ]
    ]
},
{
    "id": "bd429a3aeffd0a8b",
    "type": "link in",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "link in EM",
    "links": [
        "c9e13909ce941c81"
    ],
    "x": 225,
    "y": 480,
    "wires": [
        [
            "23b329ce4f494b4d"
        ]
    ]
},
{
    "id": "332c4fd5719e8d29",
    "type": "ui_button",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "RData",
    "group": "c50ab27472bf1978",
    "order": 6,
    "width": 6,
    "height": 1,

```

```

    "passthru": true,
    "label": "<font size = 4>Restablir dades",
    "tooltip": "",
    "color": "",
    "bgcolor": "",
    "className": "",
    "icon": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "str",
    "topic": "topic",
    "topicType": "msg",
    "x": 190,
    "y": 620,
    "wires": [
      [
        "e4de6b2ecea31ab7"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "369ac60f33429cdf",
    "type": "s7 out",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "variable": "ResetData",
    "name": "",
    "x": 1390,
    "y": 720,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "fd38f121046bcb52",
    "type": "trigger",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "",
    "op1": "true",
    "op2": "false",
    "op1type": "bool",
    "op2type": "bool",
    "duration": "2",
    "extend": false,
    "overrideDelay": false,
    "units": "s",
    "reset": "",
    "bytopic": "all",
    "topic": "topic",
    "outputs": 1,
    "x": 1160,
    "y": 720,
    "wires": [
      [
        "369ac60f33429cdf"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "940ca069a8a59ce7",
    "type": "telegram command",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "",
    "command": "/reset",

```



```

    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "group": "86af721392aa45c6",
    "order": 6,
    "width": 4,
    "height": 1,
    "name": "CondInit",
    "label": "",
    "format": "<font size = 4><font color= green>{{msg.payload}}",
    "layout": "row-center",
    "className": "",
    "x": 600,
    "y": 860,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "a03874a65a67ccad",
    "type": "function",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "CondInit",
    "func": "if (msg.payload === true) {\n      msg.payload = \n\"Condicions inicials\"; //quan és true, la sortida ho indica\n} else if (msg.payload === false) {\n      msg.payload = \" \"; //quan és false, no apareix cap text\n} else {\n      msg.payload = \"Error\" //en cas d'error\n}\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 380,
    "y": 860,
    "wires": [
      [
        "daa23d9404fedf50"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "63ed3992b659aa41",
    "type": "ui_toast",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "position": "top right",
    "displayTime": "2",
    "highlight": "",
    "sendall": true,
    "outputs": 0,
    "ok": "OK",
    "cancel": "",
    "raw": false,
    "className": "",
    "topic": "",
    "name": "Reset",
    "x": 1370,
    "y": 660,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "c7f5cde5b2e031f5",
    "type": "function",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "noti CI",

```

```

        "func": "msg.payload = \"Dades de producció restablertes
correctament.\";\n\nreturn msg;";
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
        "finalize": "",
        "libs": [],
        "x": 1150,
        "y": 660,
        "wires": [
            [
                "63ed3992b659aa41"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "1517872fb9e0ac30",
        "type": "function",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "noti EM",
        "func": "if (msg.payload === true) {\n        msg.payload =
\"Emergència activada.\"; //quan és true, la sortida ho indica\n} else
if (msg.payload === false) {\n        msg.payload = \"Emergència
desactivada.\"; //quan és false, no apareix cap text\n} \nreturn
msg;";
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
        "finalize": "",
        "libs": [],
        "x": 540,
        "y": 600,
        "wires": [
            [
                "a831b864ab90bf78"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "977fa49cd86f6eb4",
        "type": "function",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "Guardar CNT",
        "func": "//objecte on guardarels valors actuals, amb els camps
inicialitzats en fals\nvar CNT_PLC = global.get(\"CNT_PLC\") || {\n
Peces: 0,\n    Negra: 0,\n    Color: 0,\n    Metal: 0\n}; \n\n//guarda
l'estat de cada marca en una variable global\nif(msg.topic ===
\"CNT_Peces\") {\n    CNT_PLC.Peces = msg.payload;\n} else if (msg.topic
=== \"CNT_Negra\") {\n    CNT_PLC.Negra = msg.payload;\n} else if
(msg.topic === \"CNT_Color\") {\n    CNT_PLC.Color = msg.payload;\n} else
if (msg.topic === \"CNT_Metal\") {\n    CNT_PLC.Metal =
msg.payload;\n}\n\n//actualitzar l'estat a la variable
global\nglobal.set(\"CNT_PLC\", CNT_PLC);\n\nreturn msg;";
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
        "finalize": "",
        "libs": [],
        "x": 1540,
        "y": 240,
        "wires": [
    
