



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

**Automatización línea de clasificado aplicada al  
sector hortofrutícola**

**Classifying Line Automation applied to the fruit  
and vegetable sector**

Autor:

Íñigo Chueca Aldunate

Director:

Pedro Huerta Abad

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia  
2017





**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

**MEMORIA**

**Automatización línea de clasificado  
aplicada al sector hortofrutícola**

**Classifying Line Automation applied  
to the fruit and vegetable sector**

424. 18. 61

Autor: Íñigo Chueca Aldunate

Director: Pedro Huerta Abad

Fecha: Fecha de entrega



# INDICE DE CONTENIDO

<b>1. RESUMEN</b>	<b>1</b>
1.1. PALABRAS CLAVE	2
<b>2. ABSTRACT</b>	<b>3</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
3.1. OBJETIVOS	4
3.2. METODOLOGÍA	5
<b>4. PLANTEAMIENTO TRABAJO</b>	<b>8</b>
4.1. PROCESO CALIBRADO	8
4.1.1. <i>Volcadora Cajones</i>	8
4.1.2. <i>Calibradora</i>	10
4.2. FACTORES A CONSIDERAR	13
4.2.1. <i>Especificaciones Cliente</i>	14
4.2.2. <i>Normativa</i>	14
4.3. POSIBLES SOLUCIONES	15
4.4. MARCO TEÓRICO POSIBLES SOLUCIONES	16
4.4.1. <i>Autómatas Comerciales</i>	16
4.4.1.1. Siemens	16
4.4.1.2. Omron	25
4.4.2. <i>Comunicaciones Industriales</i>	32
4.4.2.1. Buses de Campo	35
4.4.2.2. Ethernet Industrial	42
4.5. SOLUCIÓN ESCOGIDA/ADOPTADA	46
4.5.1. <i>Selección Componentes Complementarios</i>	52
<b>5. DESARROLLO</b>	<b>58</b>
5.1. DESARROLLO PRACTICO	58
5.1.1. <i>HARDWARE</i>	58
5.1.1.1. Comunicaciones	59
5.1.1.2. Conexiones E/S	59
5.1.2. <i>Diseño Programa</i>	60
5.1.2.1. Tabla E/S	60

## INDICES

5.1.2.2.	GRAF CET	65
5.1.2.3.	Programación Línea Trabajo	70
5.1.2.3.1.	Programación Volcadora	74
5.1.2.3.2.	Programación Calibradora	87
5.1.2.3.3.	Programación Variador	91
5.1.2.3.4.	Programación HMI	97
5.1.3.	<i>Presupuesto Final</i>	110
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>112</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>114</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Croquis imagen Planta Línea Calibradora.....	6
Ilustración 2.	Volcador de Palots en agua. [4]. .....	9
Ilustración 3.	Volcador Palots en seco ciclo continuo UNI ROV 300. [4]. .....	10
Ilustración 4.	Esquema de funcionamiento de un sistema de clasificación electrónico [1]. .....	11
Ilustración 5.	Calibrador electrónico de peso. [1]. .....	12
Ilustración 6.	Ejemplo maquina clasificadora. [1]. .....	13
Ilustración 7.	Posicionamiento de controladores modulares. [4]. .....	18
Ilustración 8.	Pirámide niveles en las Redes de comunicación. [14]. .....	34
Ilustración 9.	Señal de transmisión con Protocolo Hart. [12]. .....	37
Ilustración 10.	Redes Profibus Y principales características. [15]. .....	39
Ilustración 11.	Ejemplo estructura de una pirámide de automatización basada en las diferentes versiones de Profibus. [11]. .....	39
Ilustración 12.	Velocidades de respuesta en Profinet. [20]. .....	45
Ilustración 13.	Esquema Orientativo Red Profinet. [21]. .....	46
Ilustración 14.	Pirámide Automatización Industrial. [15]. .....	47
Ilustración 15.	Vista planta línea calibrado y localización elementos añadidos....	51
Ilustración 16.	Ejemplo de conexión Profinet switch de 4 posiciones. ....	57

Ilustración 17. Representación vista topológica de la comunicación. (Imagen Propia) .....	59
Ilustración 18. Conexión PLC series S7-1200. [10].....	60
Ilustración 19. Grafcet General Volcadora. ....	66
Ilustración 20. Grafcet Llevar Palot. ....	67
Ilustración 21. Grafcet Retirada y descarga de Palot. Parte a.....	68
Ilustración 22. Grafcet Retirada y descarga de Palot. Parte b.....	69
Ilustración 23. Subprograma Llevar Palot a recogida. ....	70

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. CPUs modulares, S7-400 y sus características. [5]. ....	19
Tabla 2. Comparación Autómatas clase baja Siemens. [8]. ....	20
Tabla 3. Comparación Autómatas clase media-Alta Siemens. [8]. ....	21
Tabla 4. Varios módulos Simatic ET 200 En armario Eléctrico. [17]. ....	24
Tabla 5. PLCs compactos marca Omrom. [19]. ....	26
Tabla 6. PLCs modulares y con bastidor marca Omrom. [19].....	27
Tabla 7. Unidades comunicacionales seie CJ. [19]. ....	29
Tabla 8. Unidades comunicacionales seie CS. [19]. ....	30
Tabla 9. . Sistema de E/S modulares. [19].....	31
Tabla 10. Sistema de E/S modulares y compactos. [19]. ....	32
Tabla 11. Comparación de características entre algunos buses y protocolos (1). [12]. ....	41
Tabla 12. Comparación de características entre algunos buses y protocolos (2). [15]. ....	42
Tabla	13.
<a href="https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/Documents/brochure_panels_es.pdf">https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/Documents/brochure_panels_es.pdf</a> .....	53



## INDICES

Tabla 14. Tabla E/S PLC S7-1200. [4] .....	54
Tabla 15. Tabla características E/S módulo de S7-1200. [4].....	55
Tabla 16.....	56



# 1. RESUMEN

La realización de este trabajo surge debido a la gran dependencia de la industria moderna del uso de sistemas de control de procesos, como es el ejemplo de los PLCs, que se encuentran profundamente arraigados, en lo referente a procesos productivos.

Por ello se tiende a crear sistemas más autónomos, capaces de trabajar en red y ser capaces de monitorizar a distancia, es decir no necesitar de un operario en máquina y así monitorizarse varias máquinas desde un mismo punto de control y sean capaces de registrar datos en tiempo real.

La idea de este TFG se basa en la automatización de una línea de clasificado del sector hortofrutícola, esto es refiriéndose a una amplia gama de productos como pueden ser cítricos, manzanas, peras, etc.

Es el estudio de implantación de una automatización, no la resolución de problemas mecánicos asociados a la línea clasificadora, con lo que el resultado final será aplicable a la mayoría de productos, ya que las modificaciones del programa serán mínimas.

Se van a estudiar tres partes principales de este tipo de líneas, que son:

- Volcador
- Calibradora
- Línea distribuidora - envasado

Siendo el calibrado el proceso clave en el proceso del producto, ya que lo clasifica en función de su calidad externa (peso, dimensiones, color y defectos externos como golpes) e interna (azúcares, ácidos, firmezas y defectos internos).

La línea distribuidora y la calibradora suelen ir juntas, como una sola máquina, se podrían haber añadido más complementos como una máquina barnizadora, pero al ser esta utilizada principalmente en manzanas, se prefiere una línea de carácter más general, es decir aplicable a los diferentes tipos de frutas, que nuestra línea es capaz de tratar.

La profundidad de este TFG es el estudio de una optimización de la línea de clasificado, para poder obtener información sobre un envío de una partida de fruta. Se tiene como idea base o ejemplo, una automatización mediante PLCs, la comunicación

## Resumen

entre ellos y la implantación de un sistema SCADA junto con un HMI para la monitorización del estado de la partida de fruta.

### 1.1. PALABRAS CLAVE

- Comunicación entre subsistemas.
- Sistema interacción máquina-usuario (HMI).
- Supervisión control y adquisición de datos (SCADA)
- Calibrado Fruta Mediante Peso.

## 2. ABSTRACT

The realization of this FGW arises due to the great dependence of modern industry on the use of process control systems, such as the example of PLCs, which are deeply rooted, in relation to production processes.

Therefore, we tend to create systems more autonomous, capable of working in a network and being able to monitor remotely, that is, without needing an operator in a machine and thus monitor several machines from the same control point and be able to record data in real time.

The idea of this TFG is based on the automation of a line of classified to the horticultural sector, this is referring to a wide range of products such as citrus, apples, pears, etc.

It is the study of implementation of an automation, not the resolution of mechanical problems associated with the classification line, with which the final result will be applicable to most products, since the program modifications will be minimal.

We will study three main parts of this type of lines, which are:

- Dumper
- Calibrator
- Distributor line – packaging

Being the calibrated the key process in the process of the product, since it classifies it in function of its external quality (weight, dimensions, color and external defects like blows) and internal (sugars, acids, firmnesses and internal defects).

The distributor line and the calibrator usually go together, like a single machine, more complements could have been added such as a varnishing machine, but since it is used mainly in apples, a more general line is preferred, that is applicable to the different types of fruits, that our line is capable of treating.

The depth of this FGW is the study of an optimization of the classified line, to be able to obtain information about a shipment of a batch of fruit. It has as a basic idea or example, an automation through PLCs, the communication between them and the implementation of a SCADA system together with an HMI for the monitoring of the state of the fruit heading.

## 3. INTRODUCCIÓN

### 3.1. OBJETIVOS

El objetivo que se persigue con este trabajo es resolver un trabajo planteado por la empresa Frutas GIL S.A., la cual quiere montar una línea de calibrado mediante la reutilización de una máquina que es calibradora y distribuidora, por lo que deberemos de seleccionar un volcador de Cajones, y posteriormente automatizar la línea para que esta sea funcional, con lo que nos vamos a encargar principalmente del trabajo referente a la programación y las partes mecánicas y eléctricas se van a llevar a cabo por otro departamento.

Se ha obtenido el manual de la máquina calibradora-distribuidora de una saminox calibradora SXR, es la máquina en la cual nos han pedido que nos basemos para llevar a cabo el reaprovechamiento de la misma.

La principal fuente de información, en lo referido a este sector, se encuentra en una de las visitas realizadas a la central hortofrutícola, y allí obtuvimos el funcionamiento y las ideas principales de cómo se iba a orientar el proyecto.

Como bases de selección y filtro de información se utilizará principalmente buscadores web, y mediante conversaciones mantenidas con gente experimentada en el sector. En lo referente a la información sobre la línea, para la información sobre los PLCs, comunicaciones, etc. utilizaremos como fuente de información las principales empresas sobre este apartado, véase un ejemplo:

<https://w5.siemens.com/cms/mam/industry/Automatizacion/Pages/control-y-automatizacion-industrial.aspx>

Esta información se contrastará con distintos profesores del centro o gente especializada en este apartado

Se quiere llegar además a crear un programa para los PLCs, utilizando un programa específico como es el TIA PORTAL. Esta es la verdadera motivación del trabajo debido a que lo que se pretende es llegar a profundizar en la programación industrial de PLCs, además de investigar los distintos modelos que existen, comunicaciones entre ellos, conexiones, etc.

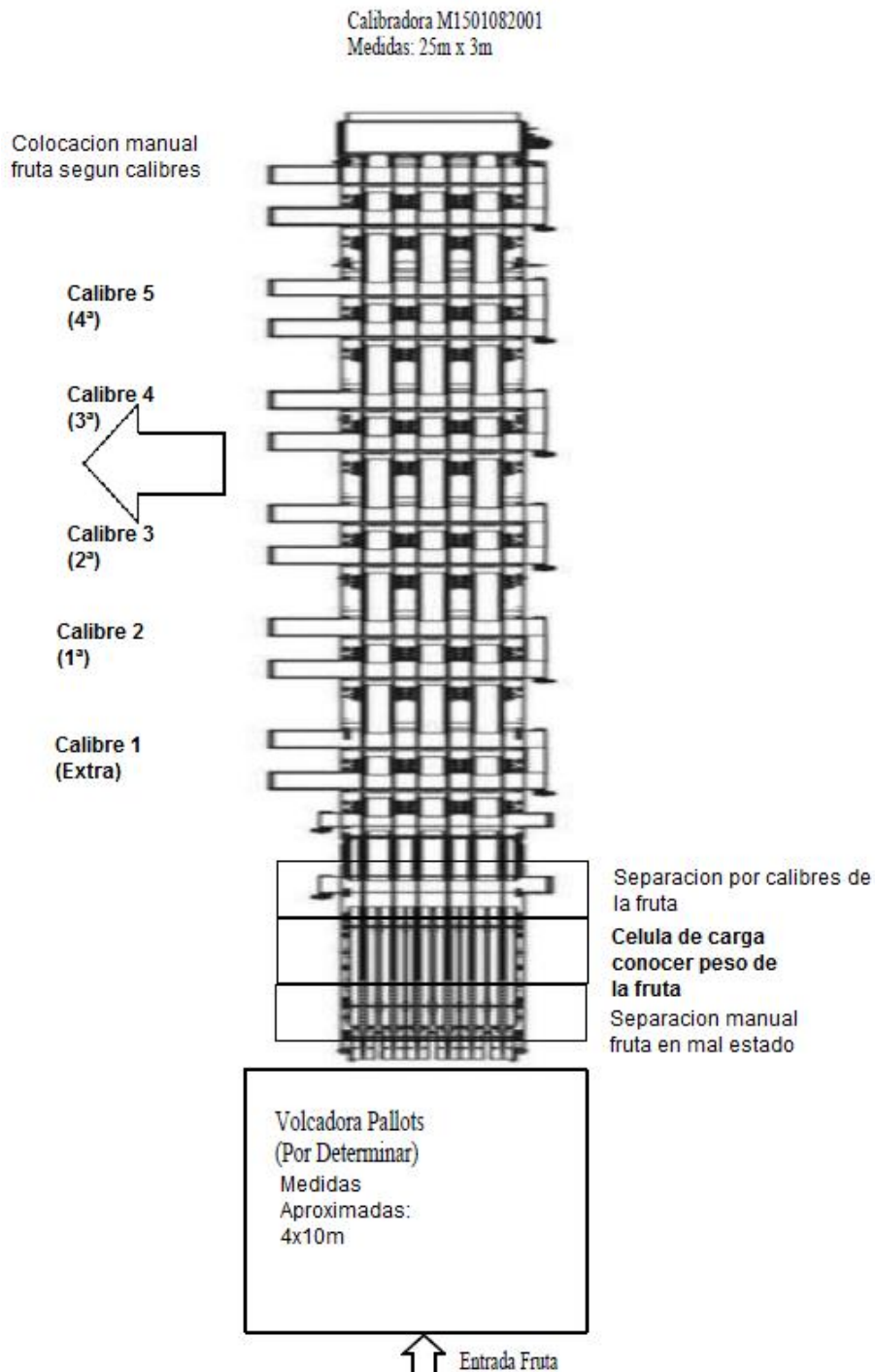
Es necesario recalcar que en este trabajo, al ser una máquina reciclada y la otra una máquina nueva, lo asociado a la mecánica como la electricidad ya se encuentran

listos para entrar en funcionamiento, con lo que este trabajo se va a centrar únicamente en el control, estudiando y seleccionando las mejores opciones para la puesta en funcionamiento definitiva de la maquinaria. Con lo que las partes dedicadas al control se añadirán planos de conexionado de los diferentes elementos pertinentes, es decir E/S, alimentación PLC, comunicaciones, etc.

## 3.2. METODOLOGÍA

Se ha realizado un esquema de la vista de la planta de ambas máquinas unidas, y se ha puesto como ejemplo el proceso de calibrado de la manzana, haciendo referencia a las salidas de frutas según calibres y la entrada de fruta al volcador de cajones.

Introducción



**Ilustración 1: Croquis imagen Planta Línea Calibradora**

Los pasos que se van a seguir durante el proceso de realización del TFG, recopilación de información en cuanto a los distintos apartados:

Líneas de calibrado de fruta, en lo referente a funcionamiento y actuadores. PLCs comerciales, comunicación entre PLCs etc. Estudiar la opción que mejor se adapte a

nuestro sistema, y una vez seleccionada proceder a la aplicación teórica en nuestro trabajo, se llevaría a cabo una simulación de la programación, o en su defecto se realizara la simulación en herramientas similares a que se pretendía emplear.

En primer lugar se adoptara como base de partida el estudio de las diferentes líneas de calibrado ya existentes en el mercado, para ello intentaremos ponernos en contacto con profesionales del sector, para así obtener de ellos toda la información posible. En segundo lugar se procederá al estudio del sistema a implantar para realizar el control de la línea de clasificado, se hará en el orden de: Primero documentarse de los PLCs comerciales y seguido de la búsqueda de los sistemas de comunicación, y la toma de datos de la misma línea, por ultimo como se ha comentado anteriormente si se diera la posibilidad de acceder a las herramientas adecuadas se llevara a cabo una simulación del proyecto final.

## 4. PLANTEAMIENTO TRABAJO

En este apartado nos vamos a centrar en el tipo de trabajo que va a llevar a cabo cada zona de trabajo, aportando datos, características, modo de trabajo etc.

Hablaremos de las dos máquinas que van a llevar a cabo el trabajo, la volcadora de cajones o palots y la calibradora.

### 4.1. PROCESO CALIBRADO

Las frutas y hortalizas para consumo en fresco deben ser confeccionadas en función de la demanda de los consumidores, por lo que es preciso poder ofertar al mercado, para una misma variedad, diferentes calibres, envases, presentaciones, etc. Para ello se utilizan las líneas mecánicas de manipulación ubicadas en las centrales hortofrutícolas. Estas líneas están formadas por un conjunto de máquinas con funciones específicas, unidas entre sí por cintas transportadoras, transportadores de rodillos, elevadores, etc. [1].

La capacidad de trabajo de estas líneas es muy variable, pudiendo oscilar desde 10 hasta 40 toneladas por hora. Cada línea tiene tres componentes básicos: sistema de volcado, ilustración 2 y 3, sistema de calibrado o clasificación, ilustración 5 y sistema de envasado, ilustración 6. Adicionalmente, dependiendo del tipo de producto, puede haber otros procesos como precalibrado, lavado, secado, encerado, este proceso se da principalmente en las manzanas, control de enfermedades, etiquetado, etc. Durante todo el proceso, principalmente después del volcado, se realiza una clasificación manual para eliminar los frutos en mal estado. [1].

En la línea de calibrado, la condición fundamental del proyecto era usar la calibradora Saminox SXR, por lo que se deberá de seleccionar un volcador de cajones, apropiado para nuestra calibradora.

#### 4.1.1. *Volcadora Cajones*

El sistema de volcado introduce el producto proveniente de campo en cajas o cajones de diferentes tamaños en la línea de manipulación. Según el tipo de fruta, hay dos clases de volcadores: en piscina de agua y en seco.[1].

-Volcadores en piscina de agua. Están poco extendidos en España y son usados especialmente para frutas como pera y manzana. Tienen la ventaja de que el trato al



producto es más delicado, disminuyendo los daños por impacto en la zona de volcado. Los hay de dos tipos, unos vuelcan la fruta directamente desde la caja a un tanque de agua, otros sumergen la caja en su totalidad y la fruta flota libremente, entonces la caja vacía es sacada del tanque. [1].



**Ilustración 2. Volcador de Palots en agua. [4].**

-Volcadores en seco. Los más usuales son los de torsión y los volcadores con tapa. En los primeros, las cajas individualizadas son volcadas mediante un cambio de inclinación en las mismas provocado por la presencia de una guía en la cadena por la que avanzan. Los volcadores con tapa presentan varios diseños (revólver, tapa basculante, tapa deslizante, etc.), todos ellos basados en cubrir las cajas con una tapa antes de invertirlas para volcar el producto. Una vez invertida la caja, la tapa se retira y el producto cae suavemente sobre una cinta transportadora de recepción que lo introduce en la línea. Se basan en la utilización de sistemas neumáticos que facilitan el movimiento de la tapa y de las mordazas que sujetan las cajas. Estos volcadores se suelen usar con cajas de campo de 20 kg, aunque los fabricantes de maquinaria ofrecen volcadores específicos para los diferentes tipos de cajas y cajones existentes. [1].



**Ilustración 3. Volcador Palots en seco ciclo continuo UNI ROV 300. [4].**

### 4.1.2. *Calibradora*

Sobre la calibradora como ya se ha mencionado anteriormente no está abierta a selección o cambio de la misma. Por lo que se añadirá como un anexo a este proyecto, el manual de la misma.

La calibradora es el elemento que clasifica la fruta por diferentes criterios de calidad. Al hablar de calidad en fruta, es necesario cuantificar este término en parámetros medibles mediante una técnica y equipo específico. Así, podemos hablar de diferentes parámetros de calidad en fruta:

- Parámetros de calidad externos: peso, dimensiones, color, defectos externos.
- Parámetros de calidad internos: contenido en azúcares, contenido en ácidos, defectos internos, firmeza.

Las normas vigentes de calidad de frutas y hortalizas sólo regulan los parámetros externos (forma, tamaño, defectos, daños, etc.), estableciendo diferentes categorías de calidad en función de sus valores, por ejemplo, la manzana se clasifica

en calibres, una manzana de muy buena calidad será un calibre de 1ª o extra, y así sucesivamente.

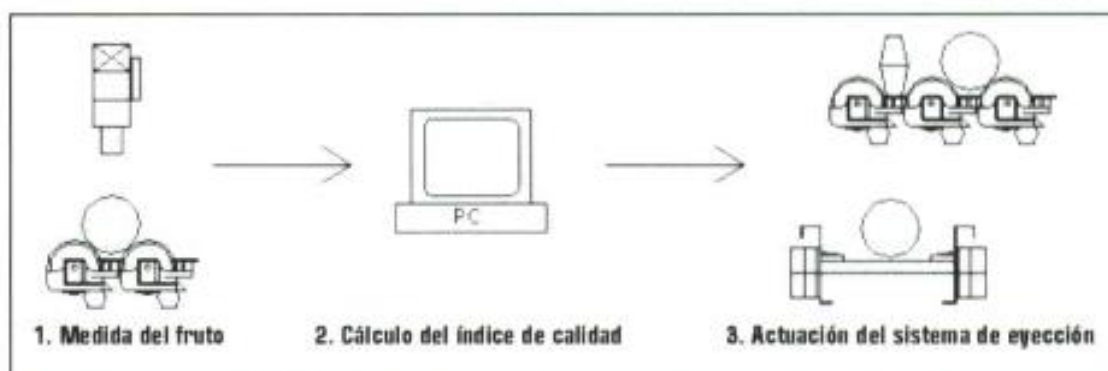
Sin embargo, la realidad es que las empresas comercializadoras (principalmente en los países más desarrollados de Europa, en Japón y en EE.UU.) están exigiendo a los productores que aporten parámetros de calidad interna de sus frutas, ya que éstos permiten estimar de forma más directa aspectos como sabor y vida en estantería.

Estos equipos se basan en dispositivos mecánicos (actualmente poco usados, utilizados para medir calidad externa, básicamente dimensiones y peso) o en sensores específicos basados en sistemas electrónicos (utilizados para medida de calidad externa e interna). [1]

Nos centraremos por tanto en equipos en línea, y dentro de éstos, en los que disponen de sensores electrónicos. Para que el sensor realice la medida, cada fruto debe estar individualizado en un recipiente ubicado en la cadena que lo transporta a través de los diferentes sensores. El proceso de clasificación es similar para cualquier sensor:

- 1) El fruto es medido por el sensor.
- 2) La señal recogida pasa a un microprocesador.

3) La señal es analizada obteniendo un índice de calidad en función del cual el fruto es clasificado y dirigido a la salida correspondiente de la cadena mediante el sistema de eyección para su posterior envasado. [1].



**Ilustración 4. Esquema de funcionamiento de un sistema de clasificación electrónico [1].**

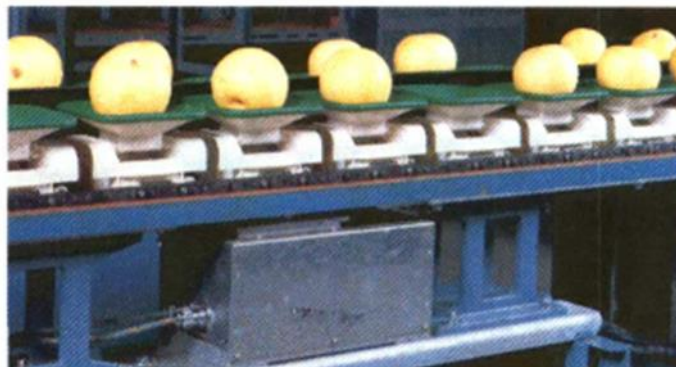
Los equipos para la medida del peso están ampliamente implantados en las empresas productoras, siendo actualmente una de las técnicas más utilizadas. Su funcionamiento se basa en la utilización de células de carga electrónicas, una por línea de calibración, que permiten pesar cada fruto individualmente. La capacidad de

## Planteamiento Trabajo

trabajo de este tipo de calibradores está en torno a diez frutos/segundo/línea con una precisión de pesada de  $\pm 1$  g. [1].

Para poder llevar a cabo este ritmo de pesaje estas células de carga utilizan un algoritmo para saber el peso del fruto en función del impacto que este genera sobre la célula de carga.

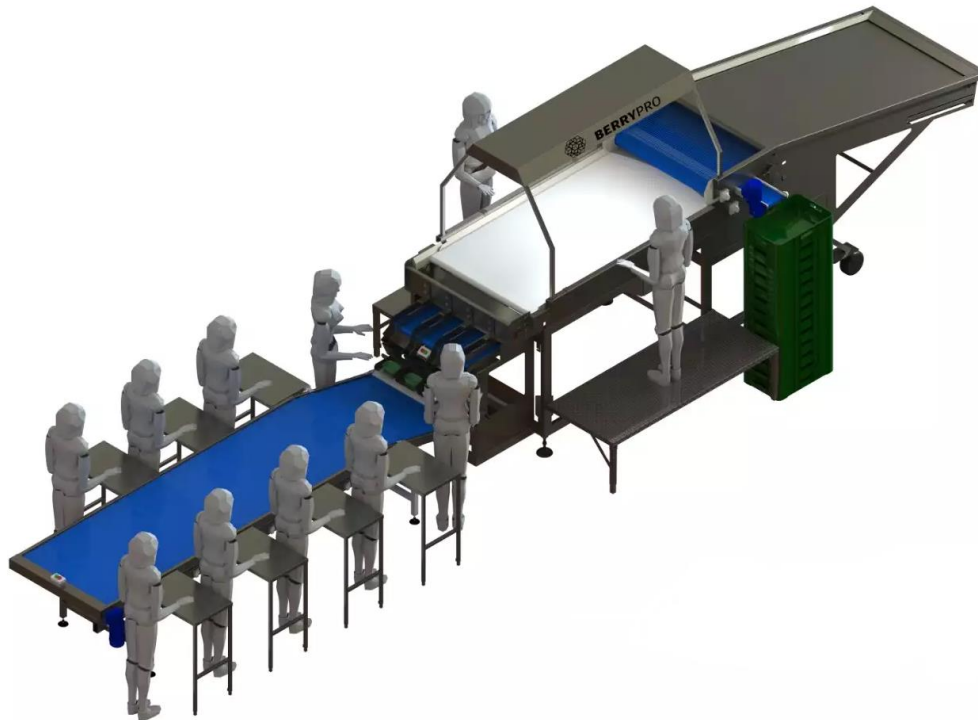
Las dimensiones externas se centran normalmente en la medida del diámetro ecuatorial, aunque en el caso de hortalizas puede ser requerida la medida de la mayor dimensión del producto. Se suelen utilizar equipos ópticos basados en la utilización de cámaras de visión CCD ubicadas sobre la cadena de calibración dentro de una campana de iluminación. Las cámaras pueden trabajar en el espectro visible o en el infrarrojo cercano y puede haber una o varias por cada línea de calibración en función del desarrollo tecnológico de cada fabricante. Su capacidad de trabajo se sitúa en torno a diez frutos/segundo/línea con precisiones de medida de  $\pm 1$ mm. Estos equipos también son capaces de clasificar por color. [1].



**Ilustración 5. Calibrador electrónico de peso. [1].**

Nuestra calibradora dispone de sistema de calibrado por peso únicamente, debido a que el reconocimiento de la fruta mediante imágenes es un módulo aparte que nuestro cliente no dispone del mismo. A la hora de realizar este precalibrado se realiza de manera manual, se estudiará a la hora de realizar el programa como se solventará este problema.





**Ilustración 6. Ejemplo maquina clasificadora. [1]**

Actualmente, la mayoría de las centrales hortofrutícolas cuentan en sus líneas de confección con sensores para la medida de parámetros externos (peso, tamaño y color) con capacidades de trabajo en torno a diez frutos por segundo. La implantación de sensores de medida de calidad interna está restringida a grandes empresas por su elevado precio. En el futuro, lo previsible es que estos equipos ganen mercado poco a poco. Uno de los factores que marcará su velocidad de introducción será el grado de exigencia por parte de las grandes cadenas comerciales a las centrales hortofrutícolas para que aporten un producto con una calidad muy definida. Es cierto que es complicado caracterizar un producto fresco como la fruta, cuyos parámetros de calidad evolucionan con el tiempo, por lo que son difíciles de "etiquetar"; sin embargo, el conocimiento detallado del producto es un arma comercial incuestionable y aporta una información esencial para la correcta manipulación del mismo hasta la llegada al consumidor. [1].

## 4.2. FACTORES A CONSIDERAR

Como factores inamovibles nos vamos a encontrar con dos, lo que nuestro cliente ficticio nos ha pedido que llevemos a cabo y las normativas pertinentes que atañen a nuestro proyecto.

### *4.2.1. Especificaciones Cliente*

Las especificaciones fijas del cliente son:

- Creación de la Automatización de una línea de calibrado simple.
- Reaprovechamiento de calibradora Saminox SXR.
- Comunicación HMI para observar el estado de la partida de fruta.
- Creación de planos para el operario de mantenimiento.
- Creación de máquinas modulares, es decir capaces de añadir en un futuro nuevas partes según la temporada correspondiente, como por ejemplo una Barnizadora de manzanas.

Como ampliación opcional:

- Posibilidad de salvado de datos en un ordenador de la empresa.

### *4.2.2. Normativa*

En cuanto a la normativa que debemos cumplir a la hora de realizar el proyecto:

- AENOR. 2014. UNE-EN 61131-1: Autómatas programables.
- EN ISO 13849-2:2008 – Seguridad de las máquinas. Partes del sistema de mando relativas a seguridad. Se complementa con la norma EN 62061:2005.
- EN 1672-2:12/1994: Requisitos sobre Higiene en Maquinaria para Productos Alimentarios.
- RD 2006\_42\_CE: Directiva de Máquinas de la Unión Europea.
- IEC UNE-EN 62061:2005: Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y programables relativos a la seguridad.
- ISO 22000:2018 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos – Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria, que anula y sustituye a la versión de 2005.
- Norma IEC-61131-3. Estandarización de los lenguajes de programación sobre los diferentes tipos de autómatas programables y sus periféricos.
- UNE 1096-3:1991: Funciones e instrumentación para la medida y la regulación de los procesos industriales. Representación simbólica.
- IEC 6029. Comisión Electrotécnica Internacional, índice de protección equipamiento eléctrico.