```



```

        "bot": "40a6ac9ef8009423",
        "haserroroutput": false,
        "outputs": 1,
        "x": 1380,
        "y": 600,
        "wires": [
            []
        ]
    },
    {
        "id": "fd3ffc9284b5e21a",
        "type": "ui_template",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "group": "a671c24e44b50a42",
        "name": "Imatge de fons",
        "order": 1,
        "width": 10,
        "height": 6,
        "format": "<div style=\"position: relative; width: 100%; height: 100%;>\n
        <img src=\"http://127.0.0.1:1880/Lay2out.jpg\" style=\"width: 100%; height: auto;\"/>\n</div>\n",
        "storeOutMessages": true,
        "fwdInMessages": true,
        "resendOnRefresh": true,
        "templateScope": "local",
        "className": "",
        "x": 2140,
        "y": 140,
        "wires": [
            []
        ]
    },
    {
        "id": "5530c1cb6f4a1ac7",
        "type": "s7 in",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "mode": "single",
        "variable": "BraçAlim",
        "diff": true,
        "name": "",
        "x": 1820,
        "y": 320,
        "wires": [
            [
                "9d90e676c8268c1a"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "9d90e676c8268c1a",
        "type": "function",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "E2",
        "func": "//quan es rep un true actualitza el text\nif ((msg.topic === \"BraçAlim\") && (msg.payload === true)) {\n    msg.payload = \"AL\";\n} else if ((msg.topic === \"BraçPlat\") && (msg.payload === true)) {\n    msg.payload = \"PL\";\n} else {\n    return null;\n}\n\nreturn msg;",
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
    }

```

```

    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 1990,
    "y": 320,
    "wires": [
      [
        "4dc70743494ea9f6"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "97a6bde241a6ea3b",
    "type": "ui_text",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "group": "a671c24e44b50a42",
    "order": 3,
    "width": 2,
    "height": 1,
    "name": "E1",
    "label": "<font size = 4>E1",
    "format": "<font size = 4><font color = blue>{{msg.payload}}",
    "layout": "row-spread",
    "className": "",
    "x": 2170,
    "y": 200,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "07552eb61181b869",
    "type": "s7 in",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "mode": "single",
    "variable": "S3PistoCompres",
    "diff": true,
    "name": "",
    "x": 1840,
    "y": 440,
    "wires": [
      [
        "d76897e144cd0d71"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "a777ddad58ee4593",
    "type": "s7 in",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "mode": "single",
    "variable": "S2AlimExtes",
    "diff": true,
    "name": "",
    "x": 1830,
    "y": 500,
    "wires": [
      [
        "62e392b90ccac215"
      ]
    ]
  },
},

```

```
{
  "id": "84a2d566c755f403",
  "type": "s7 in",
  "z": "4ef32b6cb7080b46",
  "endpoint": "261289da63ccfe9d",
  "mode": "single",
  "variable": "CintaON",
  "diff": true,
  "name": "",
  "x": 1820,
  "y": 560,
  "wires": [
    [
      "14790d6710588d5c"
    ]
  ]
},
{
  "id": "a7d859226d65773a",
  "type": "s7 in",
  "z": "4ef32b6cb7080b46",
  "endpoint": "261289da63ccfe9d",
  "mode": "single",
  "variable": "S8Plat0",
  "diff": true,
  "name": "",
  "x": 1810,
  "y": 140,
  "wires": [
    [
      "0361840c70059d5e"
    ]
  ]
},
{
  "id": "5d439d07734a9c72",
  "type": "s7 in",
  "z": "4ef32b6cb7080b46",
  "endpoint": "261289da63ccfe9d",
  "mode": "single",
  "variable": "S9Plat1",
  "diff": true,
  "name": "",
  "x": 1810,
  "y": 200,
  "wires": [
    [
      "0361840c70059d5e"
    ]
  ]
},
{
  "id": "1696a4a6834db9dc",
  "type": "s7 in",
  "z": "4ef32b6cb7080b46",
  "endpoint": "261289da63ccfe9d",
  "mode": "single",
  "variable": "S10Plat2",
  "diff": true,
  "name": "",
  "x": 1820,
```

```

        "y": 260,
        "wires": [
            [
                "0361840c70059d5e"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "e721437b0278aeb1",
        "type": "s7_in",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "mode": "single",
        "variable": "BraçPlat",
        "diff": true,
        "name": "",
        "x": 1820,
        "y": 380,
        "wires": [
            [
                "9d90e676c8268c1a"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "4dc70743494ea9f6",
        "type": "ui_text",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "group": "a671c24e44b50a42",
        "order": 4,
        "width": 2,
        "height": 1,
        "name": "E2",
        "label": "<font size = 4>E2",
        "format": "<font size = 4><font color = blue>{{msg.payload}}",
        "layout": "row-spread",
        "className": "",
        "x": 2170,
        "y": 320,
        "wires": []
    },
    {
        "id": "f1eea8f7436307b6",
        "type": "ui_text",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "group": "a671c24e44b50a42",
        "order": 5,
        "width": 2,
        "height": 1,
        "name": "E3",
        "label": "<font size = 4>E3",
        "format": "<font size = 4><font color = green>{{msg.payload}}",
        "layout": "row-spread",
        "className": "",
        "x": 2170,
        "y": 440,
        "wires": []
    },
    {
        "id": "6d863940cd3aba3b",
        "type": "ui_text",

```

```

    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "group": "a671c24e44b50a42",
    "order": 6,
    "width": 2,
    "height": 1,
    "name": "E4",
    "label": "<font size = 4>E4",
    "format": "<font size = 4><font color = green>{{msg.payload}}",
    "layout": "row-spread",
    "className": "",
    "x": 2170,
    "y": 500,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "cb82a6731b10d109",
    "type": "ui_text",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "group": "a671c24e44b50a42",
    "order": 7,
    "width": 2,
    "height": 1,
    "name": "A5",
    "label": "<font size = 4>A5",
    "format": "<font size = 4><font color = green>{{msg.payload}}",
    "layout": "row-spread",
    "className": "",
    "x": 2170,
    "y": 560,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "0b6d7a1dad70532",
    "type": "inject",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "Primer torn",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "00 06 * * *",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "primer",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 990,
    "y": 400,
    "wires": [
      [
        "f428e678f70aa6e3"
      ]
    ]
  },
  {

```

```

    "id": "4228db1c3227bfab",
    "type": "inject",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "Segon torn",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "00 14 * * *",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "segon",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 990,
    "y": 460,
    "wires": [
      [
        "f428e678f70aa6e3"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "a20d7b6189376e81",
    "type": "inject",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "Tercer torn",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "00 22 * * *",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "tercer",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 990,
    "y": 520,
    "wires": [
      [
        "f428e678f70aa6e3"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "67b6e6adf4b5dc59",
    "type": "debug",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",

```