- REBT e ITC. Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- CTN 201/SC 121AB: Aparamenta y conjuntos de aparamenta para baja tensión
- EN 50170-2 e IS 611158-3: Norma que regula la red profibus.
- Según el IEC 60529, seleccionaremos una IP 55, es la norma para la inocuidad de los componentes eléctricos o electrónicos.

### 4.3. POSIBLES SOLUCIONES

En cuanto a las posibles soluciones que se pueden aportar a este problema son varias, por eso se darán unas soluciones en función de los conocimientos previos al estudio de la teoría mostrada a continuación, se dan soluciones en función de las distintas partes del trabajo:

#### Maquinas

En el apartado de las maquinas se debe de seleccionar las maquinas apropiadas para la realización del proceso, una de las condiciones, es utilizar la calibradora aportada por ellos la cual a su vez se usa de envasadora.

En lo referente a la volcadora se van a estudiar las diferentes que existen en el mercado y seleccionáramos una según las características que mas se aproxime a nuestros requisitos.

#### Control

Para el control tenemos dos opciones utilizar PLC un maestro y dos estaciones de trabajo, como ejemplo un S7-1500 y de ahí comunicarlo con las ET, o la otra opción mediante dos PLCs, seleccionar uno como maestro y que pase las ordenes al esclavo y la vez dirija la máquina, esta opción sería más modular y de aquí como ejemplo sacaríamos dos S7-1200 comunicados entre si.

#### Comunicación

El protocolo de comunicación existen mediante conexiones físicas o comunicación inalámbrica, aquí rápidamente nos decidimos sobre las conexiones físicas por cable como son los BUS, por ejemplo MODbus, o mediante Ethernet industrial, por ejemplo Profinet.

#### SCADA

---

## Planteamiento Trabajo

Nuestro SCADA se va a basar en una recopilación de datos principalmente en la máquina que es la calibradora por la cual vamos a obtener todos los valores de pesaje y de calidad del fruto. Lo que se debe de estudiar es ver si se puede llegar a comunicar los PLCs con la zona de administración o si por el contrario a través de un HMI se va a llevar a cabo el informe de cada partida por un encargado.

Estas soluciones aportadas son soluciones que no tienen por qué ser una de las soluciones finales ya que durante el proceso de selección de información se pueden llegar a dar otras.

## 4.4. MARCO TEÓRICO POSIBLES SOLUCIONES

El marco teórico se ha estructurado de manera que una vez conocidos los detalles sobre las máquinas sobre las cuales se van a trabajar, procederemos a documentarnos sobre el tipo de autómatas que emplearemos durante el proceso seguidamente se procederá a la búsqueda del tipo de comunicación que se empleara y finalmente se procederá a la búsqueda de componentes auxiliares, como por ejemplo una pantalla táctil.

### 4.4.1. *Autómatas Comerciales*

Existen una gran variedad de marcas comerciales de autómatas, cada cual contiene sus propias ventajas e inconvenientes, estudiaremos aquellas marcas que mayor relevancia tienen en el mercado actual y su grado de implementación en la industria.

Procederemos a estudiar dos marcas las cuales son bastante importantes en la industria, ese es un motivo por el cual hemos seleccionado estas marcas además el otro motivo por el cual se han seleccionado estas tres marcas es debido al mantenimiento de la misma, es decir al ser el mantenimiento de la misma línea algo externo se debe de tener en cuenta que el operario de mantenimiento sea capaz de resolver los problemas asociados a la programación de la misma así como posibles modificaciones que se realicen a futuro, y tendrá más probabilidades de llevar a cabo la reparación si son marcas mayormente más conocidas.

Por lo tanto, estas dos marcas son aquellas más conocidas a nivel de implementación en la industria y por lo tanto por servicios de mantenimiento.

#### 4.4.1.1. *Siemens*



En este apartado vamos a hablar de los autómatas modulares que posee Siemens y también hablaremos de periféricos descentralizados.

En lo referente a los autómatas modulares de Siemens vemos que hay 4 tipos básicos para la industria:

- SIMATIC S7-300
- SIMATIC S7-400
- SIMATIC S7-1200
- SIMATIC S7-1500

Existen más tipos de PLCs en Siemens, como por ejemplo LOGO!, pero este se trataría de un módulo lógico, lo cual es más simple debido a su limitado rango de entradas y salidas, y la posibilidad de que únicamente se podría conectar vía Ethernet. Es un controlador óptimo para tareas simples, no para un proceso completo de automatización.

En la siguiente imagen vemos como se ordenan, varios de los autómatas comentados anteriormente, siendo que nos faltaría por añadir el SIMATIC S7-1500. El cual se encontraría en la parte superior de la misma. Por encima del S7-400.

También se debe de mencionar al S7-1200, pero este autómata se encuentra en una categoría inferior en comparación con otros programadores, como demuestra la siguiente imagen. Además este autómata según Siemens es un autómata para controlar un proceso únicamente, aunque se pueda conectar mediante varios tipos de comunicaciones industriales, no es recomendado para grandes controles como podría ser el combinar dos procesos de dos máquinas diferentes.

Se ha estudiado además los autómatas S7-300 y el S7-1500, pero debido a que el 300 se encuentra descatalogado y el 1500 tiene unas características excesivas para nuestra aplicación, por lo que si queremos que nuestra máquina sea viable económicamente y se encuentre actualizada para su funcionamiento a lo largo de un tiempo óptimo según inversión de proyecto no contaremos en el estudio de posibles soluciones con esos dos PLCs, por lo tanto solamente se estudiara el S7-400.

Planteamiento Trabajo



**Ilustración 7. Posicionamiento de controladores modulares. [4].**

**SIMATIC S7-400**

Controlador de alto rendimiento para soluciones de sistema en la industria manufacturera y de procesos Dentro de la familia de controladores, el SIMATIC S7-400 está concebido para soluciones de sistema en el ámbito de la automatización manufacturera y de procesos.

- El S7-400 es ideal para tareas de muchos datos de la industria de procesos; la gran velocidad de procesamiento y los tiempos de reacción determinísticos reducen los tiempos de ciclo de las máquinas rápidas en la industria manufacturera. El rápido bus de fondo del S7-400 posibilita una conexión eficaz de los módulos periféricos centrales.
- El S7-400 se utiliza preferentemente para coordinar instalaciones completas y para controlar las líneas de comunicación subordinadas con estaciones esclavas; de ello se ocupan las interfaces integradas y la gran capacidad de comunicación.
- Las prestaciones del S7-400 se pueden ampliar gracias a una gama escalonada de CPU; la capacidad para periferia de E/S es prácticamente ilimitada.
- Los recursos disponibles de las CPU permiten integrar nuevas funciones sin necesidad de invertir más en hardware, por ej., procesamiento de datos de calidad, cómodo diagnóstico, integración en soluciones MES de nivel superior o rápida comunicación a través de sistemas de bus.

- La configuración de la periferia descentralizada del S7-400 puede modificarse durante el funcionamiento e insertar y extraer los módulos de señales bajo tensión (hot swapping). De esta forma, resulta muy sencillo realizar ampliaciones de la instalación o cambios de módulos en caso de error.
- En un S7-400 se integran funciones de seguridad y automatización estándar; la disponibilidad de la instalación se mejora usando un S7-400 con configuración redundante. [7]

**Tabla 1. CPUs modulares, S7-400 y sus características. [5].**

SIMATIC S7-400, CPU	416-3 PN/DP	417-4	412-3H	414-4H	417-4H	416F-2	416F-3 PN/DP
<b>Memoria de trabajo</b>	11,2 Mbytes	30 Mbytes	768 Kbytes	2,8 Mbytes	30 Mbytes	5,6 Mbytes	11,2 Mbytes
Instrucciones	1840 K	5 M	128 K	460 K	5 M	560 K (instruc.F)	1120 K (instruc.F)
<b>Tiempos de ejecución (µs)</b> Bit/pal./coma fija/coma flot.	30/30/30/90	18/18/18/54	75/75/75/225	45/45/45/135	18/18/18/54	30/30/30/90	30/30/30/90
<b>Temporizadores/contadores</b>	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048
<b>Áreas de direccionamiento</b> Canales digitales Canales analógicos	131072/131072 8192/8192	131072/131072 8192/8192	65536/65536 4096/4096	65536/65536 4096/4096	131072/131072 8192/8192	131072/131072 8192/8192	131072/131072 8192/8192
<b>Interfaces DP</b> Cantidad de interfaces DP Cantidad de esclavos DP Interfaces enchufables	1 125 respec. 1 x DP	3 125 respec. 2 x DP	1 (MPI/DP) — 2 x Sync1)	1 — 2 x Sync1)	1 — 2 x Sync1)	1 125 —	1 125 respec. 1 x DP
<b>Interfaces PN</b> Cantidad de interfaces PN PROFINET IO PROFINET con IRT PROFINET CBA TCP/IP UDP Servidor web ISO-on-TCP (RFC 1006) Pasarela de juegos de datos	1 (2 puertos) ● ● ● ● ● ● ● ● ●	— — — — — — — — —	— — — — — — — — —	— — — — — — — — —	— — — — — — — — —	— — — — — — — — —	1 (2 puertos) ● ● ● ● ● ● ● ● ●
<b>Dimensiones A x A x P (mm)</b>	50x290x219	50x290x219	50x290x219	50x290x219	50x290x219	25x290x219	50x290x219

— = no aplicable/no disponible

1) Módulo Sync

● = aplicable/disponible

Planteamiento Trabajo

Tabla 2. Comparación Autómatas clase baja Siemens. [8].

Controladores modulares SIMATIC			
	S7-1200	ET 200 con CPU	
			
Familia de productos SIMATIC		ET 200S	ET 200pro
Descripción breve	Controlador modular compacto para soluciones de automatización discretas y autónomas	Sistema periférico modular y descentralizado con inteligencia local con grado de protección IP20	con grado de protección IP65/67
Gama	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 CPUs compactas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 CPU estándar</li> <li>2 CPUs de seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 CPU estándar</li> <li>2 CPUs de seguridad</li> </ul>
Repuestos garantizados a largo plazo	10 años	10 años	10 años
Rango de temperatura	-20 ... 60 °C 1)	0 ... 60 °C 2)	0 ... 55 °C
<b>Rendimiento</b>			
Tiempo proces. operación de bit, mín.	0,085 µs	0,06 µs	0,025 µs (IM154-8FX)
<b>Memoria</b>			
Memoria de trabajo, máx.	125 Kbyte (CPU 1217C)	192 Kbyte 5)	512 Kbyte 6)
Memoria de carga/masa, máx.	4 Mbyte (CPU 1217C)	Micro Memory Card 8 Mbyte	
Respaldo, máx.	Programa y datos vía SIMATIC Memory Card (exenta de mantenimiento)	Programa y datos vía Micro Memory Card (exenta de mantenimiento)	
<b>Periferia</b>			
Área de direcciones E/S, máx.	1024 / 1024 Byte	2048 / 2048 Byte	2048 / 2048 Byte
Centralizada · E/A integradas en CPU	■		
· Módulos de E/S conectados a la CPU	■	■	■
Descentralizada · Módulos de E/S conectados a PROFIBUS	■	■	■
· Módulos de E/S conectados a PROFINET	■	■	■
<b>Funciones tecnológicas</b>			
Bloques de función cargables	■	■	■
Funciones básicas integradas en la CPU	■		
Módulos especiales enchufables a nivel central	■	■	■
Controlador tecnológico especial			
Modo isócrono		■ (PN-CPU)	■
<b>Seguridad/disponibilidad</b>			
Seguridad positiva	en preparación	■ (CPUs F)	■ (CPUs F)
Alta disponibilidad			
Cambios de configuración durante el funcionamiento (CIR)			
Inserción/extracción de E/S durante el funcionamiento (hot swapping)		■	
<b>Funciones HMI</b>			
Integradas			
<b>Funciones PC</b>			
Integración C/C++/C#/Visual Basic			
Adquisición y registro histórico de datos	■		
Ampliabilidad con hardware estándar de PC			
Integración de hardware/software estándar de PC			
<b>Ingeniería</b>			
Software de configuración/programación	STEP 7 Basic V12 en TIA Portal, STEP 7 Professional V12 en TIA Portal		STEP 7 / STEP 7 Pro
Lenguajes de programación	KOP, FUP, SCL		KOP (LD), FUP (FBD)
Configuración de funciones HMI integradas			
<b>Comunicación</b>			
MPI		■	■
PtP	■ (omunic. serie basada en signos)		
AS-Interface	■ (vía CP con STEP 7 V11 SP2)		
PROFIBUS	■	■	■
PROFINET IO	■	■ (CPUs PN)	■
Otras opciones integradas			
Servidor web	■ (Smart Device Access, SIMATIC S7-1200 App)	■ (CPUs PN)	■

Tabla 3. Comparación Autómatas clase media-Alta Siemens. [8].

Controladores modulares SIMATIC			
	S7-300	S7-400	S7-1500
			
<b>Familia de productos SIMATIC</b>			<b>S7-1500</b>
Descripción breve	Controladores modulares para soluciones de automatización manufacturera en las gamas baja a media	Controladores modulares para soluciones de automatización manufacturera y de procesos en el rango de potencia de medio a alto	El controlador modular para aplicaciones de automatización discreta de gama media a alta
Gama	<ul style="list-style-type: none"> <li>7 CPUs estándar</li> <li>7 CPUs compactas</li> <li>5 CPUs de seguridad</li> <li>2 CPUs tecnológicas</li> <li>1 CPU tecnológica de seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10 CPUs estándar</li> <li>3 CPUs de seguridad</li> <li>4 CPUs de alta disponibilidad (también de seguridad)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 CPUs estándar con display (diagonal de hasta 6,1 cm)</li> <li>otros en preparación</li> </ul>
Repuestos garantizados a largo plazo	10 años	10 años	10 años
Rango de temperatura	0 ... 60 °C 2)	0 ... 60 °C 3)	0 ... 60 °C
<b>Rendimiento</b>			
Tiempo proces. operación de bit, mín.	0,004 µs (CPU 319)	0,018 µs (CPU 417)	0,01 µs (CPU 1516)
<b>Memoria</b>			
Memoria de trabajo, máx.	2 Mbyte (CPU 319), 2,5 Mbyte (CPU 319F)	30 Mbyte (CPU 417)	6 Mbyte (programa 1 Mbyte, datos 5 Mbyte)
Memoria de carga/masa, máx.	Micro Memory Card 8 Mbyte	Memory Card 64 Mbyte	2 Gbyte (vía Memory Card)
Respaldo, máx.	Programa y datos vía Micro Memory Card (exenta de mantenimiento)	Programa y datos vía pila tampón o programa vía MC FEPRM	Programa y datos vía SIMATIC Memory Card (exenta de mantenimiento)
<b>Periferia</b>			
Área de direcciones E/S, máx.	8192 / 8192 Byte	16384 / 16384 Byte	32 / 32 Kbyte
Centralizada · E/A integradas en CPU	■ (CPU compacta)		en preparación
· Módulos de E/S conectados a la CPU	■	■	■
Descentralizada · Módulos de E/S conectados a PROFIBUS	■	■	■
· Módulos de E/S conectados a PROFINET	■	■	■
<b>Funciones tecnológicas</b>			
Bloques de función cargables	■	■	■
Funciones básicas integradas en la CPU	■ (CPU compacta)		■
Módulos especiales enchufables a nivel central	■	■	■
Controlador tecnológico especial	■ (CPUs tecnológicas) 7)		
Modo isócrono	■	■	■
<b>Seguridad/disponibilidad</b>			
Seguridad positiva	■ (CPUs F) 7)	■ (CPUs F/FH)	en preparación
Alta disponibilidad		■ (CPUs F/FH)	
Cambios de configuración durante el funcionamiento (CIR)		■	
Insertión/extracción de E/S durante el funcionamiento (hot swapping)		■	
<b>Funciones HMI</b>			
integradas			
<b>Funciones PC</b>			
Integración C/C++/C#/Visual Basic			
Adquisición y registro histórico de datos			■
Ampliabilidad con hardware estándar de PC			
Integración de hardware/software estándar de PC			
<b>Ingeniería</b>			
Software de configuración/programación	STEP 7 Professional, V5.x o sup.; STEP 7, V11 o sup. en TIA Portal		STEP 7 Professional, V12 o sup. en TIA Portal
Lenguajes de programación	LAD, AWL (IL), S7-Graph (SFC), S7-SCL (ST), S7-High	Graph, CFC	KOP (LD), FUP (FBD), AWL (IL), S7-Graph (SFC) en preparación, S7-SCL (ST)
Configuración de funciones HMI integradas			
<b>Comunicación</b>			
MPI	■	■	
PtP	■ (también vía CP)	■ (vía CP)	■ (vía CMs)
AS-Interface	■ (vía CP)		
PROFIBUS	■ (también vía CP) 4)	■ (también vía CP)	■
PROFINET IO	■ (también vía CP)	■ (también vía CP)	■
Otras opciones integradas			PROFINET (CPU 1516)
Servidor web	■ (CPUs PN)	■ (CPUs PN)	■

---

## Planteamiento Trabajo

### ET 200

Siemens ofrece una solución para el control de sistemas remotos como es el caso de periferia descentralizada. Es el llamado SIMATIC ET 200. Este sistema posee varios tipos de sistemas, para uso en armarios eléctricos o sin armarios, para riesgo de explosiones, con CPU o sin ella, etc. Nos vamos a centrar en aquellos para uso en armarios eléctricos, IP 20, y sin CPU integrada.

Dentro de este campo vemos varios tipos:

- ET 200 SP
- ET 200 S
- ET 200 MP
- ET 200 M
- ET 200 iSP
- ET 200 L

### ET 200 SP

- Sistema flexible de conexión de la interfaz PROFINET mediante adaptadores de bus
- Formación individual de grupos de carga sin módulo de alimentación independiente
- Estructura del sistema con cableado independiente, Hot Swapping y funcionamiento con huecos
- Numerosas posibilidades de diagnóstico
- Bornes de inserción rápida que ahorran espacio y permiten realizar el cableado sin herramientas y con una sola mano, con punto de medición autosustentante
- Fácil desconexión del cableado gracias a la disposición en columnas de la entrada de cable, el orificio de apertura de resorte y el punto de medición
- Bornes para conexión mono o multiconductor
- Sistema de rotulación y código de colores muy informativos. [17].

### ET 200 S

- Configuración modular al bit con conexión multiconductor
- Módulos de interfase para PROFIBUS y PROFINET
- Multifuncional gracias a la amplia gama de módulos existente: arrancadores de motor, funciones de seguridad, módulos tecnológicos, inteligencia descentralizada y módulos IO-Link
- Uso en atmósfera potencialmente explosiva (zona 2)

- También disponible en versión de alta velocidad (HS, High Speed) para alto rendimiento y máxima precisión
- Switch integrado de 2 puertos para construir estructuras lineales en PROFINET
- También disponible como periferia tipo bloque ampliable con E/S digitales integradas: SIMATIC ET 200S COMPACT. [17].

#### ET 200 MP

- Alto rendimiento y tiempos de reacción mínimos para aplicaciones rápidas
- Estructura escalable con módulos de 35 mm de ancho
- Disposición uniforme de los pines de los módulos y espacio guardacable adaptable
- Numerosas posibilidades de rotulación para una mejor identificación
- Sistema integral de diagnóstico y señalización. [17].

#### ET 200 M

- Diseño modular con módulos estándar del SIMATIC S7-300, también en configuración redundante
- Gran densidad de canales: hasta 64 por módulo
- Funcionamiento con PROFINET y PROFIBUS (hasta 12 módulos por estación)
- Soporta HART (con total transparencia). [17].

#### ET 200 iSP

- Estructura modular, también en configuración redundante
- Diseño robusto y de seguridad intrínseca
- Mayor disponibilidad de la instalación gracias a redundancia y a la posibilidad de cambio en caliente (hot swapping) o de modificar la configuración durante el servicio.
- PROFIBUS
- Soporta HART (con total transparencia). [17].

#### ET 200 L






- Hasta 1.5 Mbit/s
- Pequeña superficie y precio óptimo
- Diagnóstico sencillo
- Cableado permanente entre el bloque de terminales y la electrónica
- Instalación sencilla en carril estándar



Planteamiento Trabajo

- Profibus. [17].

Tabla 4. Varios módulos Simatic ET 200 En armario Eléctrico. [17].

Sistema de periferia	ET 200SP	ET 200S	ET 200MP <b>NUEVO</b>	ET 200M
<b>Diseño</b>				
Grado de protección	IP20	IP20	IP20	IP20
Forma	escalabilidad granular	modularidad al bit, bloque ampliable	modular	modular
Montaje	Perfil DIN	Perfil DIN	Perfil soporte S7-1500	Perfil soporte S7-300
Sistema de conexión para sensores/actuadores	Conexión mono o multifilar Borne de inserción rápida	Conexión mono o multifilar Bornes de resorte/tornillo, FastConnect	Conexión monohilo Bornes de tornillo, Bornes de Push-In	Conexión monohilo Bornes de resorte/tornillo, FastConnect, Top Connect
<b>Aplicaciones especiales</b>				
Funciones de seguridad	● (en prep.)	●	● (en prep.)	●
Uso en zona clasificada (Ex) 	Zona 2, 22	Zona 2, 22	Zona 2, 22	Zona 2, 22
Mayor disponibilidad	○	○	○	conmutada, redundante
Rango de temperatura	0 °C ... +60 °C (montaje horizontal) <sup>1)</sup>	0 °C ... +60 °C <sup>1)</sup>	0 °C ... +60 °C (montaje horizontal)	0 °C ... +60 °C <sup>1)</sup>
Resistencia a vibraciones (permanente)	hasta 5 g <sup>4)</sup>	2 g	2 g	1 g
<b>Comunicación</b>				
PROFINET (cobre/FO)	● / ● (en prep.)	● / ●	● / ○	● / ○
PROFIBUS (cobre/FO)	● (en prep.) / (en prep.)	12 Mbits/s / 12 Mbits/s	● (en prep.) / ○	12 Mbits/s / ○
AS-Interface	●	○	○	○
Otros	○	● <sup>8)</sup>	○	○
<b>Funciones de sistema</b>				
Cableado independiente	●	●	● (conexión frontal)	● (conexión frontal)
Hot Swapping/Funcionamiento con huecos	● / ●	● <sup>5)</sup> / ● <sup>6)</sup>	● (en prep.)	● <sup>8)</sup> / ● <sup>8)</sup>
Modo isócrono, p. ej., para regulaciones rápidas	●	●	●	●
Cambio de configuración durante el funcionamiento	●	●	● (en prep.)	●
Módulos High Speed	●	●	●	●
Diagnóstico (en función del módulo)	granular por módulos (granular por canales en prep.)	granular por canales	granular por canales	granular por canales
<b>Funciones</b>				
Canales digitales	●	●	●	●
Canales analógicos incl. HART	● ○	●	● ○	● ●
Arrancadores de motor/convertidores de frecuencia	○ / ○	● / ○	○ / ○	○ / ○
Conexión a neumática	● (en prep.)	● <sup>2)</sup>	○	○
Funciones tecnológicas	●	contaje/medición, posicionamiento, pesaje	●	contaje/medición, posicionamiento, control por levas, regulación, pesaje
Funcionalidad CPU integrada/ I-Device	● (en prep.) / ● (en prep.)	● / ●	○ / ○	● / ● (a través de CPU S7-300)
Shared device <sup>3)</sup>	●	●	●	●
MRP <sup>3)</sup>	●	●	●	●
Configuración futura	● <sup>5)</sup>	●	● (en prep.)	○
Sensores y actuadores (IO-Link)	●	●	●	○

● utilizable/disponible  
○ no utilizable/no disponible

<sup>1)</sup> Disponible también como componente SIPLUS para el rango de temperatura ampliado de -40 °C ... 70 °C y atmósfera agresiva/condensación (más detalles en: [www.siemens.com/siplus-extreme](http://www.siemens.com/siplus-extreme))

<sup>2)</sup> Más información sobre los productos complementarios en: [www.siemens.com/simatic-et200](http://www.siemens.com/simatic-et200)

<sup>3)</sup> Disponible para variantes PROFINET

<sup>4)</sup> Con adaptador de bus BA 2 x FC

<sup>5)</sup> Control de la configuración a través del programa del usuario

<sup>6)</sup> Con módulos de reserva

<sup>7)</sup> Módulo de comunicación CANopen, DeviceNet

<sup>8)</sup> Con bus de fondo activo



#### 4.4.1.2. Omrom

Omrom es una empresa dedicada principalmente a la automatización industrial, cuenta como base la electricidad y electrónica en todos sus productos. No es una empresa tan potente como lo es Siemens a nivel Europeo, pero sí que podría ser la segunda competidora de este mismo mercado.

Al estudiar los diferentes productos que Omrom tiene en su catálogo se observa otra posible solución al problema de nuestro proyecto, la aplicación de un PAC, controlador de automatización programable, como maestro. Pero se desestima la idea en función de que estos PAC tienen una mayor potencia de la que nosotros necesitamos en nuestro proyecto, es decir estos PAC pueden realizar la tarea de un PLC, pero es por las demás tareas que puede llevar por lo que sería excesivo para la tarea que se requiere llevar a cabo. Ya que estos controladores se emplean además en la toma de datos muy precisos, análisis matemático y memoria profunda, monitorización remota, visión artificial, control de movimiento y robótica, etc. Es decir el PAC puede llegar a tomar decisiones en función de pautas no establecidas directamente por el hombre.

Sí que sería prudente considerarlo en un futuro como proyecto de ampliación ya que permite la comunicación con un sistema de visión artificial, se podría emplear una mejora, mediante las propias herramientas que aporta Omrom para crear este sistema de visión artificial.

Por lo tanto simplemente nos centraremos en el estudio de PLCs y sistemas de E/S remotos.





#### Autómatas Programables PLCs

Existen varios tipos de PLCs en Omrom que pasan por tres series Compactos, Modulares y Bastidores.

En las siguientes tablas se ven las diferentes características de cada uno.

Planteamiento Trabajo



Tabla 5. PLCs compactos marca Omron. [19].

		Autómatas compactos			
					
Modelo		CPM2C	CP1E	CP1L	CP1H
<b>Máximo de puntos de E/S digitales<sup>*1</sup></b>		192	180	180	320 <sup>*2</sup>
<b>Integrado</b>	<b>E/S digitales</b>	10 a 32	10 a 60	10 a 60	20 o 40
	<b>Entradas de interrupción</b>	2 o 4	4 o 6	2, 4 o 6	6 o 8
	<b>Entradas de contador</b>	2 o 4	5 o 6	4	2 o 4
	<b>Salidas de pulsos<sup>*1</sup></b>	2	2	2	2 o 4
<b>Características de la CPU<sup>*1</sup></b>		Tamaño compacto Unidades de expansión Entradas de respuesta rápida Contador de alta velocidad Salida de pulsos con PWM Puerto RS-232C Reloj de tiempo real	Puerto USB Unidades expansoras de E/S Entradas de respuesta rápida Contador de alta velocidad Salida de pulsos con PWM Puerto RS-232C Puerto RS-485 Reloj de tiempo real 2 potenciómetros analógicos Consulte la sección "E/S analógicas"	Puerto USB o Ethernet Unidades expansoras de E/S Entradas de respuesta rápida Contador de alta velocidad Salida de pulsos con PWM Hasta 2 módulos opcionales serie Reloj de tiempo real 1 potenciómetro analógico Consulte la sección "E/S analógicas"	Puerto USB Unidades expansoras de E/S Unidades de E/S especiales de la serie CJ Unidades de bus de CPU de la serie CJ Entradas de respuesta rápida Contador de alta velocidad Salida de pulsos con PWM Puerto RS-232C Slots de módulo opcional Reloj de tiempo real 1 potenciómetro analógico Display de LED, 2 dígitos Consulte la sección "E/S analógicas"
<b>Tiempo de ejecución de instrucciones (instrucción de bit)</b>		0,64 µs	1,19 µs	0,55 µs	0,10 µs
<b>Memoria de programa</b>		4.000 palabras	2.000 u 8.000 pasos	5 o 10.000 (+10.000 bloques de función) pasos	20.000 pasos
<b>Memoria de datos</b>		2.000 palabras	2.000 u 8.000 palabras	10.000 o 32.000 palabras	32.000 palabras
<b>Memoria externa</b>		Unidad de memoria de expansión	-	Casete de memoria	Casete de memoria
<b>E/S analógicas</b>		Unidad de E/S analógicas Unidad de sensor de temperatura	Integradas para el modelo E-NA (2 entradas + 1 salida) Unidades de expansión de E/S analógicas Unidades de expansión de entrada de temperatura	Integradas para el modelo EL/EM (2 entradas) Unidades de expansión de E/S analógicas Unidades de expansión de entrada de temperatura	Integradas para el modelo XA (4 entradas + 2 salidas) Unidades de expansión de E/S analógicas Unidades de expansión de entrada de temperatura Unidad de E/S analógicas CJ Unidades de temperatura CJ
<b>Unidades especiales</b>		-	-	-	Unidades de E/S especiales de la serie CJ Unidades de bus de CPU de la serie CJ
<b>Maestro de bus de campo</b>		-	ModBus	Ethernet ModBus	Ethernet Ethernet/IP Controller Link DeviceNet PROFIBUS-DP PROFINET ModBus CompoNet CompoBus/S CAN (se puede configurar libremente)
<b>E/S de bus de campo</b>		CompoBus/S DeviceNet	PROFIBUS-DP CompoBus/S DeviceNet	PROFIBUS-DP CompoBus/S DeviceNet	PROFIBUS-DP CompoBus/S DeviceNet
<b>Página/enlace rápido</b>		46/H232	48/H234	50/H226	52/H225

<sup>\*1</sup> Algunas de las características indicadas no están disponibles para todos los tipos de CPU en cada serie. Consulte las especificaciones para obtener más información sobre las características y el rendimiento de la CPU.

<sup>\*2</sup> Representa la capacidad de E/S local. Si se utiliza un maestro de bus de campo, son posibles más E/S.