```

    "name": "debug 15",
    "active": true,
    "tosidebar": true,
    "console": false,
    "tostatus": false,
    "complete": "false",
    "statusVal": "",
    "statusType": "auto",
    "x": 1540,
    "y": 300,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "f428e678f70aa6e3",
    "type": "function",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "name": "Torn",
    "func": "//en funció de l'entrada posa un text o un
altre\nif(msg.topic === \"primer\") {\n      msg.payload = \"PRIMER
TORN\";\n} else if (msg.topic === \"segon\") {\n      msg.payload = \"SEGON
TORN\";\n} else if (msg.topic === \"tercer\") {\n      msg.payload = \"TERCER
TORN\";\n}\n\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 1150,
    "y": 460,
    "wires": [
      [
        "487cbfdc6abcb4fe"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "487cbfdc6abcb4fe",
    "type": "ui_text",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "group": "c50ab27472bf1978",
    "order": 5,
    "width": 6,
    "height": 1,
    "name": "Torn",
    "label": "",
    "format": "<font size = 4>{{msg.payload}}",
    "layout": "row-center",
    "className": "",
    "x": 1350,
    "y": 460,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "16fe488f7b48d28c",
    "type": "ui_text",
    "z": "4ef32b6cb7080b46",
    "group": "a671c24e44b50a42",
    "order": 2,
    "width": 2,
    "height": 1,
    "name": "Visualitzador",

```

```

        "label": "",
        "format": "{{msg.payload}}",
        "layout": "row-center",
        "className": "",
        "x": 590,
        "y": 780,
        "wires": []
    },
    {
        "id": "0361840c70059d5e",
        "type": "function",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "E1",
        "func": "//Si es rep un true, s'actualitza el text amb
l'estat\nif((msg.topic === \"S8Plat0\")&&(msg.payload === true)) {\n
msg.payload = \"N0\";\n} else if ((msg.topic ===
\"S9Plat1\")&&(msg.payload === true)) {\n  msg.payload = \"N1\";\n} else
if ((msg.topic === \"S10Plat2\")&&(msg.payload === true)) {\n
msg.payload = \"N2\";\n} else {\n  return null;\n}\n\nreturn msg;",
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
        "finalize": "",
        "libs": [],
        "x": 1990,
        "y": 200,
        "wires": [
            [
                "97a6bde241a6ea3b"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "d76897e144cd0d71",
        "type": "function",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "E3",
        "func": "//Si està el sensor activat es retorna ON\nif (msg.payload
=== false) {\n  msg.payload = \"ON\"; \n} else if (msg.payload === true)
{\n  msg.payload = \" \"; \n} else {\n  return null; \n}\n\nreturn
msg;",
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
        "finalize": "",
        "libs": [],
        "x": 1990,
        "y": 440,
        "wires": [
            [
                "f1eea8f7436307b6"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "62e392b90ccac215",
        "type": "function",
        "z": "4ef32b6cb7080b46",
        "name": "E4",
        "func": "//Si està el sensor activat es retorna ON\nif (msg.payload
=== true) {\n  msg.payload = \"ON\"; \n} else if (msg.payload === false)

```

```

{\n    msg.payload = \" \";        \n} else {\n    return null;    \n}\nreturn
msg;\",
    \"outputs\": 1,
    \"noerr\": 0,
    \"initialize\": \"\",
    \"finalize\": \"\",
    \"libs\": [],
    \"x\": 1990,
    \"y\": 500,
    \"wires\": [
        [
            \"6d863940cd3aba3b\"
        ]
    ]
},
{
    \"id\": \"14790d6710588d5c\",
    \"type\": \"function\",
    \"z\": \"4ef32b6cb7080b46\",
    \"name\": \"A5\",
    \"func\": \"//Si està el sensor activat es retorna ON\nif (msg.payload
=== true) {\n    msg.payload = \"ON\"; \n} else if (msg.payload === false)
{\n    msg.payload = \" \";        \n} else {\n    return null;    \n}\nreturn
msg;\",
    \"outputs\": 1,
    \"noerr\": 0,
    \"initialize\": \"\",
    \"finalize\": \"\",
    \"libs\": [],
    \"x\": 1990,
    \"y\": 560,
    \"wires\": [
        [
            \"cb82a6731b10d109\"
        ]
    ]
},
{
    \"id\": \"15470e2266fded46\",
    \"type\": \"link in\",
    \"z\": \"4ef32b6cb7080b46\",
    \"name\": \"link in RD\",
    \"links\": [
        \"e4de6b2ecea31ab7\"
    ],
    \"x\": 1005,
    \"y\": 680,
    \"wires\": [
        [
            \"c7f5cde5b2e031f5\",
            \"fd38f121046bcb52\"
        ]
    ]
},
{
    \"id\": \"e4de6b2ecea31ab7\",
    \"type\": \"link out\",
    \"z\": \"4ef32b6cb7080b46\",
    \"name\": \"link out 3RD\",
    \"mode\": \"link\",
    \"links\": [

```

```

        "15470e2266fded46"
    ],
    "x": 315,
    "y": 620,
    "wires": []
},
{
    "id": "ce1a15e490c0423a",
    "type": "GSheet",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "creds": "e25d30dcd2696944",
    "method": "get",
    "action": "",
    "sheet": "1CTANlssRSkl2D9mYz_qQI7VLf8ytfEqBNSOpacDehXg",
    "cells": "Sheet1!A2:E1000",
    "flatten": false,
    "name": "",
    "x": 480,
    "y": 300,
    "wires": [
        [
            "87909c5a757df6b2"
        ]
    ]
},
{
    "id": "87909c5a757df6b2",
    "type": "csv",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "",
    "sep": ";",
    "hdrin": true,
    "hdrout": "all",
    "multi": "one",
    "ret": "\\n",
    "temp": "Data, Peces, Negres, Color, Metal·liques",
    "skip": "0",
    "strings": true,
    "include_empty_strings": "",
    "include_null_values": "",
    "x": 650,
    "y": 300,
    "wires": [
        [
            "53f6061c28ab4557"
        ]
    ]
},
{
    "id": "53f6061c28ab4557",
    "type": "function",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "Enviarcsv",
    "func": "var chatId = flow.get(\"chatId\")||\"433377225\";
//s'obté l'id del sol·licitant\nvar doc = Buffer.from(msg.payload);\nvar
fileOptions = {\n      filename: \"Reg_Diari.csv\",\n      contentType:
\"text/csv\"\n}\n\n//envia      l'arxiu      configurat      a      la
sortida\nmsg.payload={\n  \n  \"type\": \"document\",\n  \"content\":
doc,\n  \"chatId\":      chatId,\n  \"fileOptions\":
fileOptions\n}\n\nreturn msg;",
    "outputs": 1,

```

```

    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 800,
    "y": 300,
    "wires": [
      [
        "d9b025d6f0277d01"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "f6f8e322d2ae08d8",
    "type": "GSheet",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "creds": "e25d30dcd2696944",
    "method": "append",
    "action": "",
    "sheet": "1CTANlssRSk12D9mYz_qQI7VLf8ytfEqBNSOpacDehXg",
    "cells": "Sheet1!A2:E1000",
    "flatten": false,
    "name": "",
    "x": 830,
    "y": 100,
    "wires": [
      [
        "4a83a726a425ee9b"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "9a97cc83fbf3c3a8",
    "type": "moment",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "",
    "topic": "",
    "input": "payload[0]",
    "inputType": "msg",
    "inTz": "Europe/Madrid",
    "adjAmount": 0,
    "adjType": "days",
    "adjDir": "add",
    "format": "DD-MM-YYYY HH:mm:ss",
    "locale": "es-ES",
    "output": "payload[0]",
    "outputType": "msg",
    "outTz": "Europe/Madrid",
    "x": 600,
    "y": 100,
    "wires": [
      [
        "f6f8e322d2ae08d8",
        "f0b8c0de97e4af67"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "45e25b15e00d806f",
    "type": "inject",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",

```