**Tabla 6. PLCs modulares y con bastidor marca Omron. [19].**

		Autómata modular			Autómata con bastidor	
						
Modelo		CJ1G	CJ2M	CJ2H	CS1G/H	CS1D
Máximo de puntos de E/S digitales <sup>*1</sup>		1.280	2.560	2.560	5.120	5.120
Integrado <sup>*1</sup>	E/S digitales	16	–	–	–	–
	Entradas de interrupción	4	–	–	–	–
	Entradas de contador	2	–	–	–	–
	Salidas de pulsos	2	–	–	–	–
Características de la CPU <sup>*1</sup>		Tamaño compacto No requiere bastidor Gran capacidad del programa Backups sencillos E/S de pulsos incorporadas CPUs para el Control de Procesos Reloj de tiempo real	Puerto USB Puerto EtherNet/IP Unidades de E/S de alta velocidad Conexión de módulo opcional Estructuras y arrays Data links de etiquetas Tamaño compacto No requiere bastidor Gran capacidad del programa Memoria de bloques de función Backups sencillos Reloj de tiempo real	Puerto USB Puerto EtherNet/IP Unidades de E/S de alta velocidad Estructuras y arrays Data links de etiquetas E/S síncrona Tamaño compacto No requiere bastidor Gran capacidad de programa adicional Backups sencillos Reloj de tiempo real	Alta capacidad de E/S Soporta tarjetas internas Gran capacidad del programa Compatible con versiones anteriores Backups sencillos Reloj de tiempo real	CPU redundante Fuente de alimentación redundante Sustitución en caliente Alta capacidad de E/S Soporta tarjetas internas Gran capacidad del programa Compatible con versiones anteriores Backups sencillos Reloj de tiempo real
Tiempo de ejecución de instrucciones (instrucción de bit)		0,10/0,04 µs	0,04 µs	0,016 µs	0,04/0,02 µs	0,04/0,02 µs
Memoria de programa		De 5.000 a 60.000 pasos	De 5.000 a 60.000 pasos	De 50.000 a 400.000 pasos	De 10.000 a 250.000 pasos	De 10.000 a 250.000 pasos
Memoria de datos		De 32.000 a 128.000 palabras	De 64.000 a 160.000 palabras	De 160.000 a 832.000 palabras	De 64.000 a 448.000 palabras	De 64.000 a 448.000 palabras
Memoria CompactFlash		Hasta 512 MB				
E/S analógicas		Unidad de E/S analógicas Unidad de sensor de temperatura Unidad de control de temperatura				
Unidades especiales		Control de temperatura Contadores de alta velocidad (500 kHz) Entrada de encoder SSI Control de posición Macro de protocolo Sensor de identificación de RF Unidad de pesaje Unidad de almacenamiento y recogida de datos		Control de temperatura Contadores de alta velocidad (500 kHz) Entrada de encoder SSI Control de posición Macro de protocolo Sensor de identificación de RF E/S de alta velocidad Posición sincronizada Unidad de almacenamiento y recogida de datos		Control de temperatura Entrada de encoder SSI Contadores de alta velocidad (500 kHz) Control de posición Control de movimiento Control de proceso Macro de protocolo Sensor de identificación de RF Unidad de almacenamiento y recogida de datos
Maestro de bus de campo		Ethernet Ethernet/IP Controller Link DeviceNet PROFIBUS-DP PROFINET ModBus CompoNet CompoBus/S CAN (se puede configurar libremente)				
E/S de bus de campo		DeviceNet PROFIBUS-DP CAN (se puede configurar libremente)				
Página/enlace rápido		54/H238	54/H243	54/H242	63/H247	63

<sup>\*1</sup> Algunas de las características indicadas no están disponibles para todos los tipos de CPU en cada serie. Consulte las especificaciones para obtener más información sobre las características y el rendimiento de la CPU.

---

## Planteamiento Trabajo

Vamos a centrarnos en los PLCs modulares ya que una de las posibles soluciones del problema pasa por utilizar un maestro y con los modulares podremos crear con una CPU seleccionada por nosotros una fuente de alimentación y un módulo de comunicaciones podremos utilizar este autómatas como maestro en vez de comprar uno compacto por lo que ahorraremos al no utilizar un módulo de E/S en cual no iríamos a emplear.

Por lo tanto hablaremos de las unidades de comunicación de la serie CJ y de la serie CS.

- CJ

La serie CJ proporciona tanto interfaces de redes abiertas estándares como enlaces de red propios de alta velocidad y económicos. Se pueden establecer enlaces de datos entre PLCs o a sistemas de información de nivel superior mediante enlaces serie o Ethernet, o la red Controller Link fácil de usar.

Omron admite las dos redes de campo principales, DeviceNet y PROFIBUS-DP. Para las E/S de campo de alta velocidad, CompoBus/S propio de Omron ofrece una facilidad de instalación insuperable. El usuario puede configurar en su totalidad las comunicaciones serie y basadas en CAN, que se pueden utilizar para emular una amplia variedad de protocolos específicos de la aplicación. Las unidades EtherNet/IP proporcionan funciones de enlace de datos para compartir grandes cantidades de datos entre PLCs. El nuevo controlador PROFINET-IO junto con el sistema de E/S modular SmartSlice proporciona E/S basadas en Ethernet con redundancia de controlador y red.

Tabla 7. Unidades comunicacionales serie CJ. [19].

Tipo	Puertos	Transferencia de datos	Protocolos	Clase de unidad	Ancho	Tipo de conexión	Modelo
Serie	2 × RS-232C		CompoWay/F, Host Link, NT Link, Modbus, definido por el usuario	Unidad de bus de CPU	31 mm	D-Sub, 9 pines	CJ1W-SCU21-V1
Serie	2 × RS-232C	Alta velocidad	CompoWay/F, Host Link, NT Link, Modbus, definido por el usuario	Unidad de bus de CPU	31 mm	D-Sub, 9 pines	CJ1W-SCU22
Serie	2 × RS-422A/RS-485		CompoWay/F, Host Link, NT Link, Modbus, definido por el usuario	Unidad de bus de CPU	31 mm	D-Sub, 9 pines	CJ1W-SCU31-V1
Serie	2 × RS-422A/RS-485	Alta velocidad	CompoWay/F, Host Link, NT Link, Modbus, definido por el usuario	Unidad de bus de CPU	31 mm	D-Sub, 9 pines	CJ1W-SCU32
Serie	1 RS-232C + 1 RS-422/RS-485		CompoWay/F, Host Link, NT Link, Modbus, definido por el usuario	Unidad de bus de CPU	31 mm	D-Sub, 9 pines	CJ1W-SCU41-V1
Serie	1 RS-232C + 1 RS-422/RS-485	Alta velocidad	CompoWay/F, Host Link, NT Link, Modbus, definido por el usuario	Unidad de bus de CPU	31 mm	D-Sub, 9 pines	CJ1W-SCU42
Ethernet	1 × 100 Base-Tx		UDP, TCP/IP, servidor FTP, SMTP (correo electrónico), SNTP (ajuste de tiempo), enrutamiento FINS, servicio de base	Unidad de bus de CPU	31 mm	RJ45	CJ1W-ETN21
EtherNet/IP	1 × 100 Base-Tx		EtherNet/IP, UDP, TCP/IP, servidor FTP, SNTP, SNMP	Unidad de bus de CPU	31 mm	RJ45	CJ1W-EIP21
Controller Link	Par trenzado a 2 hilos		Propio de Omron	Unidad de bus de CPU	31 mm	tornillo de 2 hilos + GND	CJ1W-CLK23
DeviceNet	1 × CAN		DeviceNet	Unidad de bus de CPU	31 mm	desmontable 5 p	CJ1W-DRM21
PROFIBUS-DP	1 × RS-485 (maestra)		DP, DPV1	Unidad de bus de CPU	31 mm	D-Sub, 9 pines	CJ1W-PRM21
PROFIBUS-DP	1 × RS-485 (esclava)		DP	Unidad de E/S especial	31 mm	D-Sub, 9 pines	CJ1W-PRT21
PROFINET-IO	1 × 100 Base-Tx		Controlador de PROFINET-IO, FINS/UDP	Unidad de bus de CPU	31 mm	RJ45	CJ1W-PNT21
CAN	1 × CAN		Definido por el usuario, soporta identificadores de 11 bits y 29 bits	Unidad de bus de CPU	31 mm	desmontable 5 p	CJ1W-CORT21
CompoNet	4 cables, datos + alimentación a esclavos (maestro)		CompoNet (basado en CIP)	Unidad de E/S especial	31 mm	desmontable 4 p IDC o tornillo	CJ1W-CRM21
CompoBus/S	2 hilos (maestra)		Propio de Omron	Unidad de E/S especial	20 mm	2 hilos tornillo + 2 hilos alimentación	CJ1W-SRM21

- Serie CS

CS1 proporciona tanto interfaces de redes abiertas estándares como enlaces de red propios de alta velocidad y económicos. Se pueden establecer enlaces de datos entre PLCs o a sistemas de información de nivel superior mediante enlaces serie o Ethernet, o la red Controller Link fácil de usar.

Omron admite las dos redes de campo principales, DeviceNet y PROFIBUS-DP. Para las E/S de campo de alta velocidad, CompoBus/S propio de Omron ofrece una facilidad de instalación insuperable. El usuario puede configurar en su totalidad las comunicaciones serie y basadas en CAN, que se pueden utilizar para emular una amplia variedad de protocolos específicos de la aplicación. Las unidades EtherNet/IP proporcionan funciones de enlace de datos para compartir grandes cantidades de datos entre PLCs. El controlador PROFINET-IO junto con el sistema de E/S modular SmartSlice proporciona E/S basadas en Ethernet con redundancia de controlador y red. [19].

Planteamiento Trabajo

**Tabla 8. Unidades comunicacionales serie CS. [19].**

Tipo	Puertos	Protocolos	Clase de unidad	Observaciones	Tipo de conexión	Modelo
Serie	2 × RS-232C	CompoWay/F, Host Link, NT Link, Modbus, Definido por el usuario	Unidad de bus de CPU	-	D-Sub, 9 pines	CS1W-SCU21-V1
Serie	2 × RS-422/RS-485	CompoWay/F, Host Link, NT Link, Modbus, Definido por el usuario	Unidad de bus de CPU	-	D-Sub, 9 pines	CS1W-SCU31-V1
Serie	2 × RS-232C	CompoWay/F, Host Link, NT Link, Modbus, Definido por el usuario	Placa opcional de CPU	-	D-Sub, 9 pines	CS1W-SCB21-V1
Serie	1 × RS-232C + 1 × RS-422/RS-485	CompoWay/F, Host Link, NT Link, Modbus, Definido por el usuario	Placa opcional de CPU	-	D-Sub, 9 pines	CS1W-SCB41-V1
GP-IB	Maestro/esclavo seleccionable	Comunicación de instrumentos GP-IB	Unidad de E/S especial	-	GP-IB	CS1W-GPI01
Ethernet	1 × 100 Base-Tx	UDP, TCP/IP, servidor FTP, SMTP (correo electrónico), SNMP (ajuste de tiempo), enrutamiento FINS, servicio de base	Unidad de bus de CPU	-	RJ45	CS1W-ETN21
Controller Link	Par trenzado a 2 hilos	Propio de Omron	Unidad de bus de CPU	-	Tornillo de 2 hilos + GND	CS1W-CLK23
	HPCF óptica			-	2 × Conectores HPCF	CS1W-CLK13
	Fibra óptica de índice gradual			-	4 × Conectores ST	CS1W-CLK53
EtherNet/IP	1 × 100 Base-Tx	EtherNet/IP, UDP, TCP/IP, servidor FTP, SNMP, SNMP	Unidad de bus de CPU	31 mm	RJ45	CS1W-EIP21
DeviceNet	1 × CAN	DeviceNet	Unidad de bus de CPU	-	Desmontable 5 p	CS1W-DRM21-V1
CompoNet	4 hilos, datos + alimentación a esclavos (maestro)	CompoNet (basado en CIP)	Unidad de E/S especial	-	Desmontable 4 p IDC o tornillo	CS1W-CRM21
CompoBus/S	2 hilos (maestra)	Propietaria de Omron	Unidad de E/S especial	-	2 hilos tornillo + 2 hilos alimentación	CS1W-SRM21
PROFIBUS-DP	1 × RS-485 (maestro)	DP, DPV1	Unidad de bus de CPU	-	D-Sub, 9 pines	CS1W-PRM21
CAN	1 × CAN	CANopen, definida por el usuario	Unidad de bus de CPU	-	Desmontable 5 p	CS1W-CORT21
PROFINET IO	1 × 100 Base-Tx Controlador PROFINET IO	FINS UDP	Unidad de bus de CPU	-	RJ45	CS1W-PNT21
PROFIBUS-DP	1 × RS-485 (esclavo)	DP	Unidad de E/S especial C200H	Las unidades C200H no se pueden usar en sistemas CS1D	D-Sub, 9 pines	C200HW-PRT21

E/S Remotos

Unidades de E/S remotas y compactas que combinan un número fijo de puntos de E/S en una carcasa de pequeño tamaño.

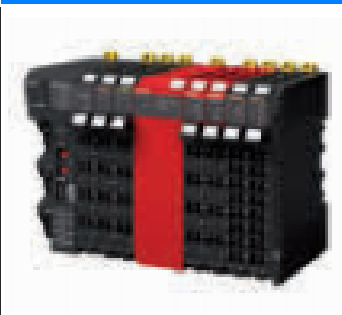
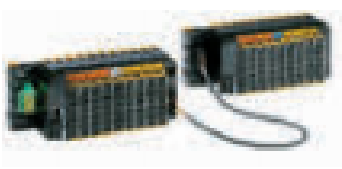
Las funciones integradas de monitorización inteligente de nivel de tensión, cables rotos, actuadores y tiempo de ciclo, así como la comunicación IO-Link, ayudan a planificar el mantenimiento preventivo de las máquinas y eliminar el costoso tiempo de inactividad. Se ofrecen esclavos inteligentes compactos para redes abiertas EtherCAT, DeviceNet y CompoNet, a la vez que CompoBus/S de Omron proporciona una solución más sencilla y económica.

Los sistemas de E/S remotos modulares ofrecen la posibilidad de instalar exactamente el número y tipo correctos de E/S donde se necesiten. El rango de módulos de E/S varía de E/S digitales básicas y económicas a módulos de alto rendimiento con funciones inteligentes ó con IO-Link. Con una variedad de acopladores de comunicaciones para diversas redes abiertas, puede adaptarse a las instalaciones existentes y las demandas del usuario final, o establecer el equilibrio correcto entre rendimiento y facilidad de uso. Además de EtherCAT como red principal de automatización de máquinas, Omron ofrece conectividad con EtherNet/IP, DeviceNet, CompoNet, PROFINET IO, PROFIBUS DP y MECHATROLINK-II. [19].



Vamos a estudiar únicamente los módulos de E/S remotos para su colocación en armario eléctrico, los cuales se dividen en modulares y compactos.

**Tabla 9. . Sistema de E/S modulares. [19].**

E/S modulares		
		
Modelo	Serie NX	SmartSlice
<b>Conexión de red</b>	Conexiones EtherCAT mediante puertos Ethernet RJ45, EtherNet/IP con switch Ethernet integrado y dos puertos RJ45	DeviceNet, CompoNet, PROFIBUS DP, PROFINET E/S, EtherCAT, MECHATROLINK-II
<b>Tipos de E/S</b>	Síncrona de alta velocidad y estándar digital, alta velocidad y estándar analógica, temperatura, encoders, salida de pulsos, E/S de seguridad, IO-Link	E/S digitales, E/S analógicas, entradas de temperatura, contador de alta velocidad con salidas de control
<b>Tecnología de conexión de E/S</b>	Cableado por presión en bloque de terminales extraíble, conectores MIL, terminales de tornillo M3 y conectores Fujitsu	Cableado por presión en bloque de terminales extraíble
<b>Características inteligentes</b>	E/S síncronas y time stamp a través de EtherCAT, E/S de seguridad , IO-Link	Diagnóstico de E/S y fuente de alimentación, temporizadores y contadores de operación por punto de E/S
<b>Clase de protección</b>	IP20 (montaje con carril DIN en armarios)	IP20 (montaje con carril DIN en armarios)
<b>Página/enlace rápido</b>	73/H249	76/K224

Planteamiento Trabajo

Tabla 10. Sistema de E/S modulares y compactos. [19].

	E/S compactas		
			
Modelo	GX	DRT2	CRT1
Conexión de red	Conexiones EtherCAT mediante conector Ethernet RJ45	DeviceNet con selección automática de la velocidad de transmisión	CompoNet, cable plano de 4 hilos y conectores IDC no enrasados o cable de 2 hilos de uso general con terminales de tornillos
Tipos de E/S	8 entradas digitales + 8 salidas digitales 16 entradas digitales + extensión 16 salidas digitales + extensión 16 salidas relé 4 entradas analógicas (V/I) 2 salidas analógicas (V/I) Encoder incremental (driver de línea de 24 V)	8/16 entradas digitales + extensión, 8/16 salidas digitales + extensión, 8 entradas digitales + 8 salidas digitales 16 salidas relé, 4 entradas analógicas (V/I, TC, Pt100), 2 salidas analógicas (V/I)	8/16 entradas digitales + extensión, 8/16 salidas digitales + extensión, 8 entradas digitales + 8 salidas digitales 4 entradas analógicas, 2 salidas analógicas, 2 entradas digitales, 2 salidas digitales
Tecnología de conexión de E/S	Terminales de tornillo M3 (entrada digital de 1 o 3 hilos)	Terminales de tornillo M3 (entrada digital de 1 o 3 hilos)	Terminales de tornillo M3
Características inteligentes	Asignación de dirección fija o automática	Diagnóstico de E/S y fuente de alimentación, temporizadores y contadores de operación por punto de E/S, cálculos y alarmas con valores analógicos	Diagnóstico de E/S y fuente de alimentación, temporizadores y contadores de operación para cada punto de E/S, cálculos y alarmas con valores analógicos
Clase de protección	IP20 (montaje con carril DIN en armarios)	IP20 (montaje con carril DIN en armarios)	IP20 (montaje con carril DIN en armarios)
Página/enlace rápido	77/K246	78/K234	79/K227

#### 4.4.2. Comunicaciones Industriales

Un protocolo de comunicación o red industrial, es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado y muy en especial en lo que se refiere a los microprocesadores. [12].



Un importante número de empresas en nuestro país presentan la existencia de islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), siendo en estos casos las redes y los protocolos de comunicación Industrial indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso. La irrupción de los microprocesadores en la industria ha posibilitado su integración a redes de comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran: [12].

- Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones
- Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo
- Diagnóstico remoto de componentes

La integración de las mencionadas islas automatizadas suele hacerse dividiendo las tareas entre grupos de procesadores jerárquicamente anidados. Esto da lugar a una estructura de redes Industriales, las cuales es posible agrupar en tres categorías: [12].

- Buses de campo
- Redes LAN
- Redes LAN-WAN

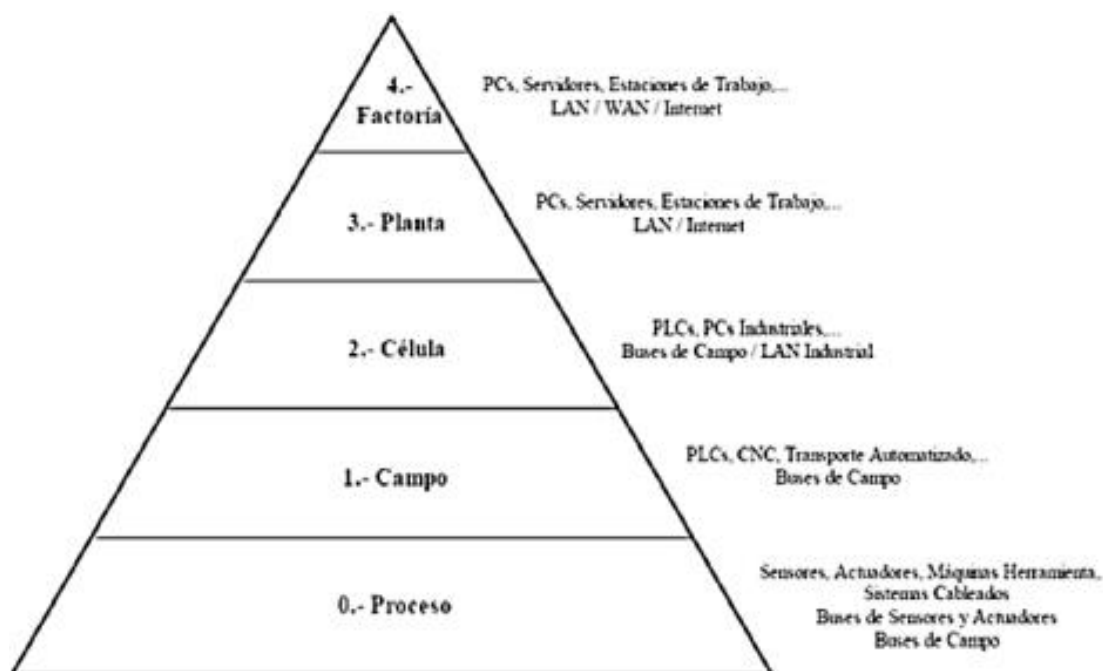
Las comunicaciones deben poseer unas características particulares para responder a las necesidades de intercomunicación en tiempo real. Además, deben resistir un ambiente hostil donde existe gran cantidad de ruido electromagnético y condiciones ambientales duras. En el uso de comunicaciones industriales se pueden separar dos áreas principales: una comunicación a nivel de campo, y una comunicación hacia el SCADA. En ambos casos la transmisión de datos se realiza en tiempo real o, por lo menos, con una demora que no es significativa respecto de los tiempos del proceso, pudiendo ser crítico para el nivel de campo. [15].

Según el entorno donde van a ser instaladas, hay varios tipos de redes:

- Red de Factoría: Redes administrativas, un gran nivel de información y tiempos de respuesta no tan críticos. [15].
- Red de Planta: Se interconectan módulos y células de fabricación entre si, departamentos como diseño y fabricación. Enlaza las funciones de ingeniería y planificación con las de control de producción en planta y secuenciamiento de operaciones. Estas redes suelen ser datos de cualquier tamaño, identificar errores de transmisión, cubrir grandes distancias, gestionar mensajes con prioridad y disponer de un gran ancho de banda para admitir datos de otras redes. [15].

### Planteamiento Trabajo

- Red de Célula: Interconexión de varios equipos que funcionan en modo secuencial como PLCs, CNCs, Robots... Las características de red son la gestión de mensajes cortos eficientemente, manejar tráfico de datos de eventos discretos, mecanismos de control de error (detectar y corregir), posibilidad de mensajes prioritarios, bajo coste de instalación y de conexión por nodo, recuperación rápida ante eventos normales y alta fiabilidad. [15].
- Bus de Campo: Un bus de campo es, "un sistema de dispositivos de campo (sensores y actuadores) y dispositivos de control, que comparten un bus digital serie bidireccional para transmitir informaciones entre ellos, sustituyendo a la convencional transmisión analógica punto a punto". Permiten sustituir el cableado entre sensores- actuadores y los correspondientes elementos de control. Este tipo de buses debe ser de bajo coste, de tiempos de respuesta mínimos, permitir la transmisión serie sobre un bus digital de datos con capacidad de interconectar controladores con todo tipo de dispositivos de entrada-salida, sencillos, y permitir controladores esclavos inteligentes. [15].



**Ilustración 8. Pirámide niveles en las Redes de comunicación. [14].**

### Topología De Redes Industriales

En la industria se da el caso de que nos encontremos ante dos o más dispositivos y que tengamos que conectarlos entre si. De aquí nace la idea de que se debe emplear una topología de red para llevar a cabo la comunicación entre los dispositivos.

Las más usadas son:

- Red en Bus: Enlaza todos los dispositivos en serie por conexiones extensas con un mismo cable, dependiendo del tipo de red, muchos nodos pueden estar empalmados en el bus y comunicarse con otros nodos por el mismo cable. Las estaciones individuales son pasivas. Una rotura del cable provocaría la caída de la línea.
- Red en Anillo: La información es pasada de dispositivo a dispositivo. No hay un control central en el anillo, en vez de esto, cada dispositivo asume el rol de controlador a intervalos estrictamente definidos. La falla de un dispositivo es normalmente suficiente para interrumpir el anillo y detener todas las comunicaciones. Para evitar esto, se incorporan interruptores de bypass que automáticamente conmutan cuando un dispositivo falla.
- Red en Estrella: Tiene un controlador central ó concentrador y uno o más segmentos de conexión de red que parten de este con la topología estrella se pueden agregar fácilmente nuevos nodos sin interrumpir la operación de la red. Entre los beneficios de esta topología se encuentra que ante la falla de un dispositivo no se interrumpe la comunicación entre algunos otros dispositivos y la red; pero al fallar el concentrador la red entera falla.
- Red Híbrida: Es la más usada para aplicaciones industriales ya que permite la combinación de las topologías Bus y Estrella, otro caso podría ser circular de estrella, para crear grandes redes que consisten en concentradores y miles de dispositivos iguales. Su configuración es muy popular en las redes industriales Ethernet, Fieldbus Foundation, DeviceNet, Profibus y CAN, usando buses híbridos y topología Estrella dependiendo de la aplicación requerida. Se puede configurar la red Híbrida para que al fallar un dispositivo no se saque a otro de servicio, y se pueden adicionar o retirar segmentos de red sin afectar algún nodo de la ya existente. [14].

#### 4.4.2.1. Buses de Campo

Los buses de datos que permiten la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de buses de campo.

---

## Planteamiento Trabajo

Un bus de campo es un sistema de transmisión de datos que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4-20mA o 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión. Hasta la fecha no existe un bus de campo universal. [12].

Los buses de campo, si son correctamente elegidos para la aplicación, ofrecen ventajas, como:

- Flexibilidad. El montaje de un nuevo instrumento supone la simple conexión eléctrica al bus y una posterior configuración/programación, normalmente remota (desde la sala de control). Si se trata de buses abiertos, resultará posible la conexión de instrumentos de distintos fabricantes al mismo bus.
- Seguridad. Transmisión simultánea de señales de diagnóstico de sensores y actuadores, permitiendo así instalaciones más seguras.
- Precisión. Transmisión totalmente digital para variables analógicas.
- Facilidad de mantenimiento. Resulta posible diagnosticar el funcionamiento incorrecto de un instrumento y realizar calibraciones de forma remota desde la sala de control. Esto permite localizar rápidamente conexiones erróneas en la instalación, con lo que los errores de conexión son menores y más rápidamente solucionados (reducción de los tiempos de parada y pérdidas de producción).
- Reducción de la complejidad del sistema de control en términos de hardware: Reducción drástica del cableado; Se elimina la necesidad de grandes armarios de conexiones para el control del equipamiento asociado; Reducción del número de PLCs; Reducción de tiempo de instalación y personal necesario para ello. [15].

Por otra parte como desventajas tenemos:

- La posible rotura del cable de bus. Esto conllevaría la caída de todos los elementos que estuvieran conectados al bus y probablemente una parada general del proceso. Teniendo en cuenta que en la actualidad los buses

de campo son muy robustos ante interferencias y entornos agresivos. [15]

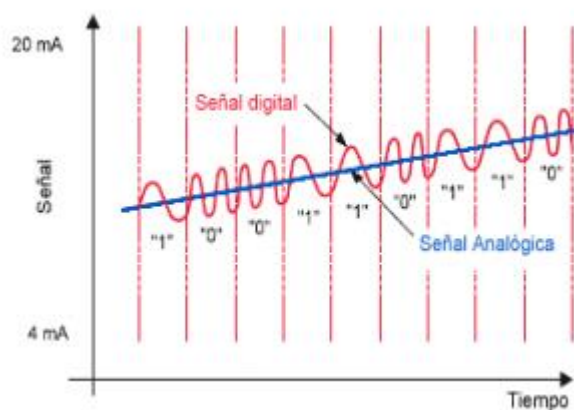
- Necesidad de conocimientos superiores.
- Costos globales inicialmente superiores. [14].

Los buses de campo con mayor presencia en el área de control y automatización de procesos son:

- HART
- Profibus
- Modbus. [12].

### HART

El protocolo HART (highway addressable remote transducer) ó ("transductor híbrido alta velocidad"), ha sido diseñado para aplicaciones de medición y control de procesos industriales. El cual proporciona comunicación bidireccional con dispositivos de campo inteligentes, conservando la compatibilidad y familiaridad de los sistemas 4-20 mA. La señal digital usa dos frecuencias individuales de 1200 y 2200 Hz, que representan los dígitos 1 y 0 respectivamente y que en conjunto forman una onda sinusoidal que se superpone al lazo de corriente de 4-20 mA. [12].



**Ilustración 9. Señal de transmisión con Protocolo Hart. [12].**

Como la señal promedio de una onda sinusoidal es cero, no se añade ninguna componente DC a la señal analógica de 4-20 mA, lo que permite continuar utilizando la variación analógica para el control del proceso. [12].

La señal analógica solo viaja en una dirección cada vez, mientras que la señal digital puede viajar en ambas direcciones. Esto se puede aprovechar para enviar información al host sobre lo que sucede en el actuador y viceversa si un transmisor solo envía una variable ahora puede recibir información. [13].

---

## Planteamiento Trabajo

El protocolo HART es un protocolo abierto y extendido en un gran número de compañías, y además existe la posibilidad de comunicar productos de diferentes empresas.

### PROFIBUS (PROcess Field BUS)

PROFIBUS es actualmente el líder de los sistemas basados en buses de campo en Europa. PROFIBUS es un bus de campo normalizado internacional que fue estandarizado bajo la norma EN 50 170. Esto asegura una protección óptima tanto a los clientes como a los vendedores y asegura la independencia de estos últimos. [16].

Existen tres redes PROFIBUS, Profibus DP (Decentralized Periphery), Profibus PA (Process Automation) y Profibus FMS (Field Message Specification). Y existe otra manera de comunicación pero no es una red Profibus como tal, sino que se solapa sobre TCP/IP, empleando la especificación MMS (Manufacturing Message Specification).

PROFIBUS DP y PROFIBUS FMS utilizan la misma tecnología de transmisión y un protocolo de acceso al bus uniforme. Por tanto, ambos pueden operar simultáneamente en un mismo cable. Es una de las ventajas más robustas de PROFIBUS. Para ser ejecutados simultáneamente en un dispositivo se necesita de un dispositivo combinado.

### PROFIBUS PA:

- Ampliación Profibus DP, permite aplicaciones en áreas con riesgo de explosión.
- Diseñado para automatización de procesos.
- Permite la conexión de sensores y actuadores a una línea de bus común incluso en áreas especialmente protegidas.
- Permite la comunicación de datos y energía en el bus mediante el uso de 2 tecnologías (norma IEC 1158-2).

### PROFIBUS DP:

- Optimizado para alta velocidad.
- Conexiones sencillas y baratas.
- Diseñada especialmente para la comunicación entre los sistemas de control de automatismos y las entradas/salidas distribuidas.
- Permite sistemas monoamo y multiamo.

### PROFIBUS FMS:

- Solución general para tareas de comunicación a nivel de célula.

- Gran rango de aplicaciones y flexibilidad.
  - Posibilidad de uso en tareas de comunicaciones complejas y extensas.
- [17]

	PROFIBUS-FMS	PROFIBUS-DP	PROFIBUS-PA
<b>Aplicación</b>	Nivel de campo y proceso	Nivel de E/S	Nivel de E/S
<b>Estándar</b>	EN 50 170/IEC 61158	EN 50 170/IEC 61158	IEC 1158-2
<b>Dispositivos conectables</b>	PLC, PG/PC, Dispositivos de campo	PLC, PG/PC, Dispositivos de campo, accionamientos, OPs	Dispositivos de campo para áreas con riesgo de explosión
<b>Tiempo respuesta</b>	< 60 ms	1-5 ms	< 60 ms
<b>Tamaño red</b>	<= 150 Km	<= 150 Km	Máx. 1.9 Km
<b>Velocidad</b>	9.6 Kbit/s -12Mbit/s	9.6 Kbit/s -12Mbit/s	31.25 Kbit/s

Ilustración 10. Redes Profibus Y principales características. [15].