```

    "name": "Primer torn",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "00 06 * * *",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 190,
    "y": 100,
    "wires": [
      [
        "9b9ebcfbda3e0119"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "9b9ebcfbda3e0119",
    "type": "function",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "Obtenir CNT",
    "func": "//objecte on guardarels valors actuals, amb els camps
inicialitzats en fals\nvar CNT_PLC = global.get(\"CNT_PLC\") || {\n
Peces: 0,\n      Negra: 0,\n      Color: 0,\n      Metal: 0\n}; \n\n//es
guarden els valors dels cnt en un array\nlet array = [];\narray[0] =
Date.now();\narray[1] = CNT_PLC.Peces;\narray[2] =
CNT_PLC.Negra;\narray[3] = CNT_PLC.Color;\narray[4] = CNT_PLC.Metal;
\n\n\nmsg.payload = array;\n\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 370,
    "y": 100,
    "wires": [
      [
        "9a97cc83fbf3c3a8"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "4a83a726a425ee9b",
    "type": "trigger",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "",
    "op1": "true",
    "op2": "false",
    "op1type": "bool",
    "op2type": "bool",
    "duration": "1",
    "extend": false,

```

```

    "overrideDelay": false,
    "units": "s",
    "reset": "",
    "bytopic": "all",
    "topic": "topic",
    "outputs": 1,
    "x": 1020,
    "y": 100,
    "wires": [
      [
        "54bb715acd6d01ad"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "54bb715acd6d01ad",
    "type": "s7 out",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "endpoint": "261289da63ccfe9d",
    "variable": "ResetData",
    "name": "",
    "x": 1190,
    "y": 100,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "405da65496d04752",
    "type": "inject",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "Ultim torn",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "00 22 * * 0",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 190,
    "y": 300,
    "wires": [
      [
        "ce1a15e490c0423a",
        "705e4d9cc9257b5a"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "f0b8c0de97e4af67",
    "type": "GSheet",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "creds": "e25d30dcd2696944",
    "method": "append",

```

```

    "action": "",
    "sheet": "1CTANlssRSkl2D9mYz_qQI7VLf8ytfEqBNSOpacDehXg",
    "cells": "Sheet2!A2:E1000",
    "flatten": false,
    "name": "",
    "x": 830,
    "y": 140,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "660ab701ad0c32fc",
    "type": "telegram command",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "",
    "command": "/regsetmanal",
    "description": "",
    "registercommand": false,
    "language": "",
    "scope": "default",
    "bot": "40a6ac9ef8009423",
    "strict": false,
    "hasresponse": true,
    "useregex": false,
    "removeregetcommand": false,
    "outputs": 2,
    "x": 190,
    "y": 360,
    "wires": [
      [
        "ce1a15e490c0423a"
      ],
      []
    ]
  },
  {
    "id": "d9b025d6f0277d01",
    "type": "telegram sender",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "Sender",
    "bot": "40a6ac9ef8009423",
    "haserroroutput": false,
    "outputs": 1,
    "x": 1020,
    "y": 420,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "bf68ee74bb1aa1b6",
    "type": "telegram command",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "",
    "command": "/regtotal",
    "description": "",
    "registercommand": false,
    "language": "",
    "scope": "default",
    "bot": "40a6ac9ef8009423",

```

```

    "strict": false,
    "hasresponse": true,
    "useregex": false,
    "removeregexcommand": false,
    "outputs": 2,
    "x": 180,
    "y": 420,
    "wires": [
      [
        "3656d60cf9297092"
      ],
      []
    ]
  },
  {
    "id": "3656d60cf9297092",
    "type": "GSheet",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "creds": "e25d30dcd2696944",
    "method": "get",
    "action": "",
    "sheet": "1CTANlssRSkl2D9mYz_qQI7VLf8ytfEqBNSOpacDehXg",
    "cells": "Sheet2!A2:E1000",
    "flatten": false,
    "name": "",
    "x": 480,
    "y": 420,
    "wires": [
      [
        "6b08db571756da0c"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "6b08db571756da0c",
    "type": "csv",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "",
    "sep": ";",
    "hdrin": true,
    "hdrout": "all",
    "multi": "one",
    "ret": "\\n",
    "temp": "Data, Peces, Negres, Color, Metal·liques",
    "skip": "0",
    "strings": true,
    "include_empty_strings": "",
    "include_null_values": "",
    "x": 650,
    "y": 420,
    "wires": [
      [
        "5bf660ccf1760eeb"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "5bf660ccf1760eeb",
    "type": "function",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "Enviarcsv",

```

```

    "func": "var chatId = flow.get(\"chatId\")||\"433377225\";\nvar
doc = Buffer.from(msg.payload);\nvar fileOptions = {\n      filename:
\"Reg_Total.csv\", \n      contentType: \"text/csv\"\n}\n\nmsg.payload={\n
\n  \"type\": \"document\", \n  \"content\": doc, \n  \"chatId\":
chatId, \n  \"fileOptions\": fileOptions\n}\n\nreturn msg;\",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 800,
    "y": 420,
    "wires": [
      [
        "d9b025d6f0277d01"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "705e4d9cc9257b5a",
    "type": "delay",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "",
    "pauseType": "delay",
    "timeout": "5",
    "timeoutUnits": "seconds",
    "rate": "1",
    "nbRateUnits": "1",
    "rateUnits": "second",
    "randomFirst": "1",
    "randomLast": "5",
    "randomUnits": "seconds",
    "drop": false,
    "allowrate": false,
    "outputs": 1,
    "x": 460,
    "y": 360,
    "wires": [
      [
        "d884741a860a56fa"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "d884741a860a56fa",
    "type": "GSheet",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "creds": "e25d30dcd2696944",
    "method": "clear",
    "action": "",
    "sheet": "1CTANlssRskl2D9mYz_qQI7VLf8ytfEqBNSOpacDehXg",
    "cells": "Sheet1!A2:E1000",
    "flatten": false,
    "name": "",
    "x": 680,
    "y": 360,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {

```

```

        "id": "b014cfa47c1902b1",
        "type": "telegram command",
        "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
        "name": "",
        "command": "/dades",
        "description": "",
        "registercommand": false,
        "language": "",
        "scope": "default",
        "bot": "40a6ac9ef8009423",
        "strict": false,
        "hasresponse": true,
        "useregex": false,
        "removeveregexcommand": false,
        "outputs": 2,
        "x": 170,
        "y": 480,
        "wires": [
            [
                "455ce0944287e371"
            ],
            []
        ]
    },
    {
        "id": "455ce0944287e371",
        "type": "function",
        "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
        "name": "Enviar CNT",
        "func":
            "//obté el id d'usuari\nvar chatId =
            msg.payload.chatId;\n\n//objecte on guardarels valors actuals, amb els
            camps inicialitzats en fals\nvar CNT_PLC = global.get(\"CNT_PLC\") || {\n
            Peces: 0,\n        Negra: 0,\n        Color: 0,\n        Metal: 0\n}; \n\n//es
            guarden els valors dels cnt en variables\nvar peces = CNT_PLC.Peces;\nvar
            negra = CNT_PLC.Negra;\nvar color = CNT_PLC.Color;\nvar metal =
            CNT_PLC.Metal; \n\n//objecte on guardarels valors actuals, amb els camps
            inicialitzats en fals\nvar CNT_PLCT = global.get(\"CNT_PLCT\") || {\n
            Peces: 0,\n        Negra: 0,\n        Color: 0,\n        Metal: 0\n};\n\n//es guarden
            els valors dels cnt en variables\nvar pecesT = CNT_PLCT.Peces;\nvar negraT
            = CNT_PLCT.Negra;\nvar colorT = CNT_PLCT.Color;\nvar metalT =
            CNT_PLCT.Metal; \n\nmsg.payload={\n        \n        \"type\": \"message\",\n
            \"content\": \"TORN ACTUAL\\n\\nPeces totals: \" + peces + \"\\n\\nPeces
            negres: \" + negra + \"\\n\\nPeces de color: \" + color + \"\\n\\nPeces
            metàl·liques: \" + metal + \"\\n\\n\\nHISTÒRIC\\n\\n\\nPeces totals: \" + pecesT
            + \"\\n\\nPeces negres: \" + negraT + \"\\n\\nPeces de color: \" + colorT +
            \"\\n\\nPeces metàl·liques: \" + metalT,\n        \"chatId\": chatId\n}\n\nreturn
            msg;\",
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
        "finalize": "",
        "libs": [],
        "x": 790,
        "y": 480,
        "wires": [
            [
                "d9b025d6f0277d01"
            ]
        ]
    },
    {

```