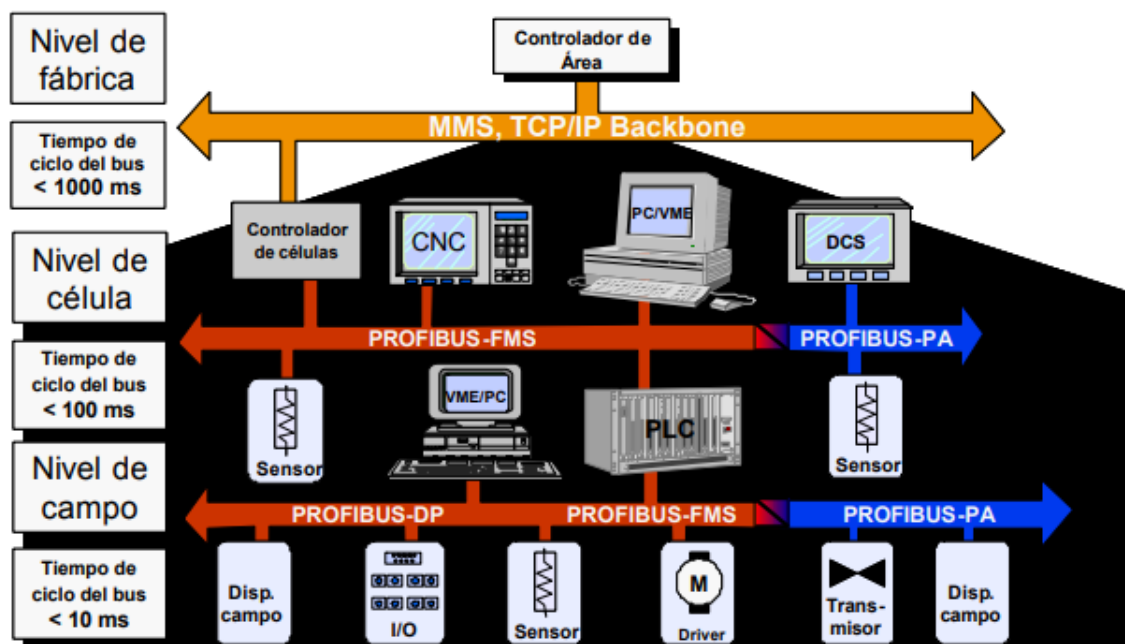


Ilustración 11. Ejemplo estructura de una pirámide de automatización basada en las diferentes versiones de Profibus. [11].

### Modbus

Las redes Modbus utilizan una arquitectura maestro – esclavo. El maestro inicia las comunicaciones, por ejemplo un SCADA o una interfaz HMI, preguntando datos a un esclavo, por ejemplo un PLC, que le responde siempre en función de la pregunta hecha por el maestro. Cada dispositivo de una red posee una dirección única.

---

## Planteamiento Trabajo

El objetivo del protocolo es la transmisión de información entre distintos equipos electrónicos conectados a un mismo bus. Muchos dispositivos de campo lo usan para poder comunicarse con PLC's y SCADA's.

Modbus es un protocolo de aplicación, lo que significa que puede implementarse sobre diferentes capas físicas. Es por ello que podemos encontrar versiones TCP/IP, o también serie como RTU y ASCII, existen además versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP). Por lo tanto, podremos usar Modbus tanto con cables de red como con cables serie, siempre que los dispositivos con los que interactuemos estén preparados para ello.

La Interface de Capa Física puede estar configurada en:

- RS-232.
- RS-422.
- RS-485.

Como Ventajas podemos destacar:

- De código abierto.
- Ampliamente soportado por HMIs o softwares SCADA
- Fácil de usar
- Se pueden integrar varios equipos fácilmente
- Bajo costo de desarrollo
- Conocido ampliamente en la industria

Como principal desventaja vemos que el modbus tradicional solo puede comunicarse a un máximo de 350m, o hasta los 1500m en Modbus plus.



**Tabla 11. Comparación de características entre algunos buses y protocolos (1).  
[12].**

Nombre	Topología	Soporte	Máx dispositivos	Rate transm. bps	Distancia máx Km	Comunicación
Profibus DP	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	127/segm	Hasta 1.5M y 12M	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus PA	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	14400 /segm	31.5K	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus FMS		par trenzado fibra óptica	127/segm	500K		Master/Slave peer to peer
Foundation Fieldbus HSE	estrella	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	100M	0.1 par 2 fibra	Single/multi master
Foundation Fieldbus H1	estrella o bus	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	31.25K	1.9 cable	Single/multi master
LonWorks	bus, anillo, lazo, estrella	par trenzado fibra óptica coaxial, radio	32768 /dom	500K	2	Master/Slave peer to peer
Interbus-S	segmentado	par trenzado fibra óptica	256 nodos	500K	400/segm 12.8 total	Master/Slave
DeviceNet	troncal/puntual c/bifurcación	par trenzado fibra óptica	2048 nodos	500K	0.5 6 c/repetid	Master/Slave, multi-master, peer to peer
AS-I	bus, anillo, árbol, estrella	par trenzado	31 p/red	167K	0.1, 0.3 c/rep	Master/Slave
Modbus RTU	línea, estrella, árbol, red con segmentos	par trenzado coaxial radio	250 p/segm	1.2 a 115.2K	0.35	Master/Slave
Ethernet Industrial	bus, estrella, malla-cadena	coaxial par trenzado fibra óptica	400 p/segm	10, 100M	0.1 100 mono c/switch	Master/Slave peer to peer
HART		par trenzado	15 p/segm	1.2K		Master/Slave

Master/Slave: Maestro/Esclavo

Peer to Peer: Punto a Punto

Multi-Master: Multi Maestro

Planteamiento Trabajo

**Tabla 12. Comparación de características entre algunos buses y protocolos (2).**  
[15].

BUS DE CAMPO	TOPOLOGÍA	MEDIO FÍSICO	VELOCIDAD	DISTANCIA SEGMENTO	NODOS POR SEGMENTO	ACCESO AL MEDIO
P-NET	Anillo	Par trenzado apantallado	76'8 Kbps	1.200 m	125	Paso de testigo Maestro/esclavo
PROFIBUS	Bus lineal Anillo Estrella Árbol	Par trenzado apantallado Fibra óptica	Hasta 12Mbps	Hasta 9'6 Km y 90 Km	125	Paso de testigo Maestro/esclavo
WORLDFIP	Bus lineal	Par trenzado apantallado Fibra óptica	Hasta 1 Mbps y 5Mbps	Hasta 5 Km y 20 Km	64	Arbitro de bus
HART	Bus lineal	Cable 2 hilos	1'2Kbps	3.000 m	30	Maestro/esclavo
MODBUS	Bus lineal	Par trenzado	Hasta 19'2Kbps	1 Km	248	Maestro/esclavo
INTERBUS-S	Anillo	Par trenzado	500 Kbps	400 m	256	Paso de testigo
BITBUS	Bus lineal	Par trenzado Fibra óptica	Hasta 1'5Mbps	Hasta 1.200m	29	Maestro/esclavo
CAN	Bus lineal	Par trenzado	Hasta 1 Mbps	Hasta 1.000m	127-64	CSMA/CD con arbitraje de bit
SDS	Bus lineal	Cable de 4 hilos	Hasta 1 Mbps	500 m	64	CSMA
DEVICENET	Bus lineal	Par trenzado	Hasta 500 Kbps	Hasta 500 m	64	CSMA/CDBA
CONTROLNET	Bus lineal Árbol Estrella	Coaxial Fibra óptica	5 Mbps	Hasta 3.000m	48	CTDMA
SERIPLEX	Bus lineal	Cable 4 hilos apantallado	98 Kbps	1.500m	300	Maestro/esclavo
AS-i	Bus lineal Árbol - Estrella	Cable 2 hilos	167 Kbps	Hasta 200 m	32-62	Maestro/esclavo
LON WORKS	Bus Anillo Libre	Par trenzado Fibra óptica Red eléctrica Coaxial Radio Infrarrojos	Hasta 1'25 Mbps	Hasta 2.700 m	64	CSMA/CA
ARCNET	Bus Estrella	Par trenzado Fibra óptica Coaxial	2'5 Mbps	122 m	255	Paso de testigo
M-BUS	Bus lineal	Cable 2 hilos	Hasta 9'6 Kbps	1.000 m	250	Arbitro de bus
UNI-TELWAY	Bus lineal	Par trenzado apantallado	Hasta 19'2Kbps	20 m	Hasta 28	Maestro/esclavo
COMPOBUS/S	Bus lineal	Cable de 2 ó 4 hilos	Hasta 750 Kbps	Hasta 500 m	32	Maestro/esclavo

#### 4.4.2.2. Ethernet Industrial

##### Profinet

PROFINet se desarrolló con el objetivo de favorecer un proceso de convergencia entre la automatización industrial y la plataforma de tecnología de la información de gestión corporativa y redes globales de las empresas. PROFINet se aplica a los

sistemas de automatización distribuida basados en Ethernet que integran los sistemas de bus de campo existentes, por ejemplo PROFIBUS, sin modificarlos. [20].

Su direccionamiento se asigna mediante nombre por lo que, la asignación de una dirección IP para cada componente se lleva a cabo desde el controlador, el cual identifica el elemento conectado a la red Profinet y le carga la configuración que debe de tener según el nombre asignado. Por lo que identificar o sustituir un elemento de la red profinet resultara más sencillo.

PROFINET ofrece una capacidad de I/O (E/S) distribuida que es similar a PROFIBUS pero ofrece más flexibilidad, más poder, más oportunidades y por lo tanto tiene una mayor automatización potencial.

Porque se basa en Ethernet, PROFINET facilita la integración de las operaciones empresariales de fabricación ayudando a obtener ventajas de negocio atractivas. PROFINET incluso puede integrarse fácilmente a las redes existentes de bus de campo para ayudar a proteger las inversiones existentes, como plantas que miran hacia un futuro implementando de Ethernet. [20].

PROFINET utiliza la misma Ethernet como oficinas y departamentos. El cableado Ethernet se puede instalar fácilmente. Ingeniería, mantenimiento y administración de redes se basan en herramientas comunes de internet y las tecnologías de internet son fáciles de implementar. Esto conduce a mejor administración de plantas que pueden integrarse plenamente en la empresa y a las redes, dar transparencia a la fábrica si es necesario.

#### CABLE:

- El cable estándar Cat5e.
- ProfiNet especifica AWG22 4-wire STP.
- Utilizar conectores industriales apantallados RJ45.

#### Características:

- Mejora la escalabilidad en las infraestructuras.
- Acceso a los dispositivos de campo a través de la red. PROFINET al ser un protocolo que utiliza Ethernet en su comunicación facilita acceder a dispositivos de campo desde otras redes de una forma más fácil.
- PROFINET I/O ofrece funcionamiento en "tiempo real" para datos de E/S cíclicos.
- Tiempo real significa programar/organizar el intercambio cíclico con cada esclavo, con alta prioridad y tiempos fijos.

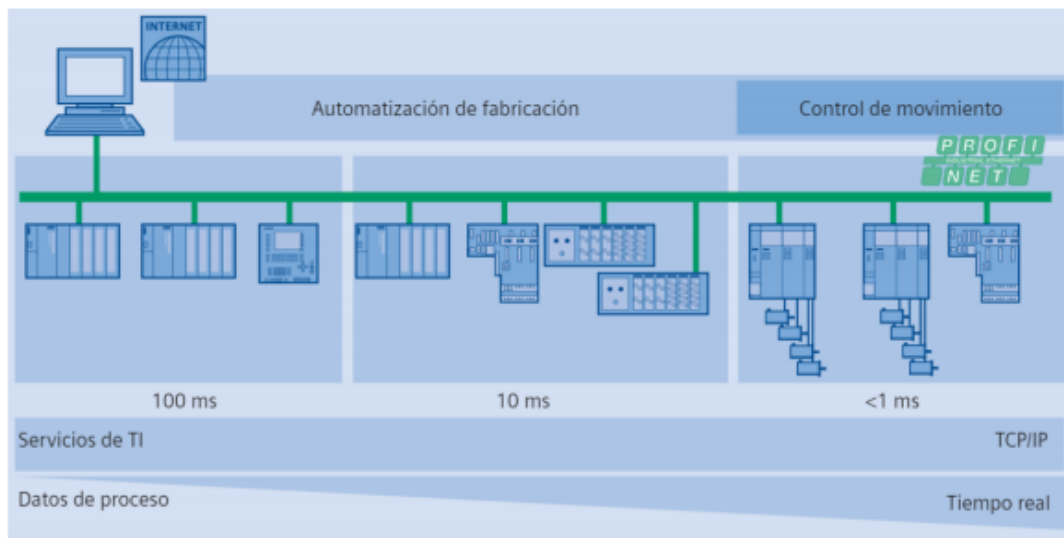
---

## Planteamiento Trabajo

- Ejecución de tareas de mantenimiento y prestación de servicio desde cualquier lugar. Es posible acceder a dispositivos de campo mediante conexiones seguras como por ejemplo VPN para realizar mantenimientos remotos.
- Se pueden utilizar los cables y switches estándar de Ethernet. (solamente recomendable en aplicaciones simples).
- Sistema Maestro-Esclavo, como en Profibus.
- 100 m entre dispositivos.(cable tipo PCF)
- 2600m entres dispositivos. (cable multimodo)
- Se configura como una red de campo.
- Los dispositivos ya no se direccionan mediante número de nodo, sino mediante un nombre.
- Comunicación fácil, rápida, flexible y abierta.
- Conectores RJ45 o M12, uso de cables fast conect(FC).

Profinet emplea tres servicios de comunicación:

- Standard TCP/IP: Este servicio se utiliza para funciones no deterministas, como parametrización, transmisiones de vídeo/audio y transferencia de datos a sistemas TI de nivel superior.
- Real Time (RT): Las capas TCP/IP no son utilizadas para dar un rendimiento determinista a las aplicaciones de automatización, funcionando con unos tiempos de retardo en el rango 1-10ms. Este hecho representa una solución basada en software adecuada para aplicaciones típicas de E/S, incluyendo control de movimiento y requisitos de alto rendimiento.
- Isochronous Real Time (IRT): La priorización de señal y la conmutación programada proporcionan una sincronización de alta precisión para aplicaciones como el control de movimiento. Las velocidades de ciclo en rangos de sub-milisegundos son posibles, con jitter (variabilidad temporal durante el envío de señales digitales) en el rango de sub-microsegundos.



**Ilustración 12. Velocidades de respuesta en Profinet. [20].**

Existen varios protocolos definidos dentro del contexto PROFINET. Una lista de estos protocolos junto con su uso concreto es la siguiente:

- PROFINET/CBA: Protocolo asociado a las aplicaciones de automatización distribuida en entornos industriales.
- PROFINET/DCP: Descubrimiento y configuración básica. Es un protocolo basado en la capa de enlace, utilizado para configurar nombres de dispositivos y direcciones IP. Se restringe a una red y se usa principalmente en aplicaciones pequeñas o medianas que no disponen de un servidor DHCP.
- PROFINET/IO: A veces llamado PROFINET-RT (RealTime), es utilizado para comunicaciones con periféricas descentralizadas.
- PROFINET/MRP: Protocolo utilizado para la redundancia de medios. Utiliza los principios básicos para la reestructuración de las redes en caso de sufrir un fallo cuando la red posee una topología en anillo. Este tipo de protocolo es utilizado en redes en las que la disponibilidad ha de ser máxima.
- PROFINET/MRRT: Su objetivo es dar soluciones a la redundancia de medios para PROFINET/RT.
- PROFINET/PTCP: Protocolo de Control de Precisión de Tiempo basado en la capa de enlace, para sincronizar señales de reloj/tiempo en varios PLC.
- PROFINET/RT: Transferencia de datos en tiempo real.
- PROFINET/IRT: Transferencia de datos isócrona en tiempo real.

## Planteamiento Trabajo

La accesibilidad proporcionada por PROFINET lo hace un protocolo muy expuesto a Internet, por lo que es necesario mejorar la ciberseguridad de las redes en las que se despliega.

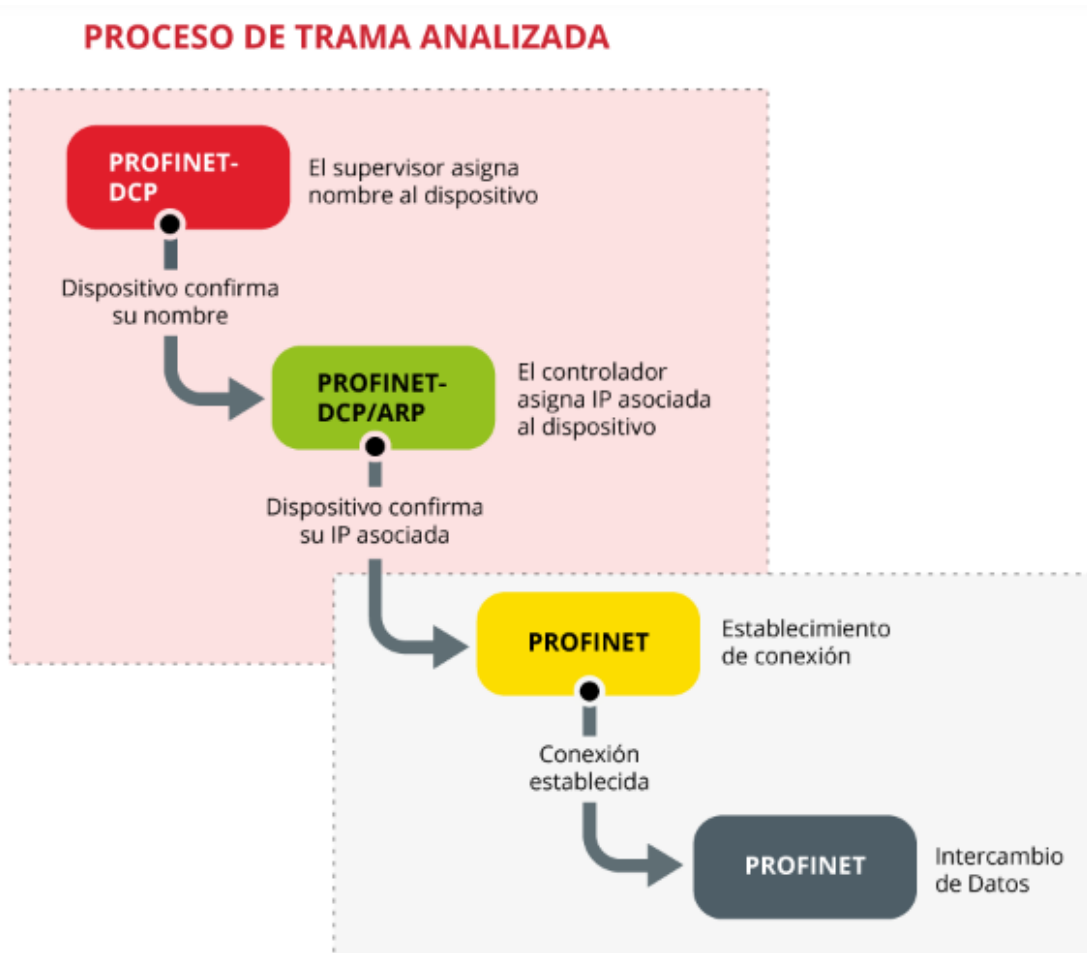
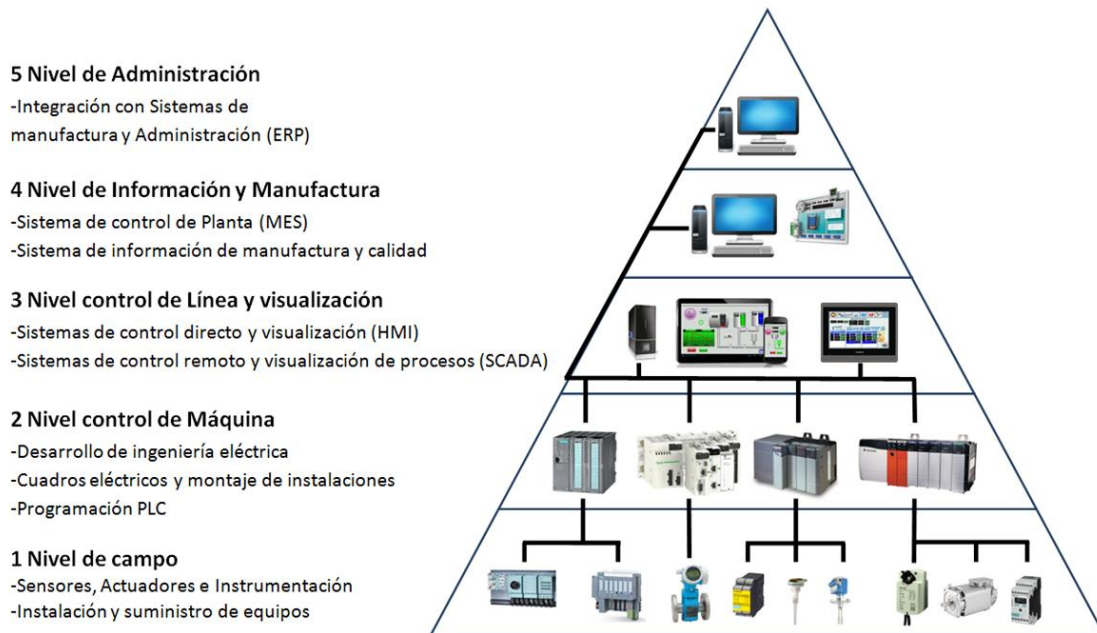


Ilustración 13. Esquema Orientativo Red Profinet. [21].

## 4.5. SOLUCIÓN ESCOGIDA/ADOPTADA

Se seguirá un proceso de selección en escalera, es decir hasta que no se haya tomado una decisión sobre un apartado no se pasara a la selección del siguiente es decir si no se selecciona un tipo de autómatas no se podrá seleccionar la comunicación debido a que cada casa tiene su propio protocolo de comunicaciones, o en su defecto se verá que aunque sea compatible la comunicación entre varias marcas, a efectos de configuración y resolución de futuros problemas se deberá de escoger una sola marca de autómatas.



**Ilustración 14. Pirámide Automatización Industrial. [15].**

Nos apoyamos en nuestro proceso de decisión anterior con esta imagen, y vemos que vamos a seguir el camino de la base hacia los niveles superiores. Al tener seleccionado el punto uno ya de serie en la maquina este punto lo obviaamos, y vamos al nivel 2 o selección del autómatas, posteriormente la comunicación y finalmente el HMI. Aunque las comunicaciones se pueden dar del punto 2 al 1, se estudiara la posibilidad de colocar en ambas partes un sistema de comunicación tanto entre el 2 y el 2 y superiores.

Por lo tanto debido a que nuestra calibradora ya está seleccionada solamente nos faltaría seleccionar una volcadora de Palots. Para ello una vez estudiados los diferentes tipos procederemos a la selección. Debido a que va a ser una línea para diferentes tipos de campañas vamos a seleccionar una volcadora en seco.

Para el volcado se va a seleccionar un Volcador de la marca VALSIC, se ha seleccionado este debido a varios factores como son: que es una empresa con servicio técnico cercano al lugar en el cual se pretende implantar, se trata de una empresa la cual fabrica las máquinas de manera individual por lo que se le pueden pedir modificaciones según pedido, nuestra maquina permite la colocación de tres bins cargados por lo que el carretillero dispone de un plazo mayor de tiempo entre carga y carga, además estos bins se apilan mismamente para su posterior retirada, este volcador además posee un volcado por el cual la fruta apenas recibe golpe y finalmente algunas características del mismo:

---

## Planteamiento Trabajo

- Permite la alimentación y salida de los palots con carretilla manual eléctrica.
- Pulmón de entrada para una columna de tres o cuatro palots.
- Desapilador de palots.
- Volcador con sistema de giro 180º en vertical.
- Salida de fruta por si solas, sin cascada que las golpee.
- Podemos descargar a voluntad a cualquier altura comprendida entre 1000-2500mm, sin necesidad de acoplar un elevador.
- Apilador de palots.
- Pulmón de salida para una columna de tres o cuatro palots.
- Producción sobre 100 palots por hora.
- Potencia eléctrica consumida 9,07 Kw.

Video demostración de funcionamiento:

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=10&v=GFB1V0sisZk](https://www.youtube.com/watch?time_continue=10&v=GFB1V0sisZk)

A grandes rasgos vemos el funcionamiento consiste en varios puntos, primero se apila un bloque de 3-4 palots cargados de la fruta a calibrar, se elevan los palots superiores y el situado en el piso inferior pasa a ser volcado, posteriormente se pasa a otra línea mediante la elevación una vez volcado, se pasara a otra línea y circulara hasta su deposición en una nueva cinta trasportadora que lo conducirá hacia la calibradora, continuando con el palot este se recoge y simultáneamente es volcado de nuevo para su apilado junto con mas palots vacíos.

Con la compra de esta máquina ya vendrá totalmente cableada el apartado de potencia y únicamente se deberán de conectar las entradas y salidas del PLC.

Por lo que para ello vamos a emplear un total de 13 salidas y 21 entradas, van a ser para las salidas 9 motores y 2 cilindros biestables, y para las entradas van a ser todos los detectores necesarios para cada una de las diferentes etapas futuras y para la botonera de control.

Ya se ha explicado anteriormente el funcionamiento de la línea de calibrado en el punto 4.1 proceso de calibrado, además se añadirá en anexos el manual de la calibradora en el cual se explica el funcionamiento de este modelo en concreto. La calibradora necesita un total de 10 salidas y un total de 18 entradas.

Una vez especificado el funcionamiento de nuestras maquinas procedemos al estudio de los PLC y las comunicaciones más apropiadas para nuestro sistema.



Se puede apreciar que la parte más crítica es la célula de carga ya que en el momento de mayor trabajo va a llegar a procesar hasta un máximo de 10 frutos/s sabemos que esta información se va a transmitir a nuestro PLC por medio de una entrada digital esta información se va a transmitir de manera que es un número entero por lo tanto la entrada va a ser en formato de 3 Bytes por fruto por lo que se deberá de analizar un total de 30 Bytes/s, 0,085 micro segundos por bit, es el tiempo de respuesta del S7-1200 el PLC más básico de la marca Siemens, lo que significa que son  $8,5 \times 10^{-10}$ s, comparando ambos datos vemos que este PLC aun siendo el más básico de Siemens y comparando ambos datos de manera rápida se observa que este PLC es más que suficiente para realizar el control.

Se ha tomado la decisión de que el principal motivo de la decisión en cuanto al PLC ha sido el precio ya que el tiempo no llega a ser totalmente primordial, según lo calculado anteriormente, el número de entradas y salidas se debe de tener en cuenta pero aun así mediante la decisión que hemos adoptado estamos cubiertos.

La decisión en cuanto a las comunicaciones viene determinada a que se va a emplear la misma red para todo el sistema a la hora de comunicar diferentes partes y así evitar problemas al usar diferentes protocolos de comunicaciones, utilizaremos Profinet IO para la comunicación entre los 1200, para la comunicación entre el HMI y el master utilizaremos comunicación asíncrona Profinet y a la hora de comunicar el variador con el S7-1200 correspondiente a la calibradora lo haremos por Profinet IE.

Por lo tanto se va a proceder a la toma de decisión del empleo de dos S7-1200 y comunicarlos vía Profinet.

La comunicación se ha escogido emplear una red Profinet, debido a varios factores correspondientes con la industria actual, Profinet al utilizar una base de comunicaciones como lo es Ethernet, es más rápida en comparación con una red de bus, y la distancia a la cual podemos operar no es un problema en nuestra empresa debido a que no necesitamos cubrir tanta distancia. Pero estos puntos pese a ser importantes no son por los cuales nos hemos decantado a seleccionar una red Profinet, es debido a que actualmente la mayoría de la industria se está actualizando a unas comunicaciones basadas en Ethernet, por lo que se están buscando principalmente dos cosas, una es la actualización de la empresa y la otra es a vistas a futuro, en una posible futura modificación se va a buscar la implementación de conectar la red Profinet a internet y así podremos crear una web server donde se podrá realizar el visualizado de datos o SCADA que ahí se creará, pero dicho que se deja como una posible implementación a futuro, debido a que la creación de esa web es una competencia que se escapa al objetivo principal y las peticiones que se han

---

## Planteamiento Trabajo

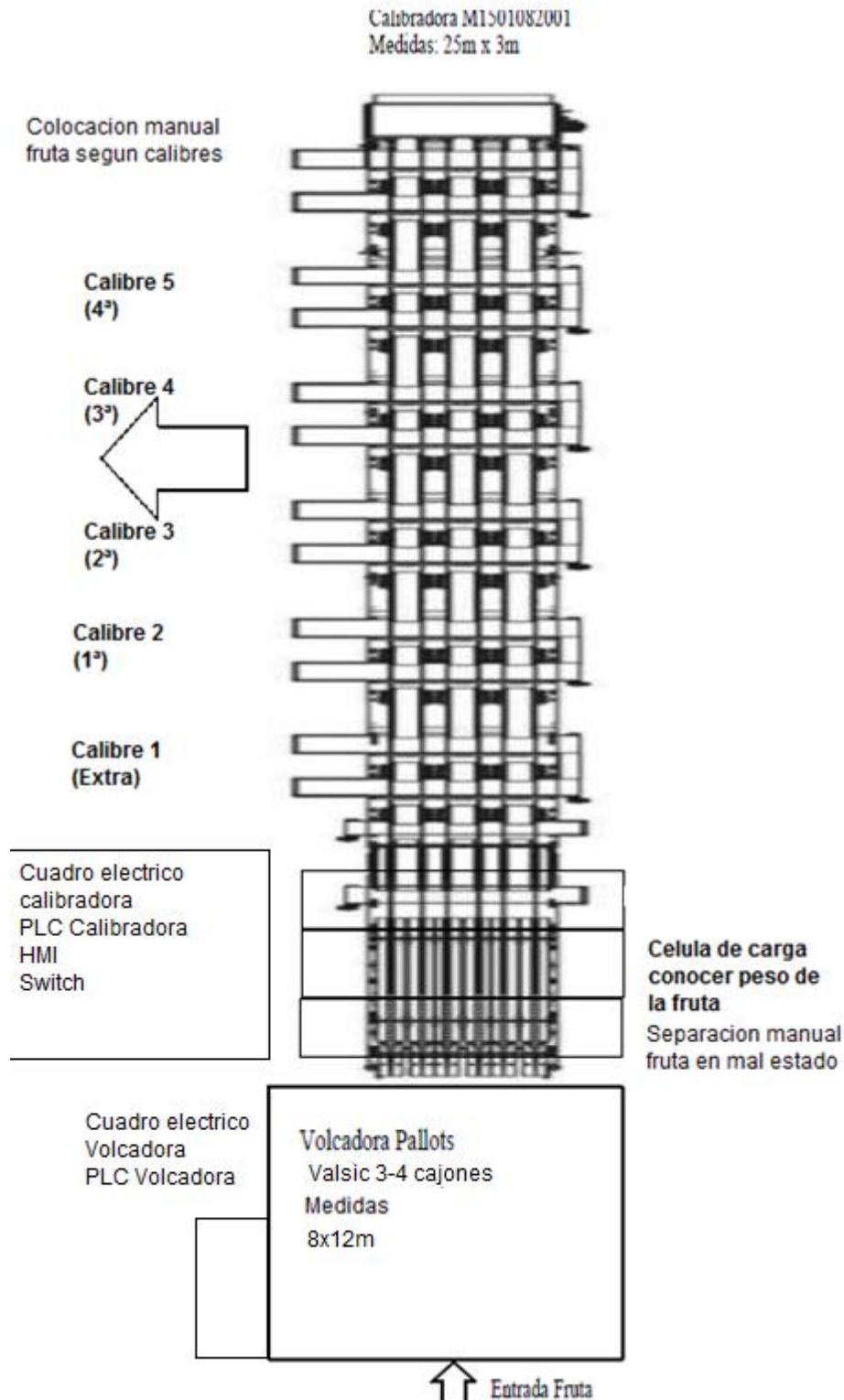
hecho por parte del cliente. Y contando con las ventajas propias de esta red como son una baja implementación y coste ínfimo de mantenimiento, entre tantos otros.

La decisión de los PLCs se ha tomado principalmente, por un motivo económico, debido a que el 1200 oscila cerca de los 400€ aproximadamente mientras que un S7-400 es un precio bastante superior, sin llegar a ser exacto ya que dependería del tipo de la CPU, pero oscila alrededor de los 800-1200€, simplemente la CPU sin contar que luego se debería de añadir la fuente de alimentación del mismo y las dos estaciones de trabajo cuyo precio podría ascender hasta los 700€, de forma que en precio del 1200 es un precio ya cerrado ya que obtendríamos la CPU junto con las entradas y salidas, la fuente de alimentación y las comunicaciones. Se ha considerado las condiciones interpuestas por el cliente de la futura posibilidad de que se puedan llegar añadir otras secciones a la línea como por ejemplo una barnizadora, seguiría siendo más económica esta opción en cuanto a lo referente a montaje físico, sin embargo se requeriría ajustar las comunicaciones si esta posibilidad llegase a ocurrir en un futuro, aun seleccionando la otra opción se debería de reconfigurar la programación en ambas opciones. Viendo que concretaremos más a la hora de seleccionar la CPU del S7-1200, y ajustaremos más el precio. La única desventaja es personal, debido a que el S7-1200 solo se puede programar en FUP, KOP o SCL, y al ser el único idioma estudiado AWL se deberá proceder al estudio de estos dos idiomas de programación de Siemens.

Finalmente en cuanto al SCADA, habría varias maneras de crearlo es decir mediante el volcado de datos a un PC de la oficina de administración, mediante una web server o mediante la recopilación de datos en una HMI, nos hemos decantado por esta última. Lo que nos ha llevado a la toma de esta decisión es debido a que en las redes Profinet hay que asignar una dirección IP y todos los dispositivos deben de estar en el mismo grupo de dirección por lo que si no sería posible la comunicación en la red, además de que podrían llegar a surgir algunos problemas de compatibilidad, por lo que ese ordenador podría llegar a desestabilizar el correcto funcionamiento del programa, finalmente se ha optado por la realizarlo a través de pantalla debido a que es una solución rápida y fácil de comprobar a pie de campo, y actualmente se pueden llegar a configurar usuarios o diferentes medidas de seguridad para así evitar que los operarios tengan acceso a datos de funcionamiento de programa.

La solución de crear una web server como hemos apuntado anteriormente, consistiría además en conectar esa red a la red de internet de nuestra empresa, con lo que se da como una mejora a futuro, debido a que deberíamos de realizar esa aplicación en colaboración con el responsable de redes de la empresa, principalmente a que no sabemos cómo está configurada la red.

Se deja descrito a continuación cómo será la distribución de los distintos elementos que se van a colocar en nuestra línea.



**Ilustración 15. Vista planta línea calibrado y localización elementos añadidos.**

### *4.5.1. Selección Componentes Complementarios*

Como componentes complementarios deberemos escoger una pantalla HMI, cables para las comunicaciones, un variador de velocidad nuevo para la calibradora, a petición del cliente ya que el anterior se encuentra averiado, seleccionar los S7-1200 y finalmente los switches industrial para poder llevar a cabo la comunicación.

#### HMI

Empezaremos por la pantalla HMI, vamos a seleccionar una que sea táctil ya que necesitaremos cambiar de imagen para comprobar diversos datos de nuestra máquina, además se pretende un control parcial de tareas de baja importancia mediante la utilización del HMI.

Tendremos además en cuenta el tipo de comunicaciones con la que nos podremos comunicar con nuestra HMI.





La protección de la serie de pantallas que hemos escogido es una IP 44.

Por lo tanto hemos escogido una pantalla KTP900 Basic, el resto de información se encuentra en la tabla adjuntada a continuación, deberemos de prestar especial atención al número de referencia: **6AV2123-2JB03-0AX0**, lo utilizaremos más adelante para la configuración del hardware en el software.

El precio de venta son 920€.

Tabla 13.

[https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/Documents/brochure\\_panels\\_es.pdf](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/Documents/brochure_panels_es.pdf)

Basic Panels				
Manejo y visualización de aplicaciones sencillas a precio económico				
	2 <sup>nd</sup> Generation	2 <sup>nd</sup> Generation	2 <sup>nd</sup> Generation	2 <sup>nd</sup> Generation
				
	KTP400 Basic	KTP700 Basic DP KTP700 Basic	KTP900 Basic	KTP1200 Basic DP KTP1200 Basic
Modo de operación	4", táctil + teclas	7", táctil + teclas	9", táctil + teclas	12", táctil + teclas
Pantalla	Pantalla ancha TFT, 65k colores, retroiluminación LED			
Tamaño (en pulgadas)	4,3"	7"	9"	12,1"
Resolución (An x Al en píxeles)	480 x 272	800 x 480	800 x 480	1.280 x 800
MTBF <sup>en</sup> de la retroiluminación (en h)	20.000	20.000	20.000	20.000
Dimensiones frontales (en mm)	141 x 116	214 x 158	267 x 182	330 x 245
Elementos de mando	Pantalla y teclas táctiles	Pantalla y teclas táctiles	Pantalla y teclas táctiles	Pantalla y teclas táctiles
Teclas de función (programables)/teclado del sistema	4 / -	8 / -	8 / -	10 / -
<b>Memoria útil</b>				
Memoria de usuario	10 MB	10 MB	10 MB	10 MB
Memoria para opciones/recetas <sup>en</sup>	- / 256 Kbytes	- / 256 Kbytes	- / 256 Kbytes	- / 256 Kbytes
Búfer de avisos	*	*	*	*
<b>Interfaces</b>				
Serie / MPI / PROFIBUS DP / PROFINET (Ethernet)	- / - / - / *	- / * / * / - - / - / - / *	- / - / - / *	- / * / * / - - / - / - / *
Host USB/dispositivo USB	1 / -	1 / -	1 / -	1 / -
Slot para CF / Multimedia / SD	- / - / -	- / - / -	- / - / -	- / - / -
<b>Funcionalidad (en configuración con WinCC TIA Portal)</b>				
Sistema de avisos (número de avisos/categorías de avisos)	1.000 / 32	1.000 / 32	1.000 / 32	1.000 / 32
Sinópticos del proceso	100	100	100	100
VARIABLES	800	800	800	800
Gráficos vectoriales	*	*	*	*
Diagramas de barras/curvas	* / f(t)	* / f(t)	* / f(t)	* / f(t)
Faceplates	-	-	-	-
Recetas	50	50	50	50
Archivado/scripts Visual Basic	* / -	* / -	* / -	* / -
Funciones de PG	-	-	-	-
<b>Conexión al controlador</b>				
SIMATIC S7 / SIMATIC WinAC	* / *	* / *	* / *	* / *
SINUMERIK / SIMOTION	* / *	* / *	* / *	* / *
Allen Bradley / Mitsubishi	* / *	* / *	* / *	* / *
Modicon / Omron	* / -	* / * * / -	* / -	* / * * / -
<b>Software de ingeniería</b>				
Configuración	a partir de WinCC Basic V13	a partir de WinCC Basic V13	a partir de WinCC Basic V13	a partir de WinCC Basic V13
<b>Opciones, aplicación</b>				
Sm@rtServer / Audit / Logon	- / - / -	- / - / -	- / - / -	- / - / -
Servidor OPC / Internet Explorer	- / -	- / -	- / -	- / -
Referencia*)	6AV2123-2DB03-0AX0	6AV2123-2GA03-0AX0 6AV2123-2GB03-0AX0	6AV2123-2JB03-0AX0	6AV2123-2MA03-0AX0 6AV2123-2MB03-0AX0

## Planteamiento Trabajo

### PLCs

El tipo de PLC seleccionado será el mismo para ambas maquinas en a futuro de conseguir descuentos y contando con futuras labores de mantenimiento.

Vamos a buscar un PLC con salidas a relé debido a que tenemos variedad de voltajes que comandar, y la frecuencia de conmutación de las salidas a relé es de 10Hz cosa que nosotros cumplimos debido a que son 5 Hz la mayor frecuencia con la que nos vamos a encontrar. Estas salidas para la serie 1200 nos dan 2A y 0,5mA para las entradas, y para la tensión cubren valores de 5-30V DC o 5-250V AC, estos valores son bastantes similares a los que nos aportaban los autómatas antiguos por lo que eléctricamente ya están adaptados los cuadros eléctricos para nuestros nuevos PLCs.

**Tabla 14.Tabla E/S PLC S7-1200. [4]**

Integrated I/O	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Integrated Digital I/O	6 / 4 salidas	8 entradas / 6 salidas	14 entradas / 10 salidas
Integrated Analog I/O	2 entradas	2 entradas	2 entradas
Max. Local I/O – Digital	14	82	284
Max. Local I/O – Analog	3	19	67
Tamaño de imagen de proceso	1024 Bytes for entradas / 1024 Bytes for salidas		

Debido a que las CPUs no aportan el número requerido de entradas y salidas nos decantamos por seleccionar la CPU 1212C, debido a que se le pueden acoplar módulos adicionales de entradas y salidas para de este modo llegar a completar el numero requerido de E/S.

Seleccionaremos la CPU con salida a relé ya que podremos alimentar sensores a 24V dc y contactares de motores a 230V AC.

Compraremos nuestra CPU compacta, por un total de 277,09€, en la siguiente pág.:

<https://masvoltaje.com/simatic-s7-1200/1195-simatic-s7-1200-cpu-1212c-cpu-compacta-ac-dc-rele-4047623402725.html>

La referencia es:

**6ES7212-1BE40-0XB0**

Modulo auxiliar E/S

**Tabla 15. Tabla características E/S módulo de S7-1200. [4]**

<i>Módulos de señales</i>	SM 1221 DC	SM 1221 DC		
Entrada digital	DI 8 x 24 V DC	DI 16 x 24 V DC		
<i>Módulos de señales</i>	SM 1222 DC	SM 1222 DC	SM 1222 RLY	SM 1222 RLY
Salida digital	DO 8 x 24 V DC 0.5 A	DO 16 x 24 V DC 0.5 A	DO 8 x RLY 30 V DC / 250 V AC 2 A	DO 16 x RLY 30 V DC / 250 V AC 2 A
<i>Módulos de señales</i>	SM 1223 DC/DC	SM 1223 DC/DC	SM 1223 DC/RLY	SM 1223 DC/RLY
Entrada / Salida digital	DI 8 x 24 V DC DO 8 x 24 V DC 0.5 A	DI 16 x 24 V DC DO 16 x 24 V DC 0.5 A	DI 8 x 24 V DC DO 8 x RLY 30 V DC / 250 V AC 2 A	DI 16 x 24 V DC DO 16 x RLY 30 V DC / 250 V AC 2 A
<i>Módulos de señales</i>	SM 1223 AC/RLY			
Entrada / Salida digital	DI 8 x 120/230 V AC DO 8 x RLY 30 V DC / 250 V AC 2 A			

Vamos a seleccionar el SM 1223 DC/RLY DI16 x DO16, las características están marcadas en la tabla anterior, debido a que cubre las necesidades requeridas para las E/S de nuestras dos máquinas por separado, y como anteriormente hemos seleccionado salidas a relé volveremos a hacer lo mismo para el módulo de ampliación, el precio es de 311,19€.

Compraremos el material en la siguiente pág.:

<https://masvoltaje.com/simatic-s7-1200/1221-simatic-s7-1200-e-s-modulo-digital-sm-1223-16-ed-16-sd-16-ed-dc-24-v-16-sd-rele-2a-6940408100510.html>

El número de referencia es:

**6ES7223-1PL30-0XB0**

Cables Comunicaciones

Lo siguiente en nuestra lista son los cables de comunicaciones, IE FC TP Robust Food Cable GP 2 x 2 AWG22 C, necesitaremos unos 80-120m para comunicar todos los elementos entre sí, los conectores que vamos a emplear son los RJ45. Este tipo de



Planteamiento Trabajo

cable nos permite hacer una conexión de 100m entre dispositivos, no se llega a dar tal distancia entre los aparatos más lejanos.

El precio del cable es de 0.8€/m.





[https://w3app.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentcenter/sc/ic/Documents/20Brochures/6ZB5530-1BK02-0BA2\\_Brochure\\_Cabling\\_Technology\\_11\\_2014\\_EN.pdf](https://w3app.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentcenter/sc/ic/Documents/20Brochures/6ZB5530-1BK02-0BA2_Brochure_Cabling_Technology_11_2014_EN.pdf)

Variador Motor Cinta Calibrado

En cuanto al variador que vamos a emplear se trata del SINAMICS G120C, la potencia del motor es de 1,5 Kw a conexión de 400V, por lo que vamos a emplear el nº de referencia: **6SL3210-1KE14-3UF1**, es un modelo sin filtro y se trata de un modelo compacto, no hay que añadir un módulo de ampliación de este modo

Emplearemos este convertidor ya que es el más común de siemens, y permite además la conexión de profinet por lo que es aquello que se estaba buscando para nuestro trabajo. Por un precio de 371,39€.

Tabla 16.

Tamaño	Potencia asignada de salida	Intensidad asignada de salida	Referencia	
	basada en una sobrecarga leve		Sin filtro	Con filtro
 FSAA	0,55 kW	1,7 A	6SL3210-1KE11-8U <input type="checkbox"/> 2	6SL3210-1KE11-8A <input type="checkbox"/> 2
	0,75 kW	2,2 A	6SL3210-1KE12-3U <input type="checkbox"/> 2	6SL3210-1KE12-3A <input type="checkbox"/> 2
	1,1 kW	3,1 A	6SL3210-1KE13-2U <input type="checkbox"/> 2	6SL3210-1KE13-2A <input type="checkbox"/> 2
	1,5 kW	4,1 A	6SL3210-1KE14-3U <input type="checkbox"/> 2	6SL3210-1KE14-3A <input type="checkbox"/> 2
	2,2 kW	5,6 A	6SL3210-1KE15-8U <input type="checkbox"/> 2	6SL3210-1KE15-8A <input type="checkbox"/> 2
 FSA	3,0 kW	7,3 A	6SL3210-1KE17-5U <input type="checkbox"/> 1	6SL3210-1KE17-5A <input type="checkbox"/> 1
	4,0 kW	8,8 A	6SL3210-1KE18-8U <input type="checkbox"/> 1	6SL3210-1KE18-8A <input type="checkbox"/> 1
 FSB	5,5 kW	12,5 A	6SL3210-1KE21-3U <input type="checkbox"/> 1	6SL3210-1KE21-3A <input type="checkbox"/> 1
	7,5 kW	16,5 A	6SL3210-1KE21-7U <input type="checkbox"/> 1	6SL3210-1KE21-7A <input type="checkbox"/> 1
 FSC	11,0 kW	25,0 A	6SL3210-1KE22-6U <input type="checkbox"/> 1	6SL3210-1KE22-6A <input type="checkbox"/> 1
	15,0 kW	31,0 A	6SL3210-1KE23-2U <input type="checkbox"/> 1	6SL3210-1KE23-2A <input type="checkbox"/> 1
	18,5 kW	37,0 A	6SL3210-1KE23-8U <input type="checkbox"/> 1	6SL3210-1KE23-8A <input type="checkbox"/> 1
SINAMICS G120C USS/MB (USS, Modbus RTU)			B	B
SINAMICS G120C DP (PROFIBUS)			P	P
SINAMICS G120C PN (PROFINET, EtherNet/IP)			F	F

[https://www.tecnical.cat/PDF/Siemens/MECATRONICA/manual SINAMICS G120 C.pdf](https://www.tecnical.cat/PDF/Siemens/MECATRONICA/manual_SINAMICS_G120C.pdf)

Switch 5 Conexiones



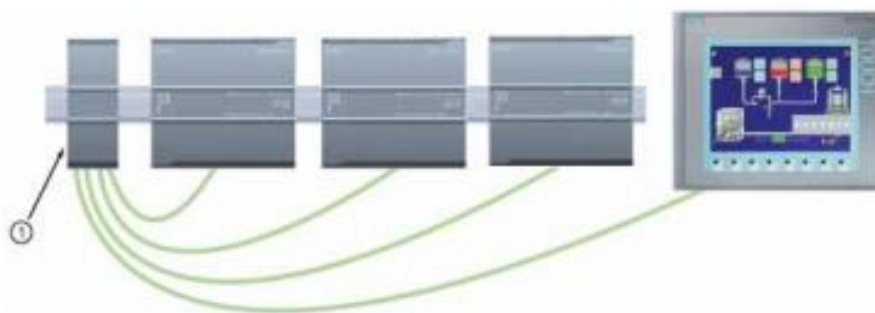
Para los switches industriales vamos a necesitar un total de 5 entradas, por lo que vamos a seleccionar un switch industrial de siemens de 5 conectores de RJ45 para llevar a cabo las comunicaciones en este punto.

El switch que nos encontramos es el xb005 o Siemens - Switch industrial ethernet scalance xb005, de un total de 5 conexiones el más indicado como solución a nuestro problema. Lo podemos encontrar en la siguiente dirección, por un precio de 158,23€:

<https://www.amazon.es/Siemens-Switch-industrial-ethernet-scalance/dp/B002ICD6HC>

La referencia de este producto:

**6GK5005-0BA00-1AB2**



Conexión de red: Más de dos dispositivos interconectados, utilizando un switch Ethernet CSM1277 ①

**Ilustración 16. Ejemplo de conexión Profinet switch de 4 posiciones.**

<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

## 5. DESARROLLO

### 5.1. DESARROLLO PRACTICO

Pese a que cada tarea se encuentra claramente diferenciada del resto, en cada etapa del proyecto participan en menor o mayor medida personal de todos los departamentos de la empresa.

Así pues, el trabajo desarrollado por un programador no empieza cuando el resto de secciones finalizan, si no que se involucra desde estados incipientes del proceso. Aun así, no es objetivo del actual TFG abarcar elementos de trabajo ajenos a la programación de la línea, como elegir lugar para la colocación de fotocélulas o seleccionar que cintas necesitan variador y cuales arrancador directo, por ejemplo.

Debido a que son máquinas ya funcionales y la parte mecanico-electronica ya viene integrada en la propia maquina por lo que no necesitaremos colocar el cuadro de control o botonera, por ejemplo pero sí que se añadirán planos eléctricos en lo referente a las conexiones con el autómatas, para llevar a cabo la instalación y futuras tareas de mantenimiento.

Vamos a llevar a cabo un diseño secuencial del proceso de automatización, es decir vamos a llevar a cabo tareas básicas antes de comenzar la programación como es el caso de las conexiones eléctricas de las E/S del autómatas, hasta la finalización del desarrollo con la programación completa y finalizando con el presupuesto económico del mismo.

La programación de la línea se va a realizar mediante el software de siemens TIA Portal V13, debido a que es en esta versión en la cual se encuentran todos los elementos que hemos seleccionado anteriormente para nuestro proyecto.

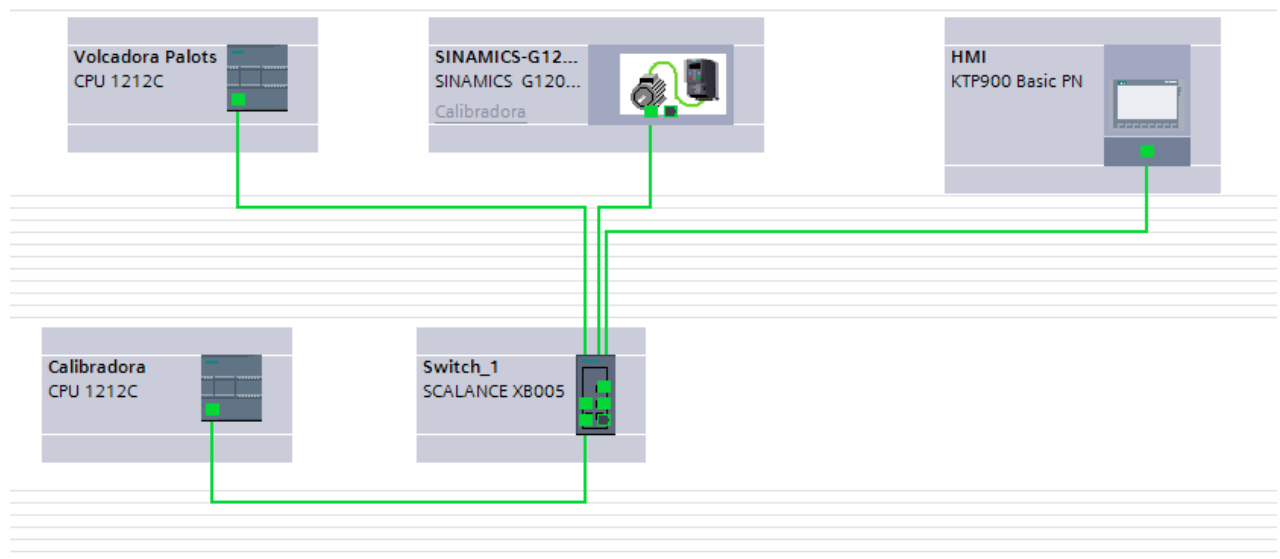
#### 5.1.1. *HARDWARE*

En cuanto al hardware diferenciamos dos partes fundamentales, véase la conexión de las comunicaciones entre los distintos elementos y las conexiones de E/S de ambos autómatas, a la hora de realizar las conexiones de alimentación de los autómatas, el variador, etc. tenemos como referencia los catálogos aportados por siemens, en los cuales se detalla de manera bastante clara y específica todas las conexiones que se deben de llevar a cabo.

### 5.1.1.1. Comunicaciones

Vamos a realizar las comunicaciones como se ha comentado anteriormente, totalmente por profinet. Y simulamos en el TIA Portal, las conexiones topológicas, como se define en la imagen aportada a continuación. Quedaría en el switch una conexión libre sobre la cual conectaremos un último conector para realizar la comunicación con oficinas.

Se explicara en el punto 5.1.2.3 como se ha llegado a crear esta simulación, siendo esta imagen utilizada únicamente como una imagen de referencia de las conexiones que se van a llevar a cabo en nuestro proyecto.



**Ilustración 17. Representación vista topológica de la comunicación. (Imagen Propia)**

### 5.1.1.2. Conexiones E/S

Para realizar la correcta instalación de los cableados se van a incluir planos eléctricos de las conexiones de los PLCs y de las diferentes entradas y salidas de los mismos.

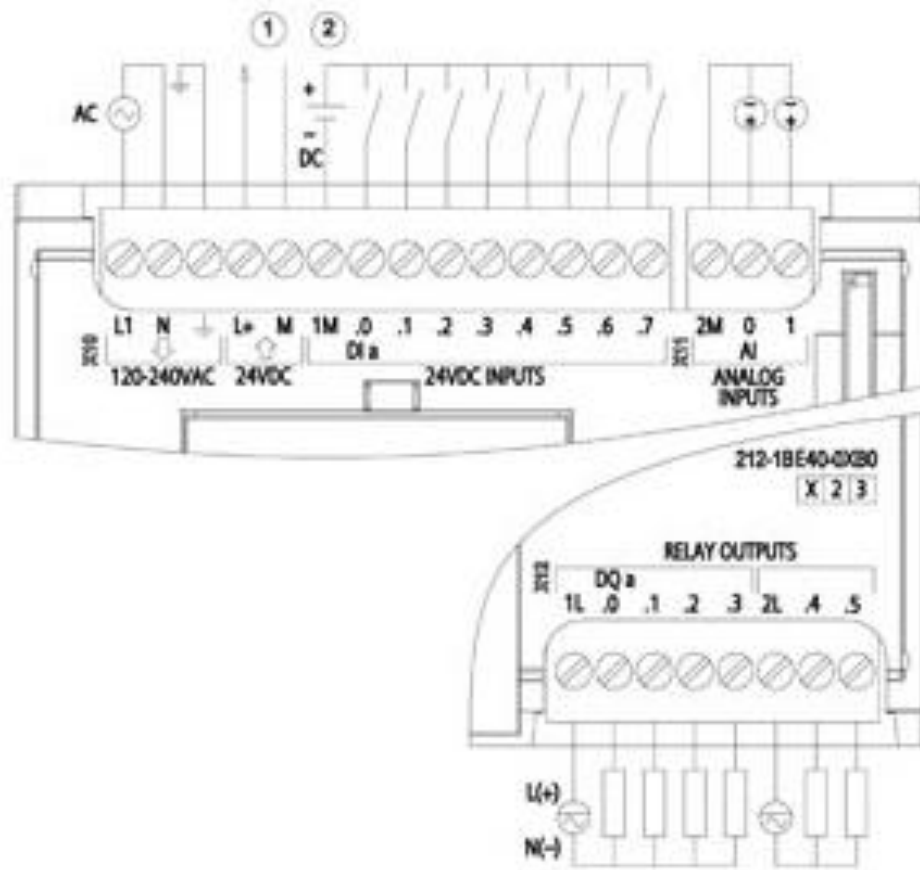
Se incluirán en anexos los diversos planos eléctricos, creados mediante el software Caddy++ electrical.

Según hemos comentado anteriormente únicamente nos vamos a centrar en las conexiones de las entradas y salidas de los distintos PLCs y los módulos adicionales de cada PLC. Con esto se quiere explicar que no se va a buscar crear todos los esquemas eléctricos relacionados con el trabajo, por ejemplo la protección que se debe de colocar, viene descrita en el manual del PLC, pero se va a llevar a cabo desde la sección eléctrica que ha sido la encargada de la puesta en marcha de las diferentes

## Desarrollo

secciones eléctricas y además se encargara de conectar los autómatas y adecuarlos en los cuadros eléctricos. Es por ello que no se dara las imágenes de los PLCs

Se adjunta una imagen como referencia para conectar el PLC, pero únicamente para tener una referencia sobre cómo deben de realizarse las conexiones.



**Ilustración 18. Conexión PLC series S7-1200. [10].**

### 5.1.2. Diseño Programa

Para el desarrollo del programa se van a seguir los pasos propios a una programación para un solo PLC, primero se direccionaran las E/S, más tarde se creara un GRAFCET, seguido de su correspondiente programa y finalmente se llevara a cabo el control mediante HMI. De este modo realizaremos el trabajo doblemente para ambos PLCs obviando en uno de ellos el GRAFCET debido a que su realización es omisible debido a que no se trataría de una programación totalmente secuencial.

#### 5.1.2.1. Tabla E/S

Las tablas de entradas y salidas son importantes para saber la dirección física en la cual se deben conectar las entradas y salidas.

Se dan así las tablas de conexión de ambas maquinas, volcadora y calibradora.

### **Volcadora**

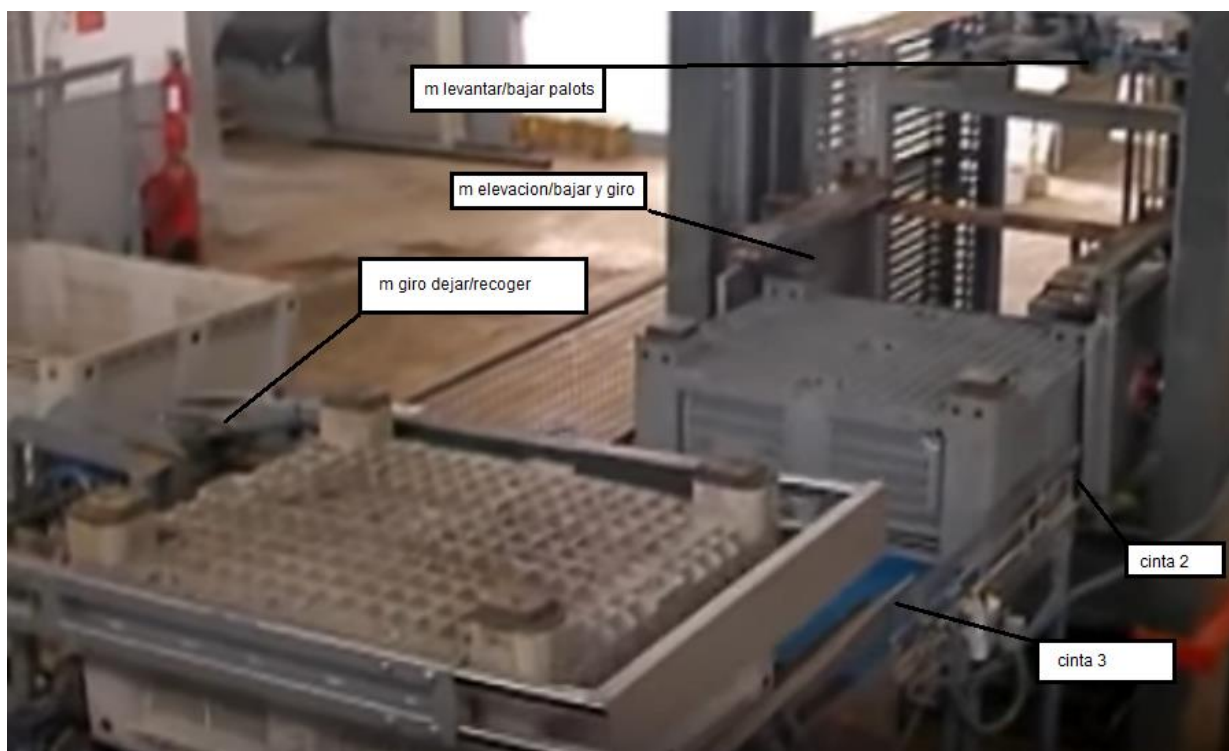
Entradas:

Salidas:

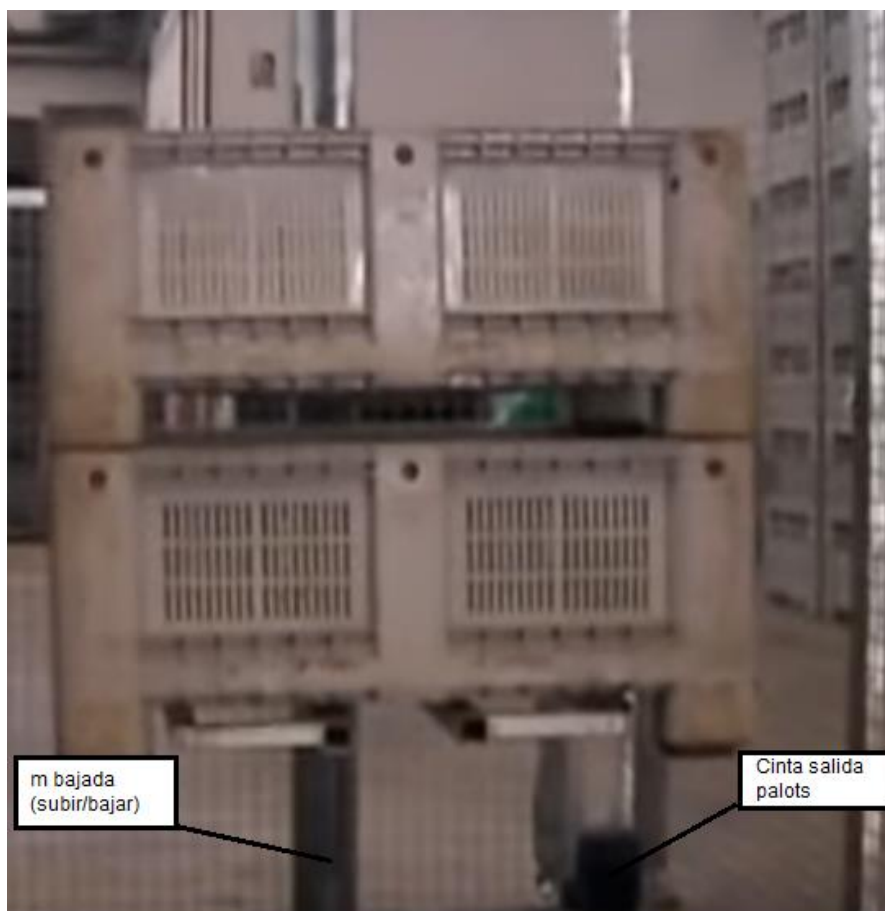
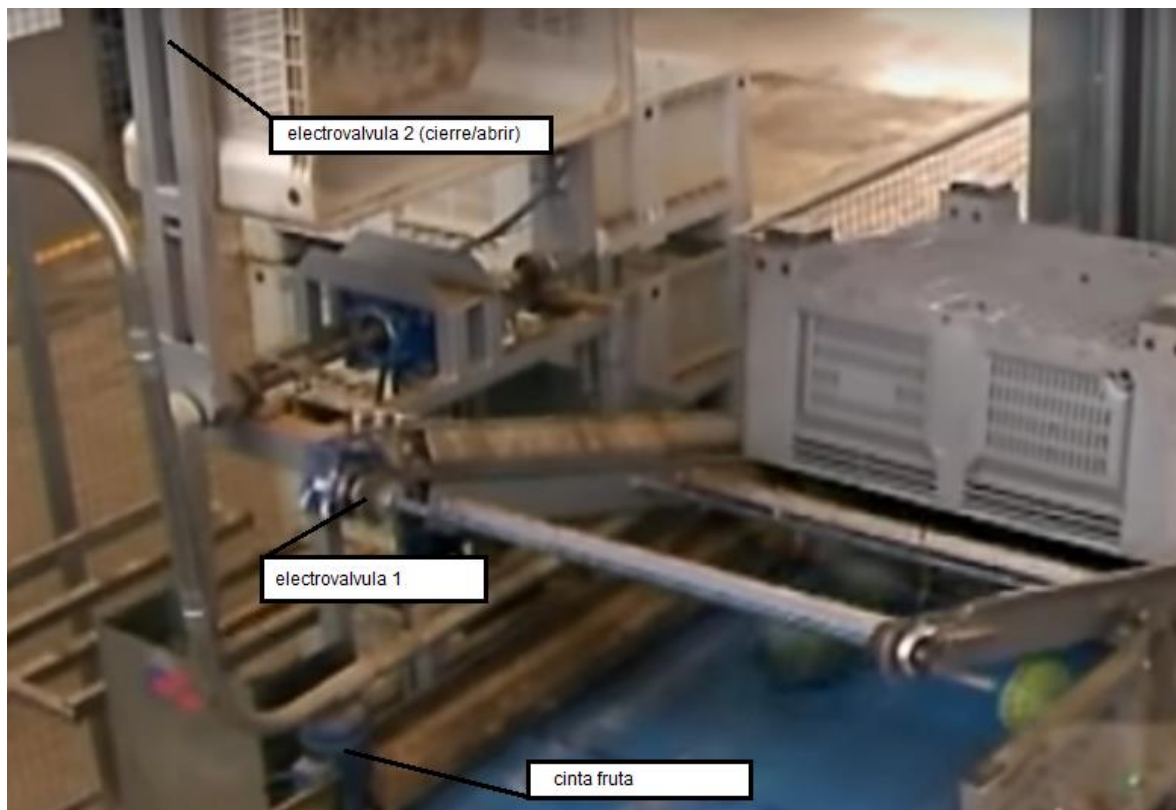
seta emergencia	%I0.0	m levantar palots	%Q0.0
fc levantar 1	%I0.1	cinta 1	%Q0.1
fc cajones entrada	%I0.2	m elevacion y giro	%Q0.2
fc cinta 1	%I0.3	m bajar y giro	%Q0.3
fc abajo	%I0.4	cinta2	%Q0.4
fc arriba	%I0.5	electrovalvula 1	%Q0.5
fc cinta 2	%I0.6	electrovalvula2(cierre)	%Q8.0
fc cinta 3	%I0.7	electrovalvula2 (abrir)	%Q8.1
fc cilindro abajo	%I8.0	m giro 2(recoger)	%Q8.2
fc cilindro arriba	%I8.1	m giro 2(dejar)	%Q8.3
fc 0 cajones	%I8.2	m bajada	%Q8.4
fc 1 cajon	%I8.3	m bajada(subir)	%Q8.5
fc 2 cajones	%I8.4	cinta 3	%Q8.6
fc cilindro abierto	%I8.5	cinta fruta	%Q8.7
fc salida cajones	%I8.6	cinta salida palots	%Q9.0
fc giro 2 medio	%I8.7	cinta salida elevacion	%Q9.1
fc giro 2 recoger	%I9.0	m bajar palots	%Q9.2
fc giro 2 dejar	%I9.1		
cilindro cerrado	%I9.2		

Desarrollo

Se adjuntan las siguientes imágenes para detallar la posición de los diferentes actuadores.







Desarrollo

**Calibradora**

Entradas:

Salidas:

seta emergencia	%I0.0	volcador electro 1a	%Q0.0
parada maquina	%I0.1	volcador electro 1b	%Q0.1
puesta en marcha	%I0.2	volcador electro 2a	%Q0.2
marcha	%I0.3	volcador electro 2b	%Q0.3
interruptor 1/0	%I0.4	volcador electro 3a	%Q0.4
reset	%I0.5	volcador electro 3b	%Q0.5
detector z 1a	%I0.6	volcador electro 4a	%Q8.0
detector z 1b	%I0.7	volcador electro 4b	%Q8.1
detector z 2a	%I8.0		
detector z 2b	%I8.1		
detector z 3a	%I8.2		
detector z 3b	%I8.3		
detector z 4a	%I8.4		
detector z 4b	%I8.5		
detector z 5a	%I8.6		
detector z 5b	%I8.7		
detector z 6a	%I9.0		
detector z 6b	%I9.1		
Puesta servicio variador	%I9.2		
celula carga 1	%IW64		



celula carga 2	%IW66		
----------------	-------	--	--

### 5.1.2.2. GRAFCET

Para la creación del GRAFCET vamos a seguir las normas típicas de este tipo de programación. Solamente vamos a crear el de la maquina volcadora, ya que es la que tiene una secuencia más compleja, ya que en comparación con la calibradora la cual únicamente posee la dificultad de los temporizadores y la relación de la velocidad.

En este programa se va a dividir en subconjuntos para que la programación sea más sencilla debido a que se quieren realizar varias acciones al mismo tiempo con el fin de aumentar la productividad de nuestra máquina, por lo que se ha estudiado que lo mejor son secuencias simultaneas paralelas.

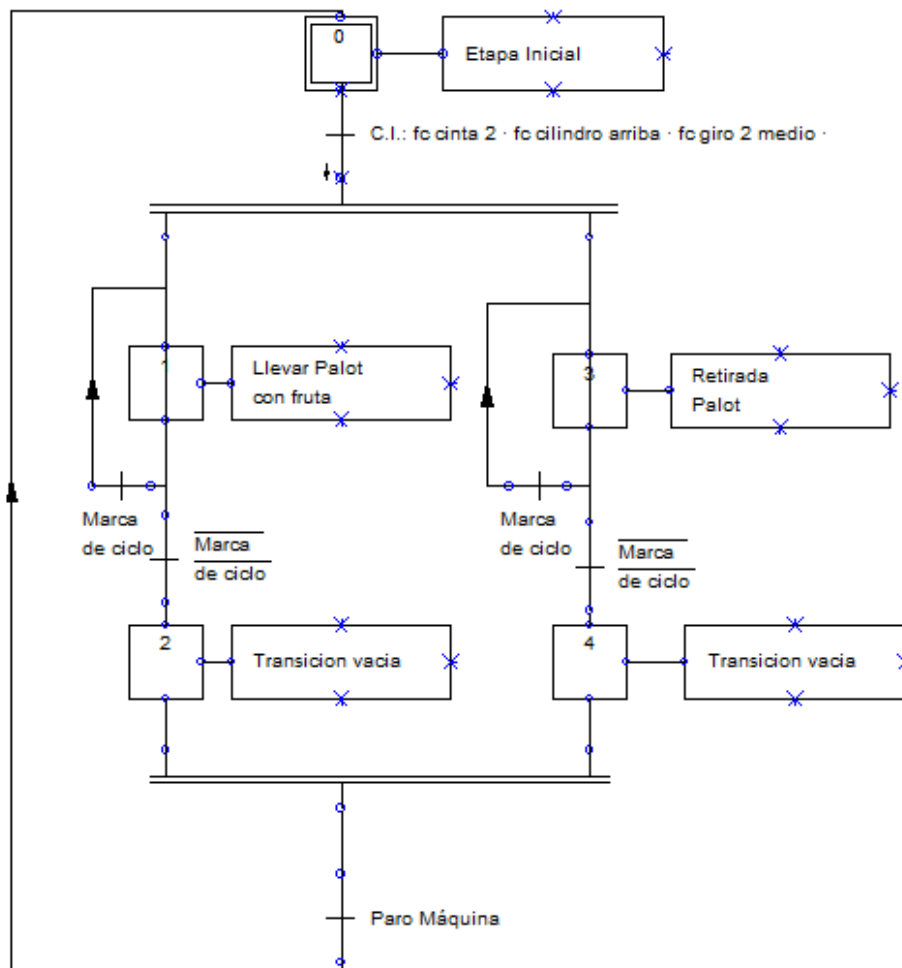
Queda claro en la primera imagen que se aporta en este apartado, donde se ve las dos acciones simultaneas, y como se van repitiendo constantemente hasta que se desactiva la marca de ciclo.

Se ha llevado a cabo el dibujo mediante el programa OFT2Grafcet, a través del cual obtenemos las capturas adjuntadas a continuación.

Como condiciones iniciales tendremos que ambas setas estén sin pulsar pero por normativa de seguridad se emplea el contacto NC, por lo que deberemos utilizar lógica negativa con este contacto, utilizaremos una marca para llevar a cabo la realimentacion del pulsaor de marcha y puesta en marcha.

<http://www.geocities.ws/jeeesusmeeerino/logica/grafcet/grafcet.html>

Desarrollo

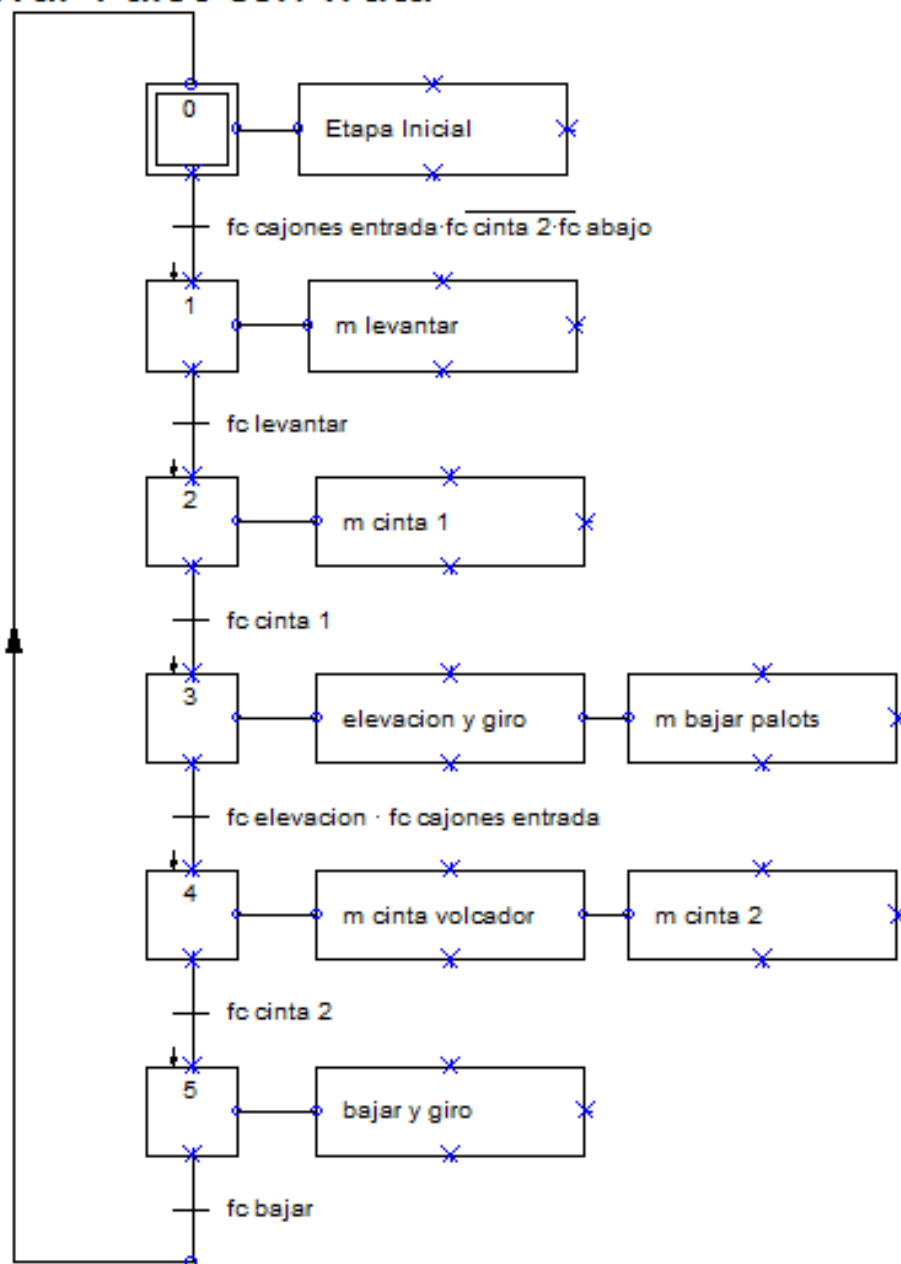


**Ilustración 19. Graficet General Volcadora.**

Se ha dividido en esas dos zonas que vamos a diferenciar en función de la llevada del palot con fruta y la retirada del palot una vez ha depositado la fruta en la cinta de camino a la calibradora.

Esta primera zona tiene un tiempo de ciclo más corto que la segunda parte por lo que se recurrirá a la repetición de la misma en el caso de las últimas condiciones del ciclo sea que no haya palot en la cinta 2.

## Llevar Palot con fruta



**Ilustración 20. Grafcet Llevar Palot.**

Esta segunda parte del Grafcet, al tener un tiempo de ciclo mayor se trataría de que en el propio ciclo, se trate de ahorrar tiempo al realizar una secuencia simultánea, se realizara una vez al principio al iniciar el primer ciclo y más tarde, se obviara para realizarlo más adelante y así poder realizar simultáneamente dos procesos y ahorrar tiempo de proceso.

## Retirada y Descarga Palot

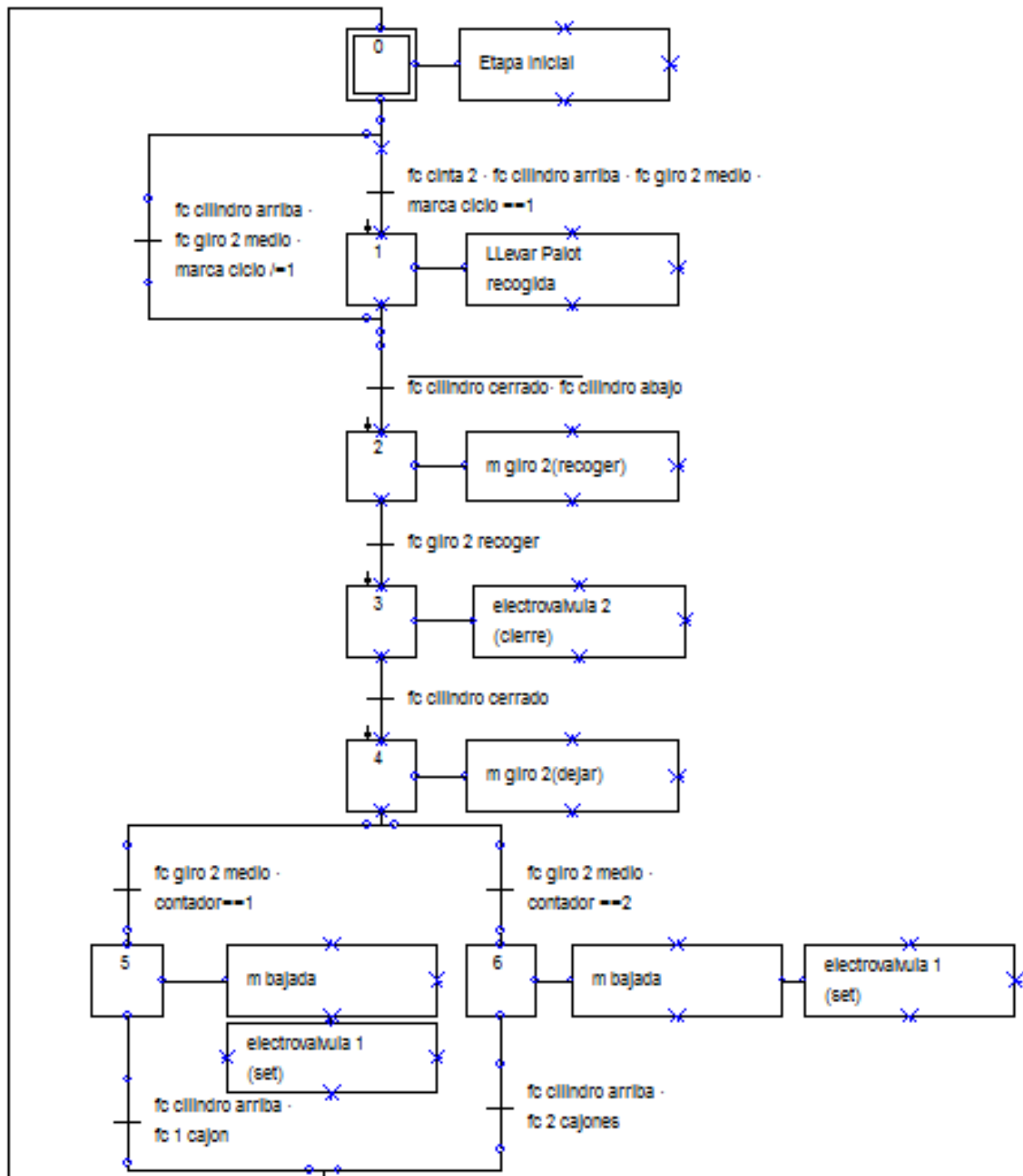
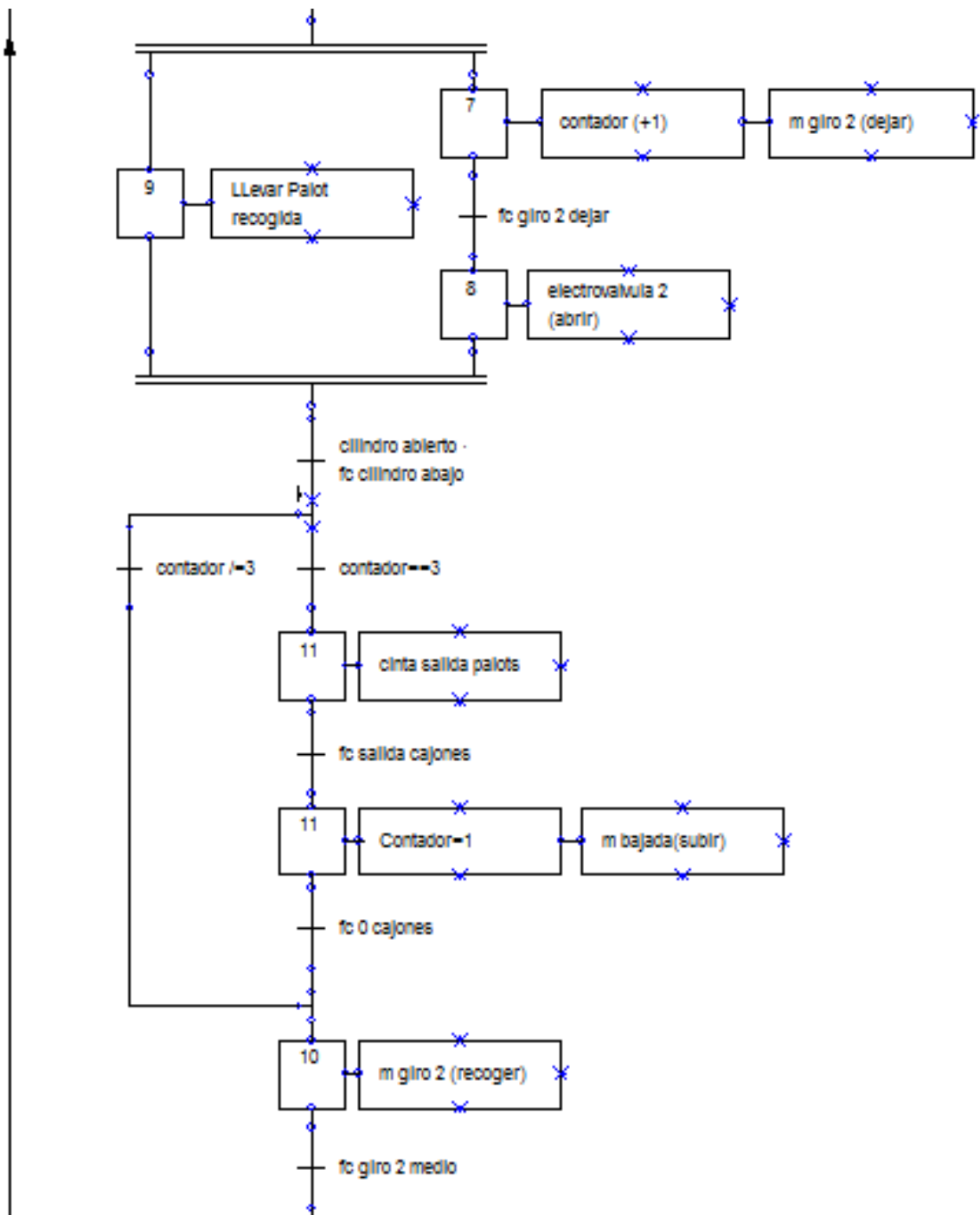


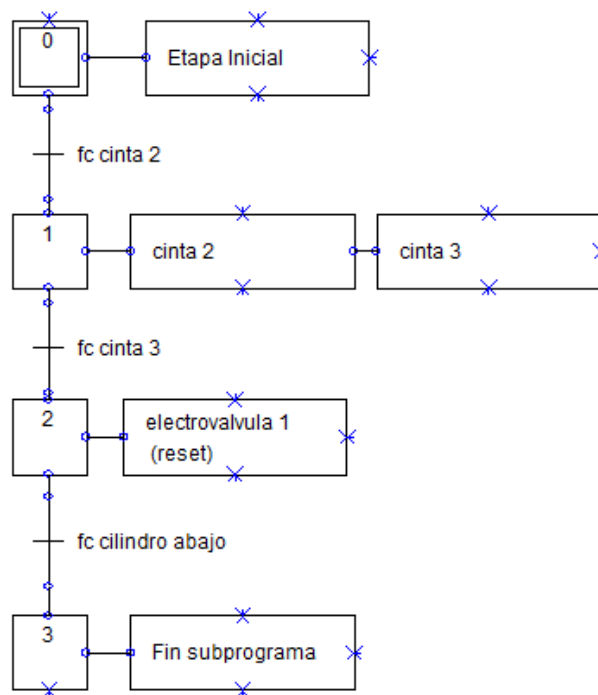
Ilustración 21. Grafcet Retirada y descarga de Palot. Parte a.



**Ilustración 22. Grafcet Retirada y descarga de Palot. Parte b.**

Se ha creado una subrutina, para que el Grafcet principal ocupe menos espacio debido a que se identifica varias veces el proceso por el cual se justifica la creación de esta subrutina.

## Subprograma Llevar Palot a recogida



**Ilustración 23. Subprograma Llevar Palot a recogida.**

### 5.1.2.3. Programación Línea Trabajo

La programación de los PLCs se va a llevar a cabo mediante el programa de siemens TIA portal V13, debido a que es la versión que nos permite utilizar la pantalla que hemos seleccionado, con una versión anterior no se habría podido llevar a cabo el programa con esa misma pantalla.

#### Simulación Hardware

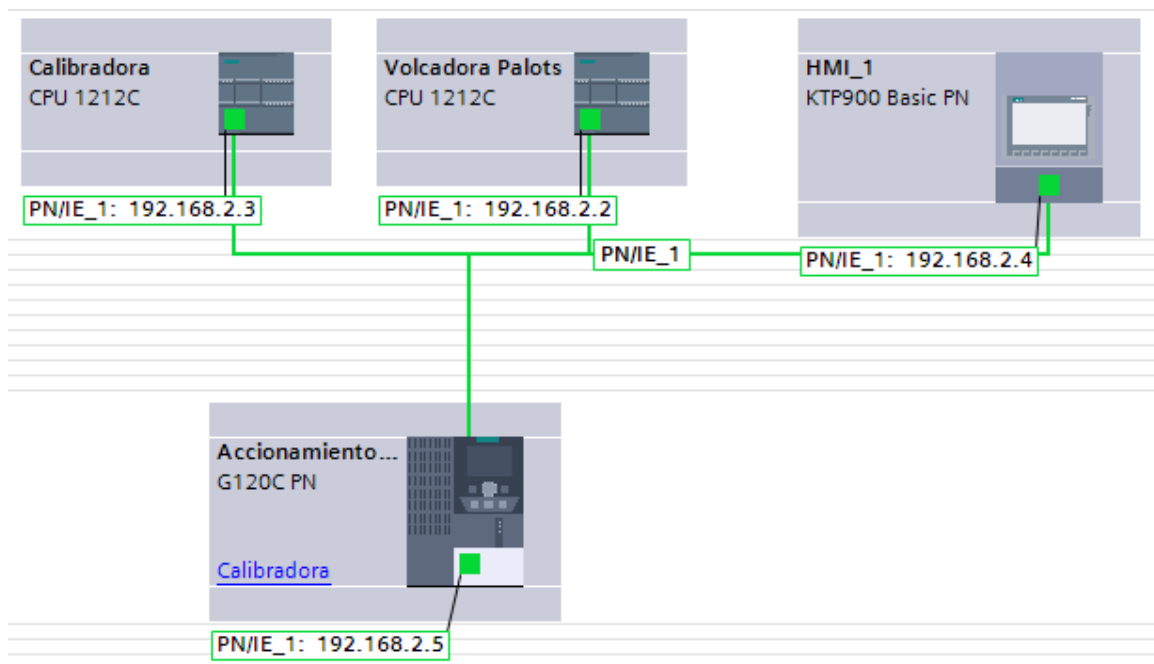
EN primer lugar se va a crear el hardware por lo cual necesitaremos el número de referencia según el producto que hemos seleccionado anteriormente en la sección 4.5.1, en la cual se han dado estos números de referencia,

Con las zonas bien definidas, y con todos los elementos situados, se procede a la programación de la instalación, cuyo primer paso es la configuración del hardware en el que se define el tipo de comunicaciones empleadas, los elementos que requieren dichas comunicaciones y la trama de información que se desea enviar.

A continuación, se crea una red Profinet que unirá los distintos componentes de la instalación que necesiten comunicación. Mientras que a los PLCs se le asigna una dirección IP (Internet Protocol) de la misma. Al ser la única línea se le concede una subred diferente para futuras introducciones de este tipo de comunicación y así poder

diferenciarlas. En este caso, la línea de calibrado se integra en la subred 2, la 1 se trata de los ordenadores de oficinas, y a cada elemento se le asigna una IP distinta dentro de dicha subred.

Por lo que nos encontramos que al PLC calibradora su dirección, 192.168.2.3, al PLC de la volcadora le colocamos el 192.168.2.2, al variador se le coloca la dirección 192.168.2.5, la pantalla ocupara la última dirección 192.168.2.4, la IP 192.168.2.1 le corresponderá al router para así poder cargar la información de todos los dispositivos al mismo tiempo.



En TIA Portal, el software seleccionado para programar, al conectar a la red y por lo tanto al ordenador, los diferentes aparatos se les asignara una dirección IP automáticamente, por lo que deberemos de borrar esa dirección y asignar una nueva, no basta simplemente con rescribirla se deberá de borrar, esto se hará en el apartado de accesos online y ahí en la ficha del autómatas se borrara la dirección y se le asignara una nueva. Actualmente no se dispone de los autómatas y demás, para realizar la asignación de las direcciones IP, pero por ello se han dado anteriormente las pautas para realizar el cambio de dirección.

Antes de llevar a cabo la programación, se van a dar unas pequeñas pautas sobre cómo funcionan los bloques de programa en Siemens:

OB: Módulos de organización propiamente dicho, sirven para gestionar el resto de módulos y funciones del autómatas y son llamados por éste según corresponda en

---

## Desarrollo

función de sus características. Todas las OB tienen 20 bytes de memoria local prefijada con variables específicas de cada OB.

Existen varios tipos, y son específicos:

- OB 100: Módulo que se ejecuta únicamente al iniciar el PLC, conocido como OB de arranque.
- OB 1: Módulo principal en el que se realizan las llamadas al resto de funciones (FC y FB), se ejecuta de forma continua y recurrente, cada vez que finaliza, vuelve a empezar.
- OB cíclica: Son módulos que se ejecutan, a diferencia del OB 1, con regularidad periódica, como el OB35.
- OB de fallo: Son módulos predeterminados asíncronos que se ejecutan cuando se detecta un determinado fallo. Pueden evitar que el PLC entre en parada o ejecutar una lista de instrucciones cuando esto ocurre.

FC: Son funciones que pueden ser llamadas desde una OB, una FB u otra FC. Se utilizan para estructurar el código de forma que quede todo ordenado y organizado de forma ramificada. Además, permite reutilizar dicho código sin necesidad de escribirlo de nuevo, utilizando entradas y salidas de dichas funciones. Utilizan habitualmente la memoria compartida o global del PLC. La mayor parte de código se estructura utilizando estas funciones.

FB: Bloques de función, similares a las FC, pero con la diferencia de utilizar bloques de memoria dedicada, asociada a cada FB, denominada memoria o DB de instancia. Se puede solicitar su llamada desde cualquier OB, FC u otra FB. Cada vez que se realiza una llamada es necesario asignarle una DB de instancia.

DB: Bloques de datos en los cuales se guarda el estado de las distintas variables. Existen dos tipos de bloques:

- Globales: declarados y generados por el programador, contienen variables simples y estructuras complejas de datos que habitualmente van asociados al uso de FC.
- Instancia: se generan con cada llamada a una FB, se conserva el estado de todas las variables estáticas de dicha FB en particular.

Por lo tanto observamos que los bloques de datos FC son más rápidos que los FB además de ocupar menos memoria, pero al necesitar almacenar datos utilizaremos FB, ya que de este modo aun pudiendo utilizar más adelante los Fc en conjunción con los DB, pero estos serán más lentos que los propios FB, así que debido a que vamos a usar solamente unos pocos FB, seguirá siendo un programa bastante optimizado ya



que no realizamos un abuso de estos últimos, y al utilizar conjuntamente los FC y los DB, tendremos más problemas a la hora de llevar a cabo la programación.