```

    "id": "2bc3facc831e8ec3",
    "type": "inject",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "Segon torn",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "00 14 * * *",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 190,
    "y": 160,
    "wires": [
      [
        "9b9ebcfbda3e0119"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "34e0084aa5c00200",
    "type": "inject",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "Tercer torn",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "00 22 * * *",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 190,
    "y": 220,
    "wires": [
      [
        "9b9ebcfbda3e0119"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "475eebbfcec9d168",
    "type": "s7 in",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",

```

```

        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "mode": "single",
        "variable": "CNT_PecesT",
        "diff": true,
        "name": "",
        "x": 190,
        "y": 560,
        "wires": [
            [
                "5e3a88c8b487a88d"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "3975a693acf3373f",
        "type": "s7 in",
        "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "mode": "single",
        "variable": "CNT_NegraT",
        "diff": true,
        "name": "",
        "x": 190,
        "y": 620,
        "wires": [
            [
                "5e3a88c8b487a88d"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "48253cf93034e6b6",
        "type": "s7 in",
        "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "mode": "single",
        "variable": "CNT_ColorT",
        "diff": true,
        "name": "",
        "x": 190,
        "y": 680,
        "wires": [
            [
                "5e3a88c8b487a88d"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "9f1de65a10461a39",
        "type": "s7 in",
        "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
        "endpoint": "261289da63ccfe9d",
        "mode": "single",
        "variable": "CNT_MetalT",
        "diff": true,
        "name": "",
        "x": 190,
        "y": 740,
        "wires": [
            [
                "5e3a88c8b487a88d"
            ]
        ]
    }

```

```

    ]
  ],
  {
    "id": "5e3a88c8b487a88d",
    "type": "function",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "Guardar CNT_T",
    "func": "//objecte on guardarels valors actuals, amb els camps
inicialitzats en fals\nvar CNT_PLCT = global.get(\"CNT_PLCT\") || {\n
Peces: 0,\n  Negra: 0,\n  Color: 0,\n  Metal: 0\n}; \n\n//guarda
l'estat de cada marca en una variable global\nif(msg.topic ===
\"CNT_PecesT\") {\n  CNT_PLCT.Peces = msg.payload;\n} else if (msg.topic
=== \"CNT_NegraT\") {\n  CNT_PLCT.Negra = msg.payload;\n} else if
(msg.topic === \"CNT_ColorT\") {\n  CNT_PLCT.Color = msg.payload;\n} else
if (msg.topic === \"CNT_MetalT\") {\n  CNT_PLCT.Metal =
msg.payload;\n}\n\n//actualitzar l'estat a la variable
global\nglobal.set(\"CNT_PLCT\", CNT_PLCT);\n\nreturn msg;\",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 480,
    "y": 640,
    "wires": [
      [
        "f269426c90cb8977"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "f269426c90cb8977",
    "type": "debug",
    "z": "3d1de1ff3b1b0ae4",
    "name": "debug 16",
    "active": true,
    "tosidebar": true,
    "console": false,
    "tostatus": false,
    "complete": "false",
    "statusVal": "",
    "statusType": "auto",
    "x": 660,
    "y": 640,
    "wires": []
  }
]

```