Una de las características de este proyecto es la comunicación entre ambos autómatas por lo que se ha decidido crear únicamente un panel de mando para ambos PLCs, es decir que se decida el control de la maquina únicamente desde un punto y que sea el autómata de la calibradora el que envía los datos y se reciban en la volcadora, de este modo ahorrar entradas digitales en nuestro autómata.

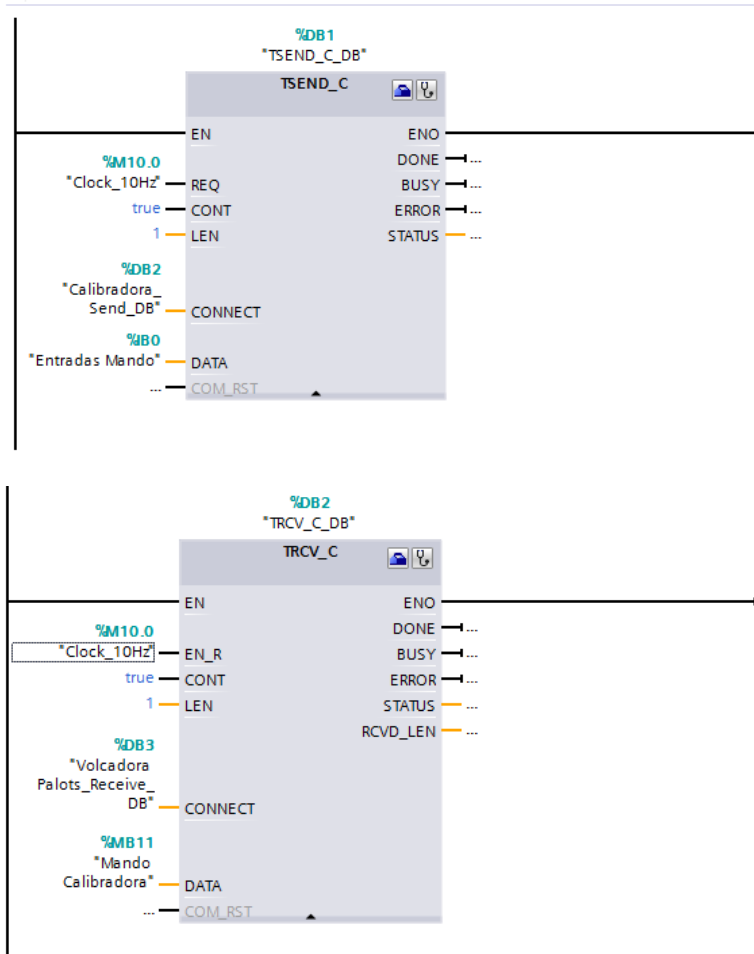
Para ello emplearemos las instrucciones TSend\_C y TRcv\_C, las encontraremos en:

Instrucciones => Comunicación => open user communication

Al utilizar estos comandos crearemos sendos DBs para guardar la información que es enviada y recibida respectivamente. La configuración se debe realizar como se apunta en las imágenes aportadas a continuación. Se le dará una marca de ciclo para realizar la comunicación en el tiempo de ese ciclo de reloj, CONT se deberá marcar en true para así realizar la comunicación en todo momento, LEN va a ser la longitud de información a enviar en bytes, CONNECT el autómata al cual se va a conectar, y DATA los datos que vamos a enviar. La configuración de las características restantes las realizara el programa según vayamos agregando la información que nos pide que debamos de configurar.

El salvado de los datos recibidos en la volcadora se van a guardar en la dirección de memoria 11, MB11, los cuales van ordenados es decir el %I0.0, corresponde a la seta de emergencia de la calibradora por lo tanto aquí ocupara la dirección M11.0 y así sucesivamente hasta ocupar todos los controles.

Desarrollo



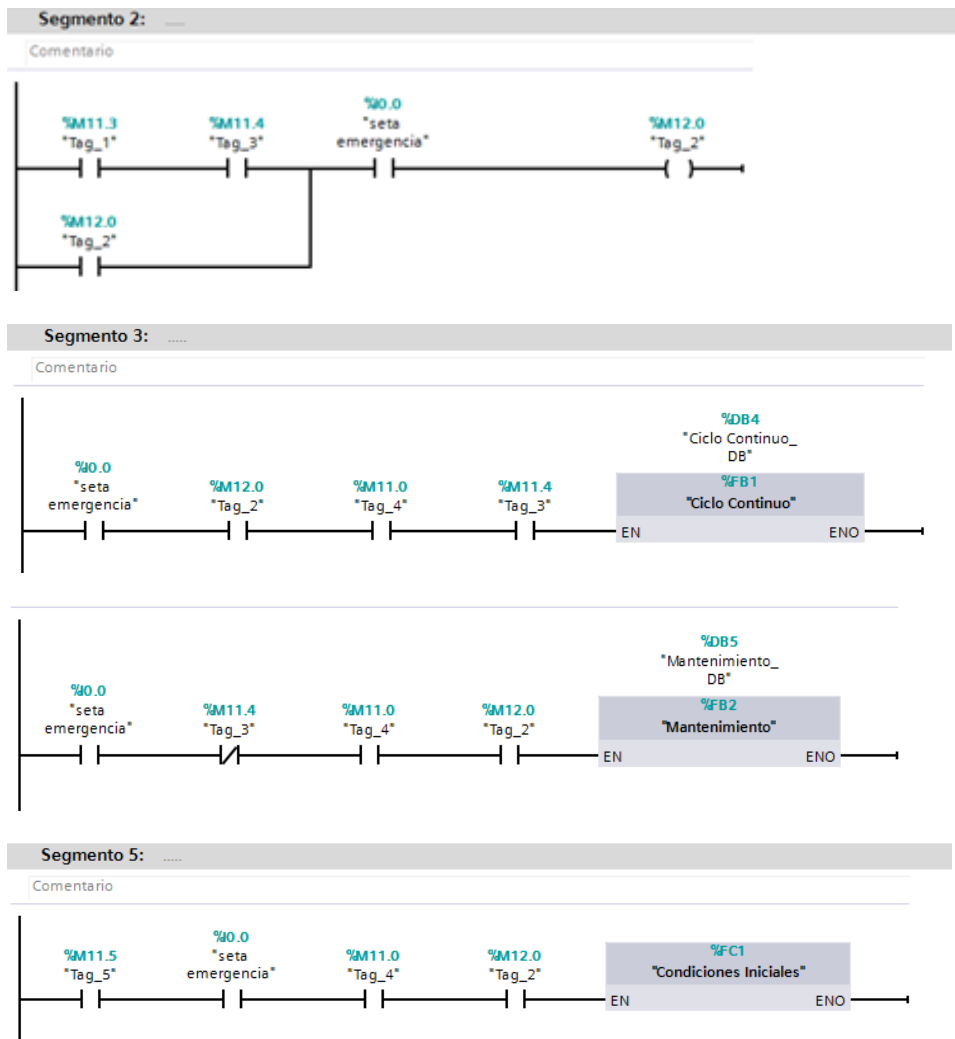
### 5.1.2.3.1. Programación Volcadora

Procederemos primero con la programación de la volcadora, para ello vamos a crear varios FBs, uno de ellos para un ciclo continuo o trabajo ordinario de la máquina, otro para trabajo de mantenimiento por el cual va a realizar un trabajo continuo de un solo ciclo para ver en que tareas se producen los fallos y así aislarlos y finalmente un bloque que se activara en el caso de que salte alguna alarma, como es el caso de la seta de emergencia, y en el cual tras la desactivación de la alarma se volverá a las condiciones iniciales, este último simplemente será un FC debido a que no guardaremos información sobre el mismo.

Lo primero que se deberá de crear en el OB1 son las llamadas a los distintos FBs y FC. Para ello tendremos como condiciones para la llamada las condiciones iniciales como son que no esté activada la seta de emergencia, que el pulsador de marcha este activado y el pulsador de puesta en marcha este activado a la vez para así tener ambas manos ocupadas, con esto activaremos una marca que se realimentara a si misma al estar a set y se desactivara al pulsar la seta de emergencia.

Desde aquí también se va a llamar al ciclo continuo y a las condiciones iniciales.

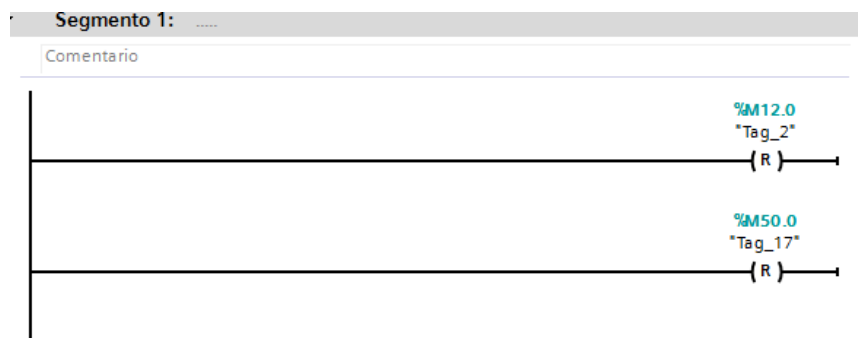
OB1



El OB100 es un bloque de programa que se va a llamar una vez se inicie el programa y solo se va a llamar esa única vez, en el resetearemos la marca de puesta en funcionamiento y la marca de primer ciclo, este OB se utiliza en casos de cortes de luz o paradas de emergencia tras las cuales se quiere continuar con el trabajo en el mismo punto se dejó, y así no tener que restear la maquina totalmente. En el S7-1200 se pueden colocar en un mismo segmento varias salidas.

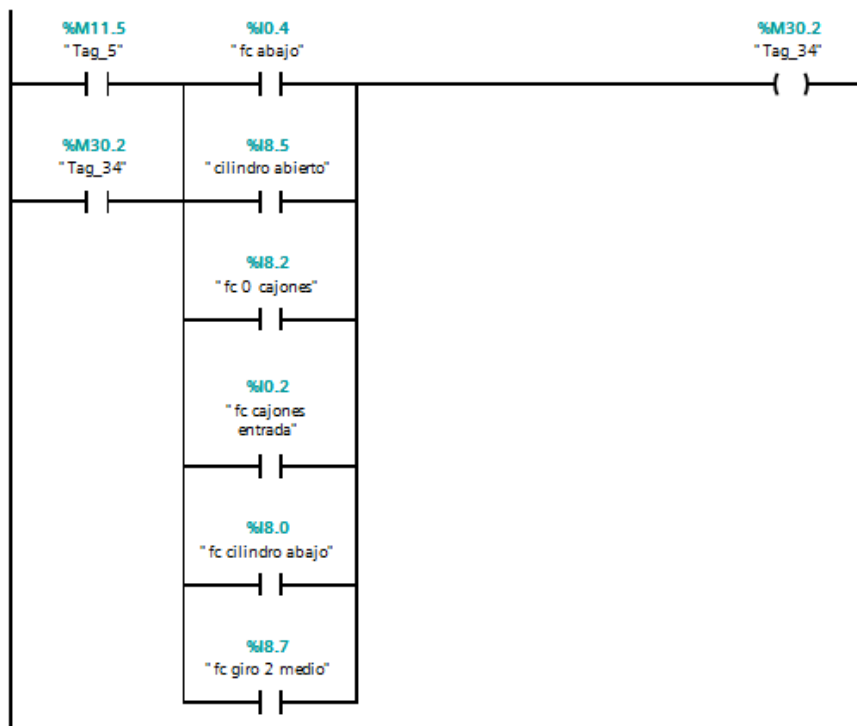
OB100

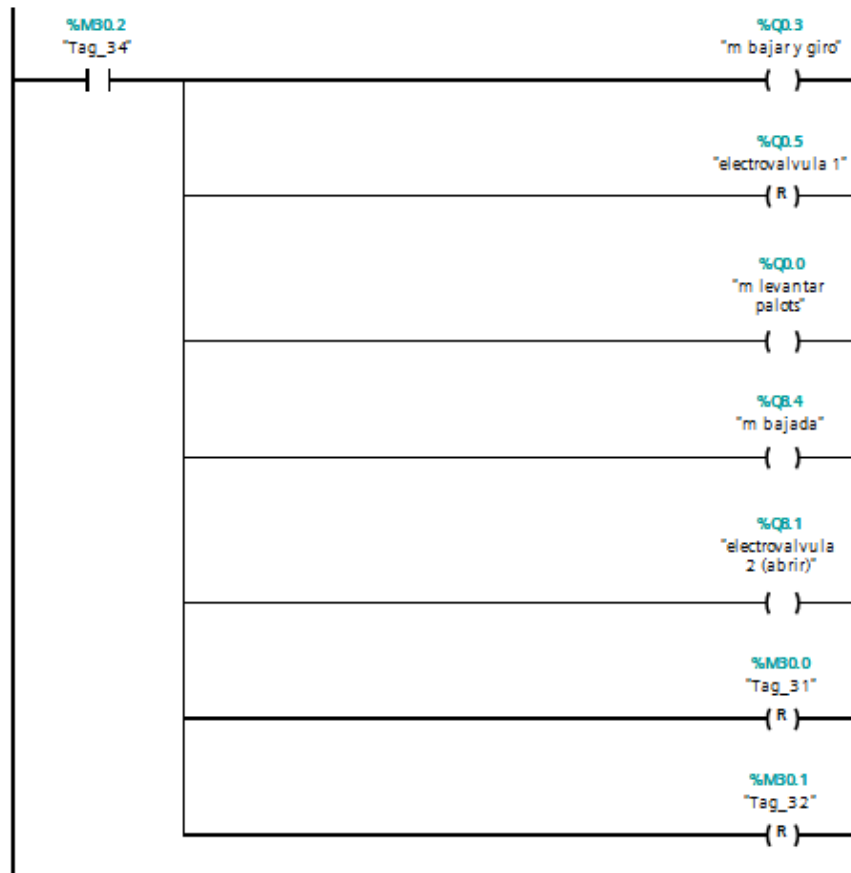
Desarrollo



El Bloque de programa de condiciones iniciales se va a utilizar en caso de una emergencia grave para puesta a condiciones iniciales de la máquina, en el vemos que los segmentos 3, 4, 5 y 6 son empleados debido al desconocimiento en el cual se encuentra el giro para depositar los palots por eso siempre empezara a girar en el mismo sentido es decir a dejar si por casualidad seria ese el giro correcto pararía en el medio pero si no al topar con el final de carrera volvería hasta detenerse en el punto correcto. Se debe tener pulsado por seguridad el botón de reseteo en todo momento. Si se encontraría un palot en recogida se deberá de sacar antes de manera manual ya que las cargas en suspensión no se pueden resetear.

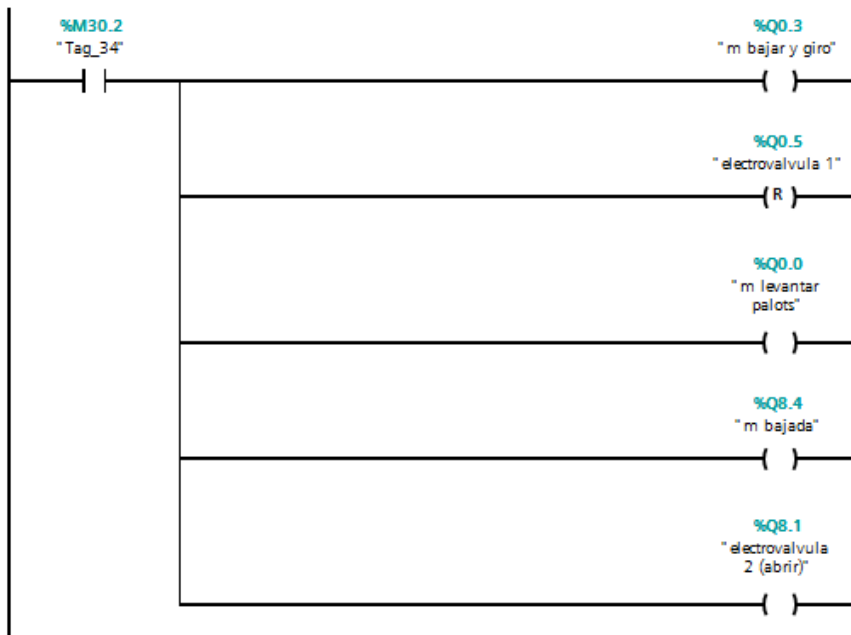
FC Condiciones Iniciales



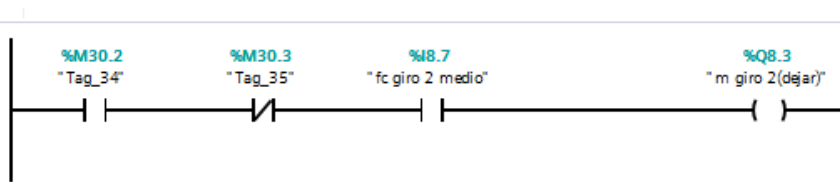


Segmento 2: .....

Comentario

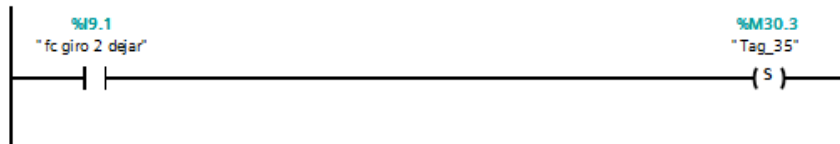


## Desarrollo



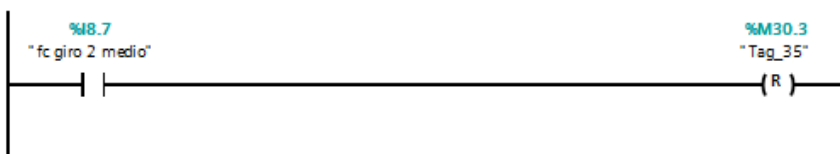
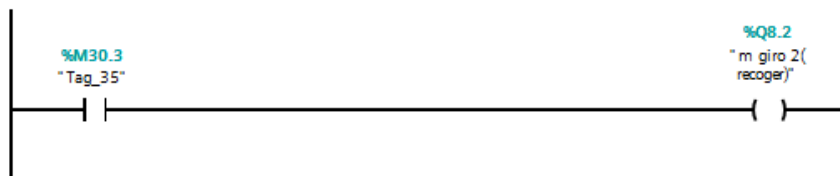
### Segmento 4: .....

Comentario



### Segmento 5: .....

Comentario



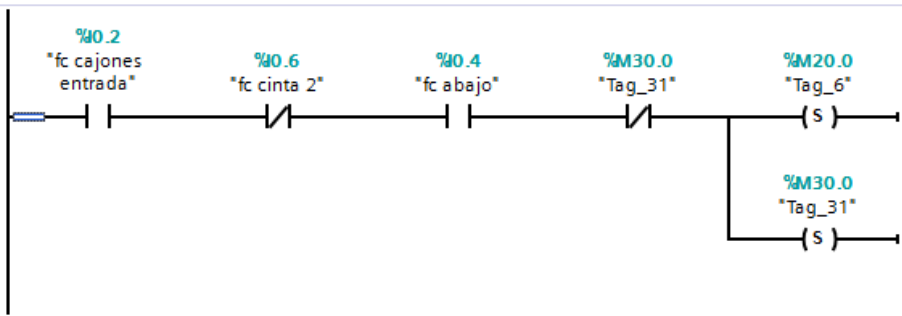
En cuanto al ciclo continuo únicamente decir que vamos a seguir el Grafcet que hemos programado con anterioridad, y que para que finalice y empiece correctamente se empleara una marca de ciclo por lo que sabremos si el ciclo está funcionando o no.

En el primer segmento de cada parte del programa están indicadas la Condiciones Iniciales.

### FB Ciclo Continuo

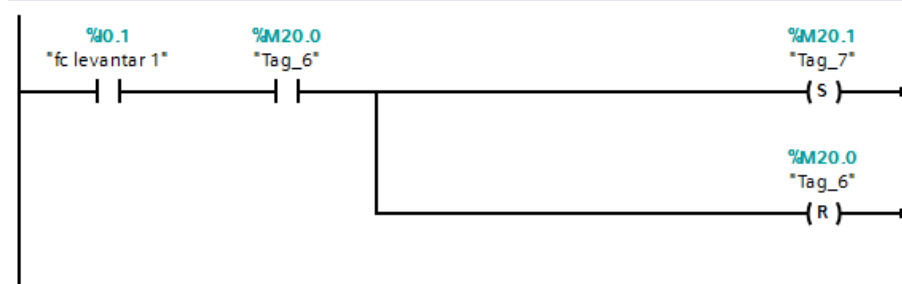
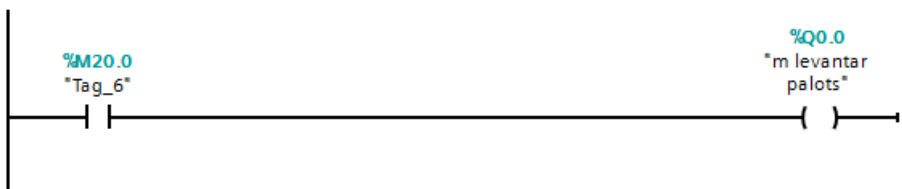
**Segmento 1: Llevar palot con fruta**

Comentario



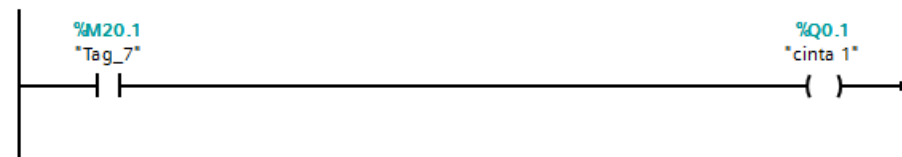
**Segmento 2: .....**

Comentario

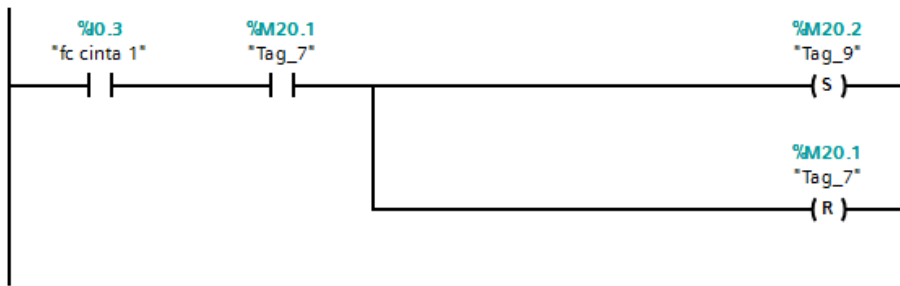


**Segmento 4: .....**

Comentario

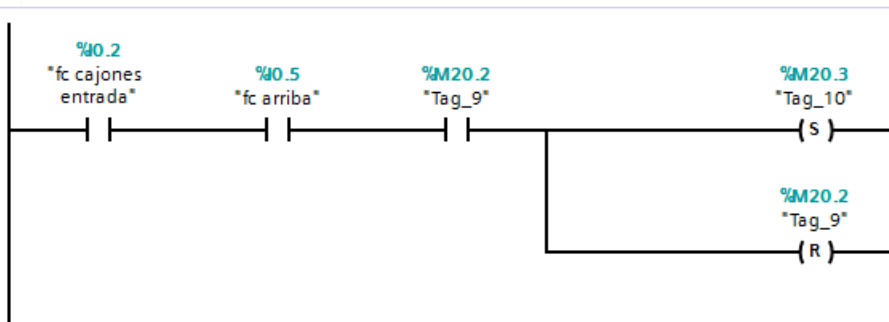
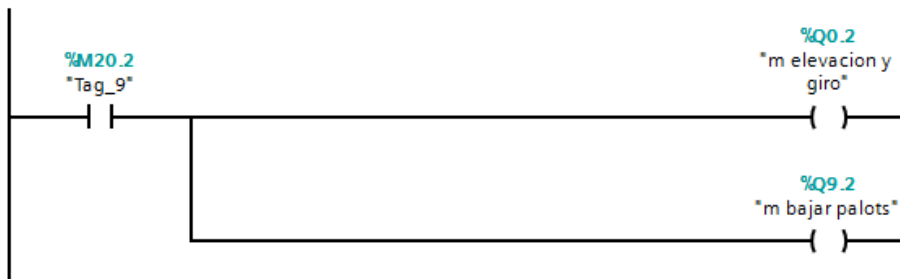


Desarrollo



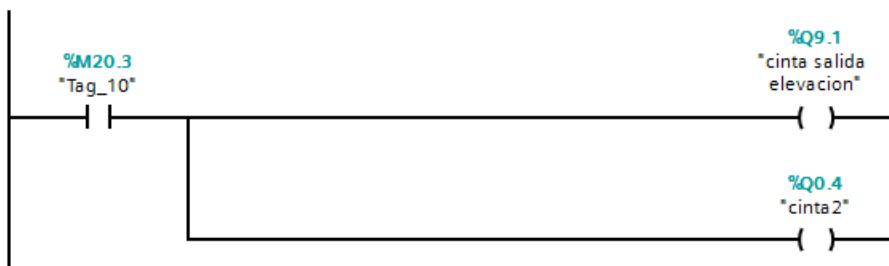
Segmento 6: .....

Comentario

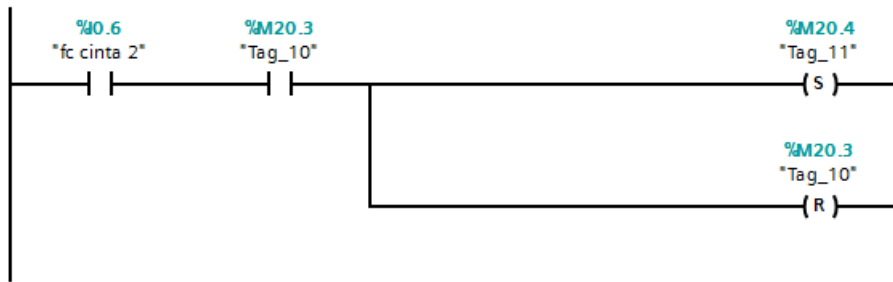


Segmento 8: .....

Comentario

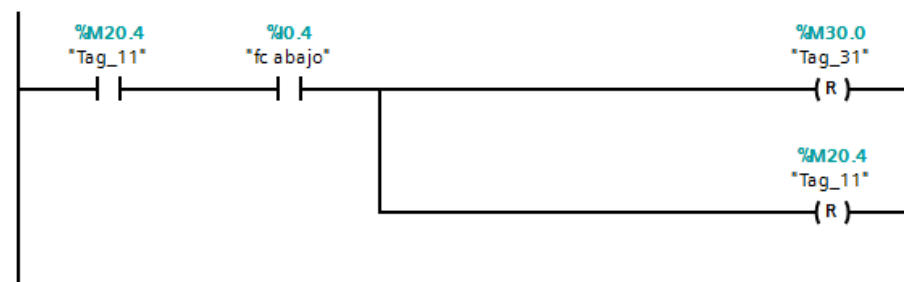
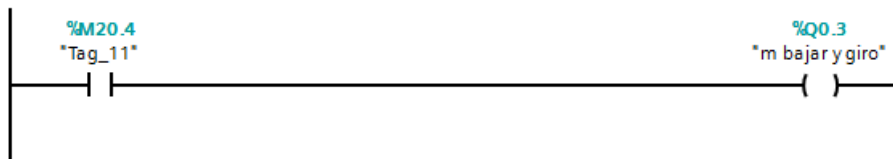






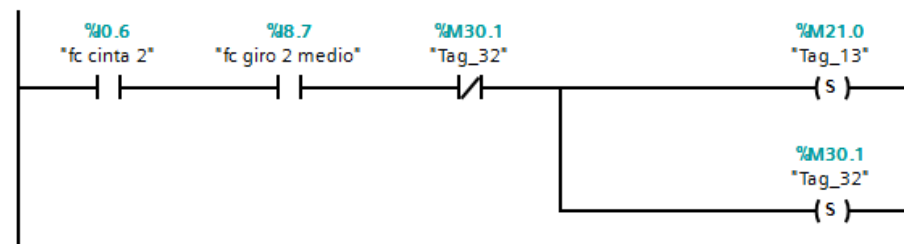
**Segmento 10:** .....

Comentario



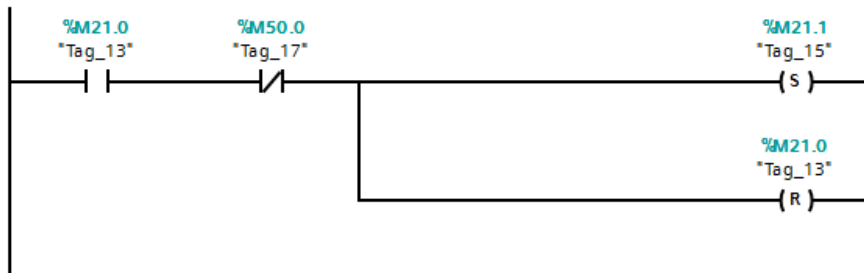
**Segmento 12:** Retirada y descarga Palot

Comentario



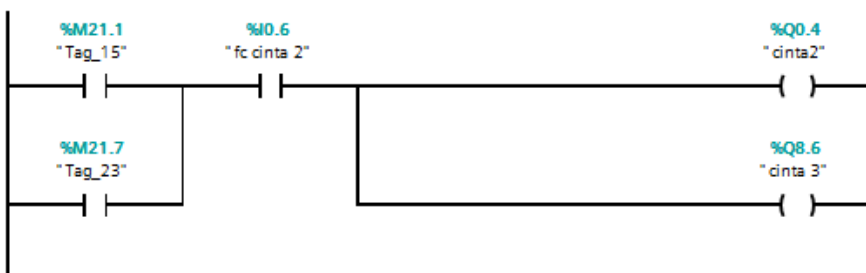
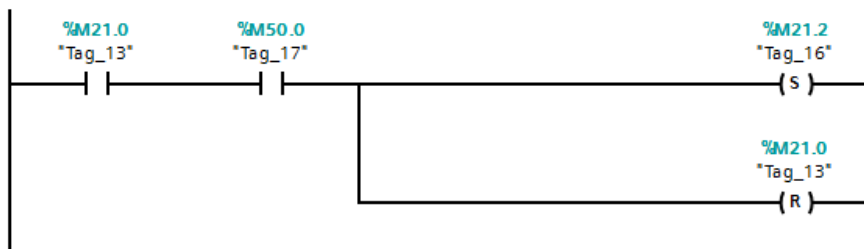
Desarrollo

M50.0 marca de 1º ciclo finalizado.



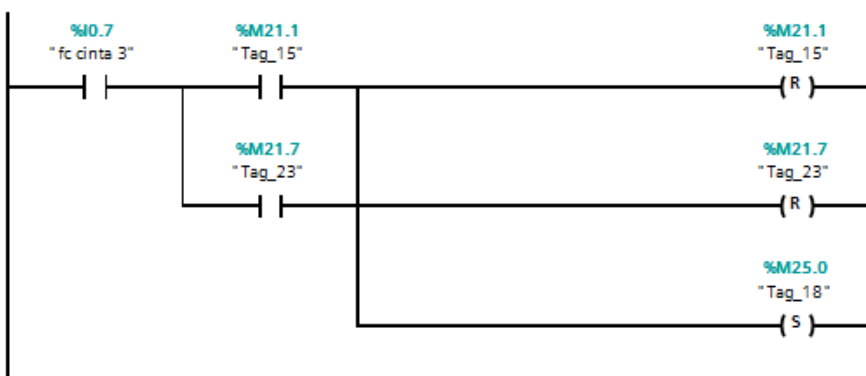
Segmento 14: .....

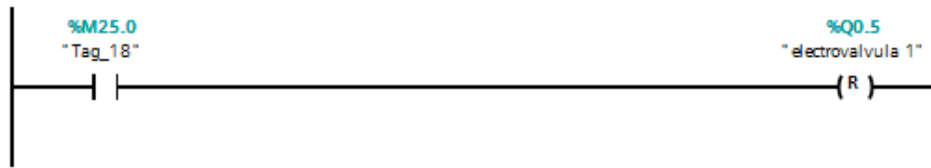
Comentario



Segmento 16: .....

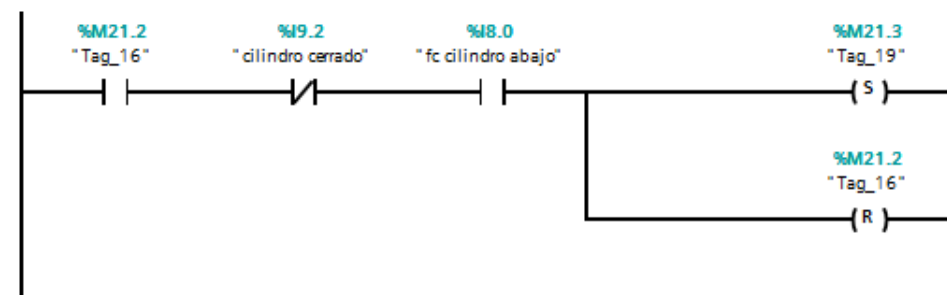
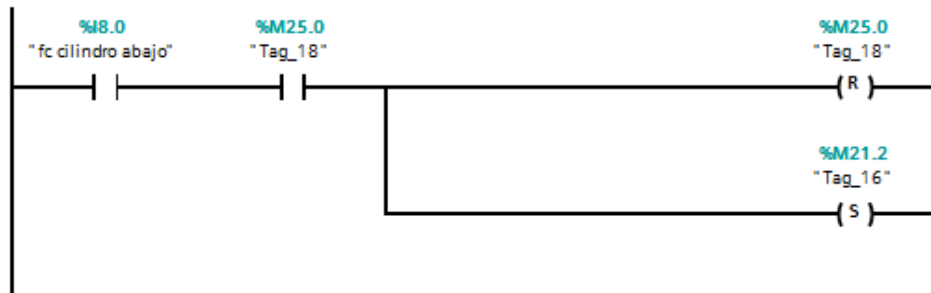
Comentario





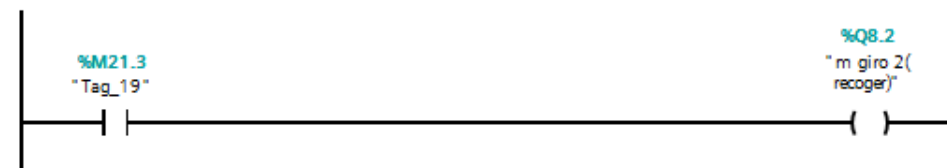
**Segmento 18: FIN SUBPROGRAMA**

Comentario

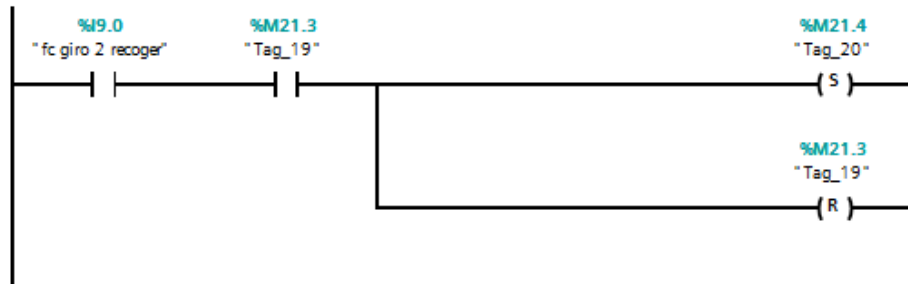


**Segmento 20: .....**

Comentario

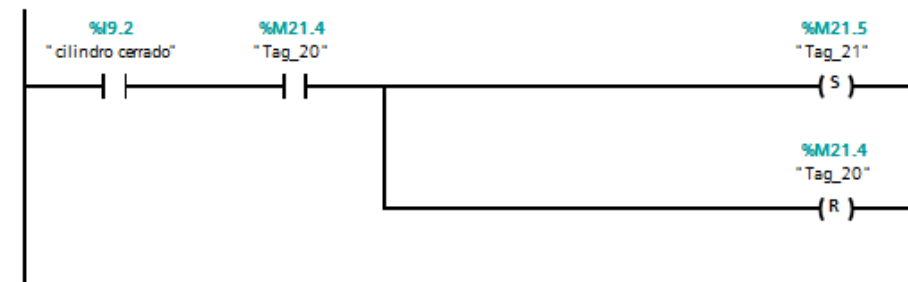
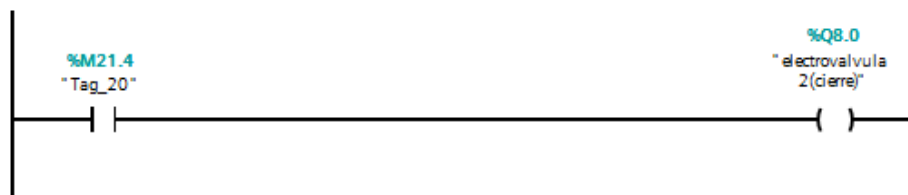


Desarrollo



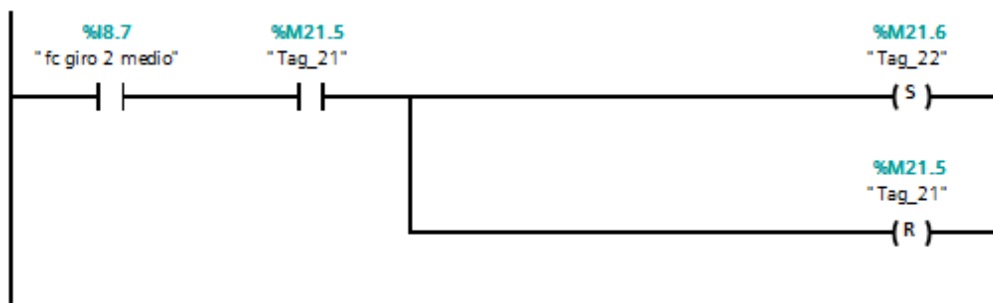
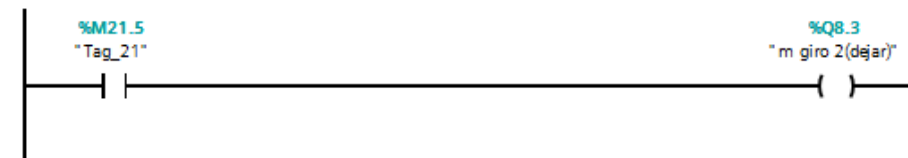
Segmento 22: .....

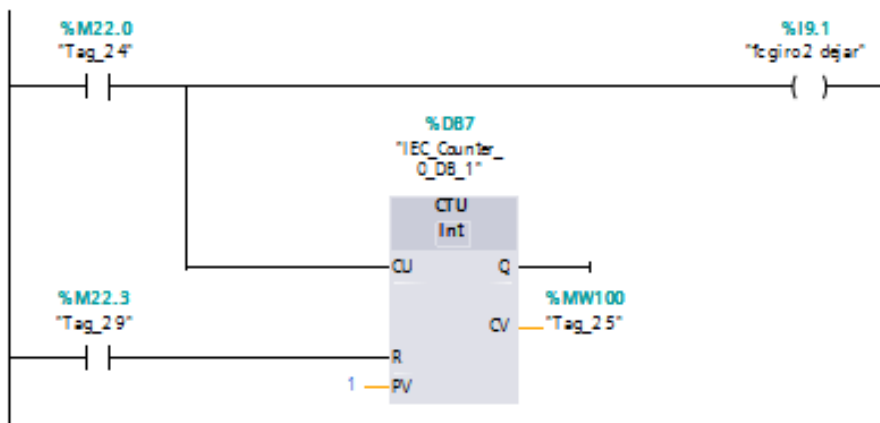
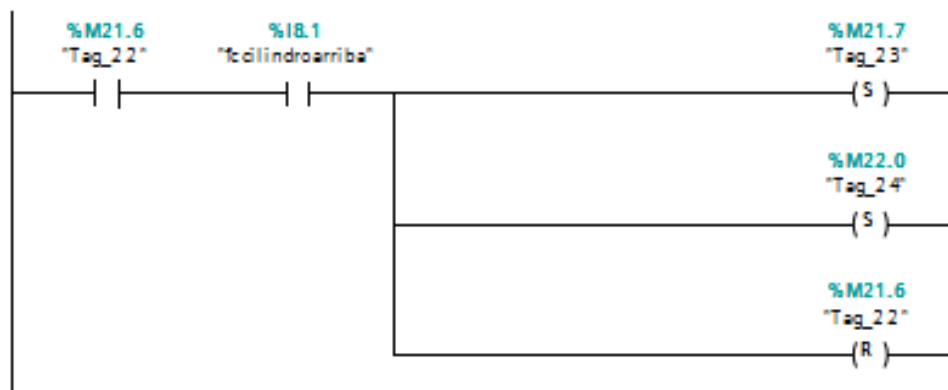
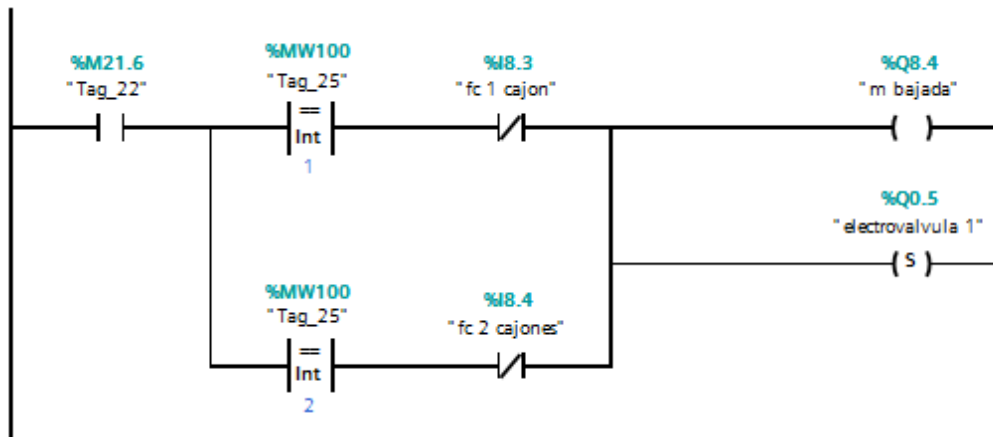
Comentario



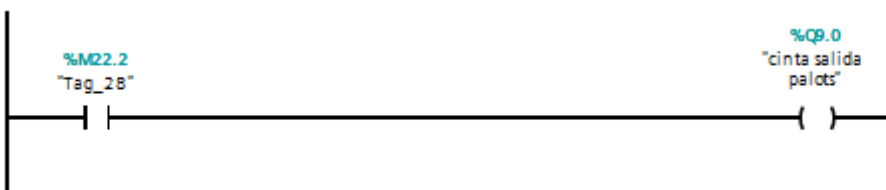
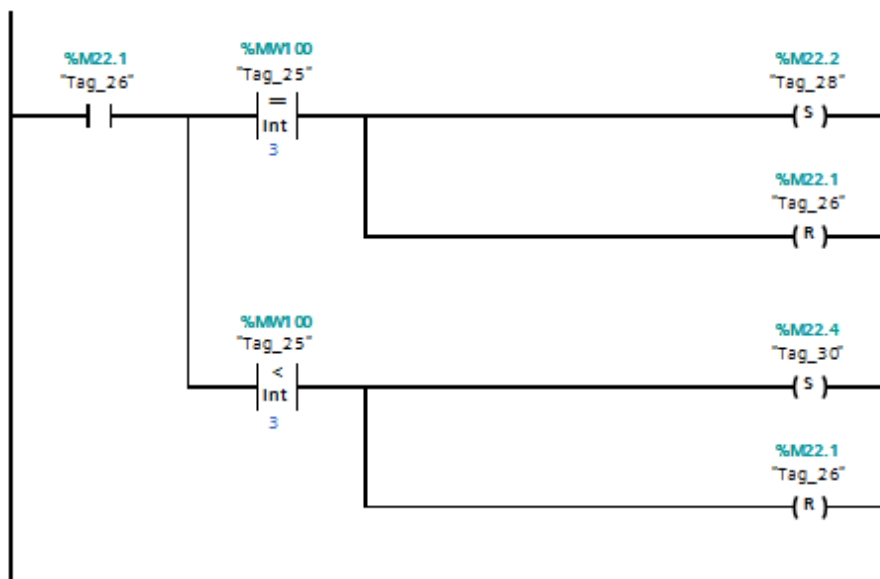
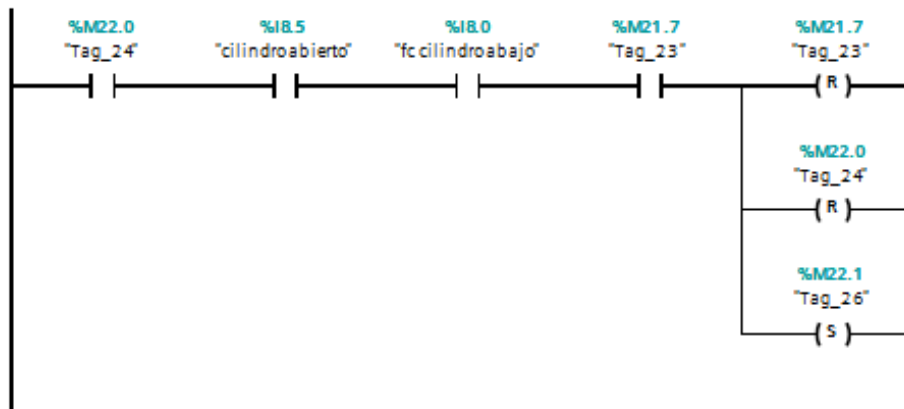
Segmento 24: .....

Comentario



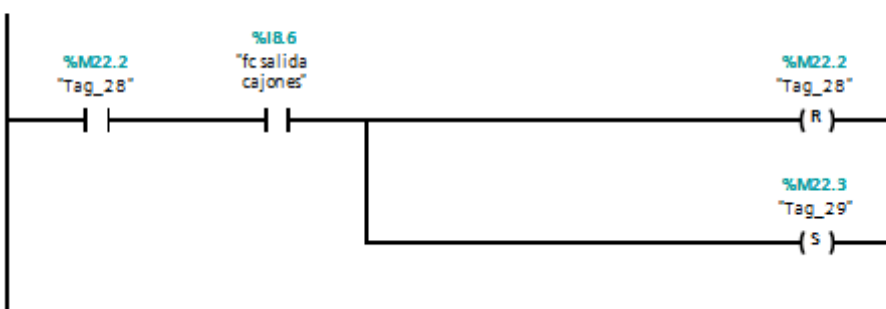


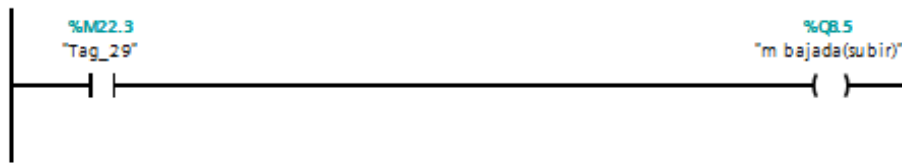
Desarrollo



Segmento 32: .....

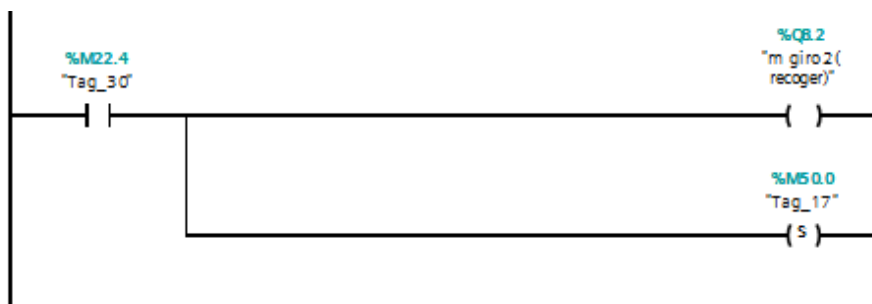
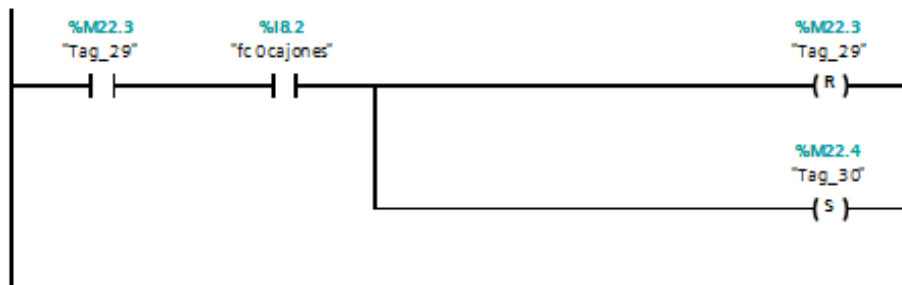
Comentario





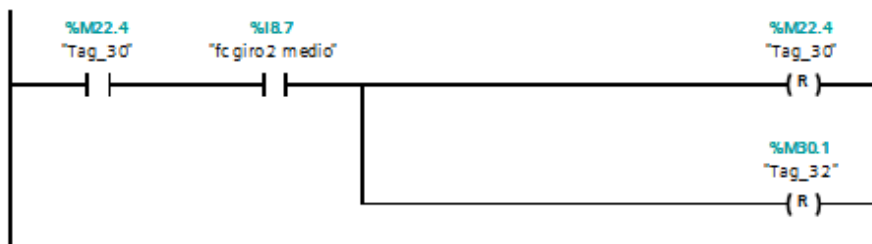
Segmento 34: .....

Comentario



Segmento 36: .....

Comentario



### 5.1.2.3.2. Programación Calibradora

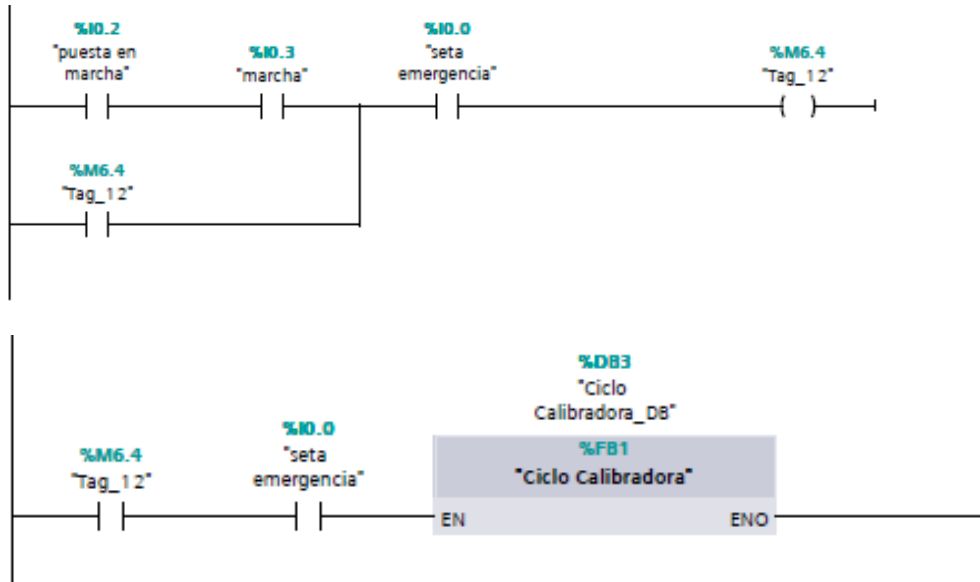
Para la programación de la calibradora no se va a realizar mediante un grafset y que se trata de una maquina la cual no va seguir un ciclo si no que más bien se va a programar mediante lógica de bits.

En el programa OB1 se encuentran varios segmentos instrucciones las cuales no van a tener peso en nuestro ciclo de la calibradora y que se explicaran más adelante.

La llamada al ciclo continuo de la calibradora va a seguir el mismo camino que en la volcadora, se deberán de pulsar al mismo tiempo los pulsadores de puesta en

Desarrollo

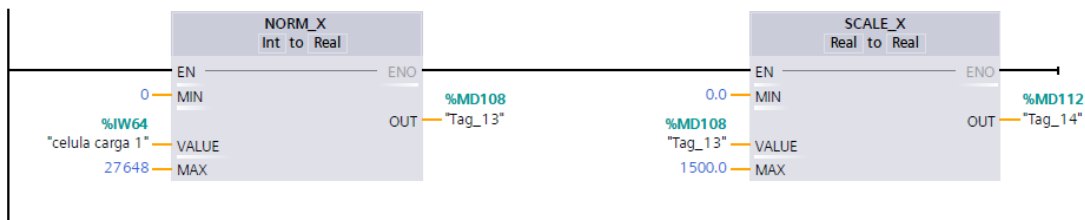
marcha y marcha, y estos activaran una marca que se realimentara a sí misma. No vamos a emplear reset u otro bloque de programa, debido a que no hay problemas de seguridad y las otras cintas no necesitan entrada a PLC y su funcionamiento va controlado directamente mediante relés y pulsadores.



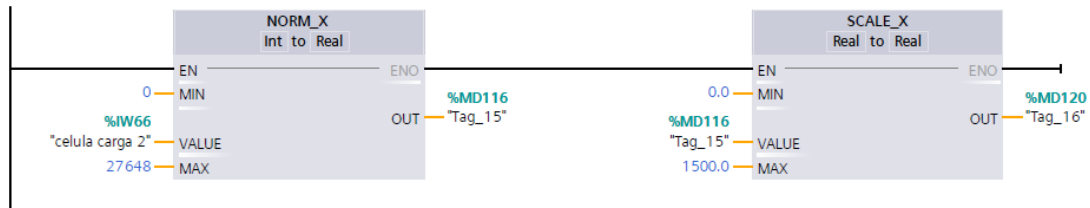
El primer paso que deberemos de hacer con las entrada analógicas es el de la conversión y escalarlas, para ello emplearemos dos funciones NORM\_X y SCALE\_X.

En la primera instrucción se procede a la conversión de entero a real de la entrada analógica, tendremos que dar los valores sobre los cuales se va a ajustar la entrada analógica, es decir entre 0 y 10V, y el valor en enteros de cuanto representan esta variación, por lo que al leer el catalogo del S7-1200 vemos que el valor es 27648, para evitar variaciones cogeremos los valores entre 0 y 10V.

Más tarde se escala este valor de reales a reales, dando el valor máximo y mínimo de nuestra célula de carga, entonces se ajustara a la salida que hayamos configurado.

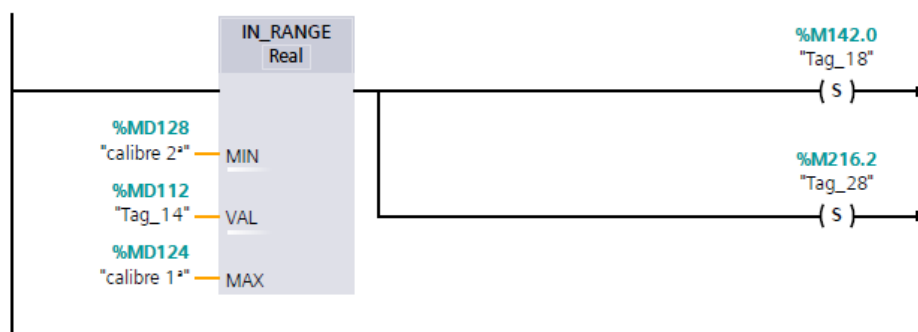
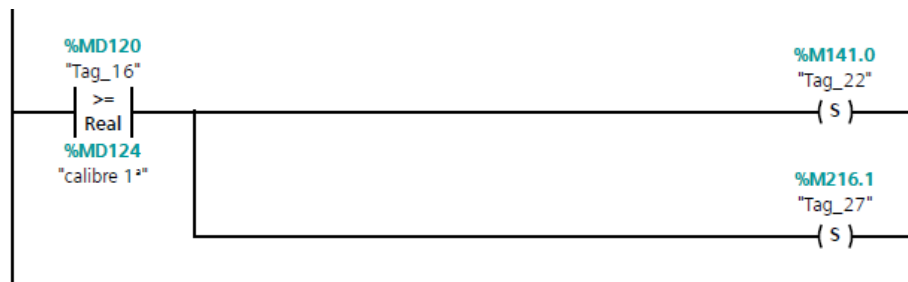
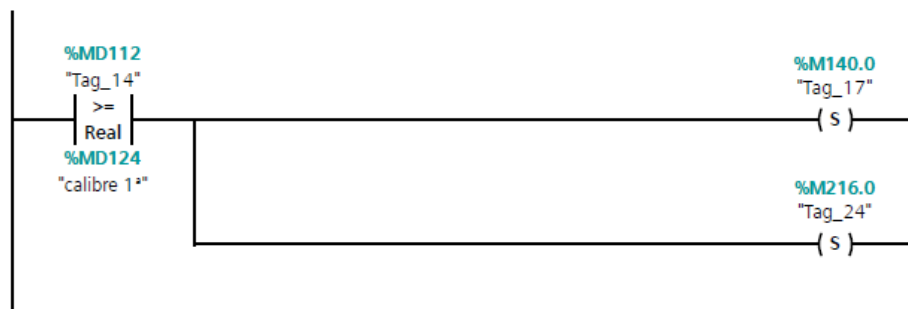




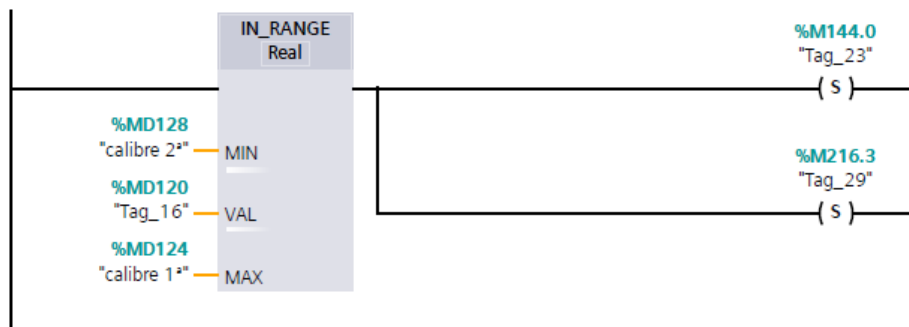


Las comparaciones se van a realizar mediante dos bloques de instrucciones los cuales darán un 1 lógico a la salida, cuando se cumplan las condiciones programadas. Vamos a tener que realizar 4 comparaciones la 1ª, serán todos os valores por encima del seleccionado calibre de 1ª, y para las demás seleccionaremos el rango entre los dos valores de ese rango, para aquellas frutas que estén fuera del ultimo rango programado llegaran al final de la linea y allí caerán a un palot de desperdicio.

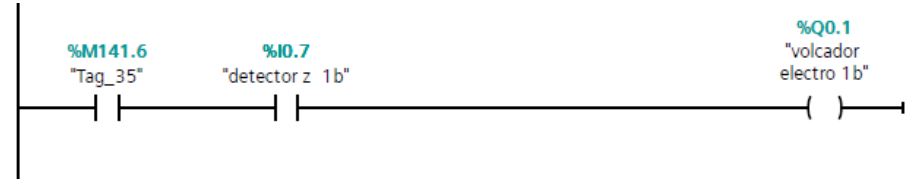
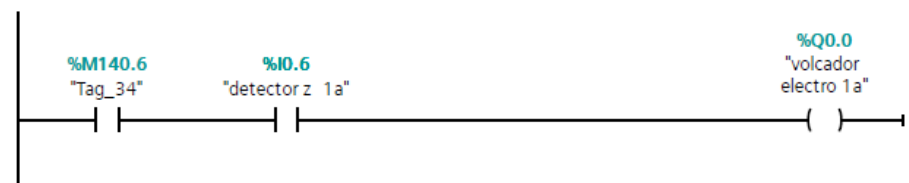
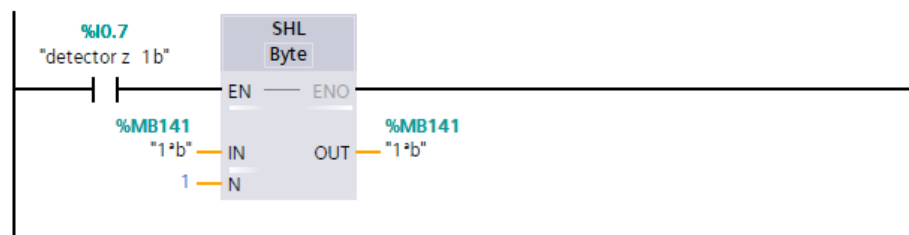
En este punto también se va a activar una salida que se empleara en un futuro para la suma de las frutas calibradas.



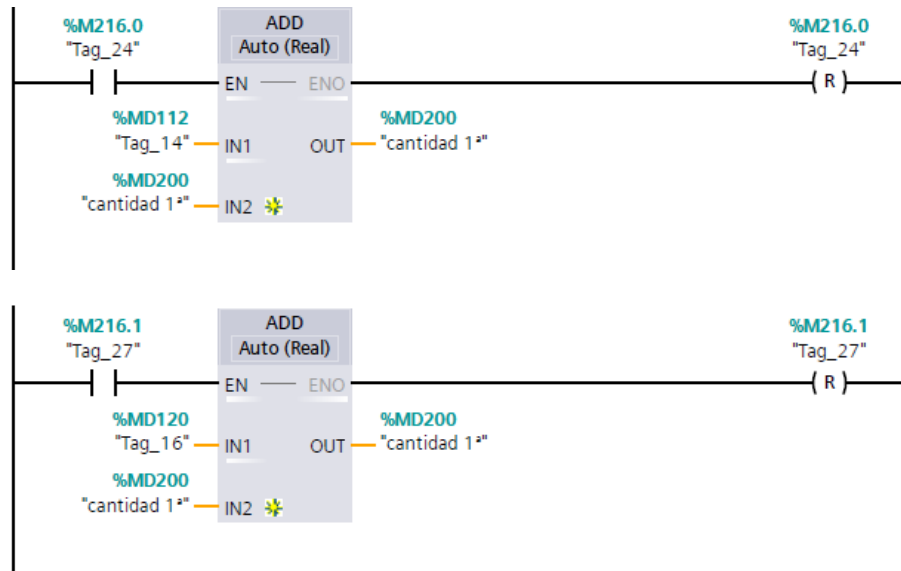
Desarrollo



La lógica que se va a emplear en el ciclo de calibradora, es el del desplazamiento de bits. Es decir al llegar una fruta de cierto calibre se dará en la posición 0 de ese conjunto de bits, en el calibre de 1ª un byte, 2ª Word, 3ª y 4ª DW, un 1 lógico, e iremos desplazando este conjunto de bits de manera que a cada nueva fruta que entre o a cada vez que se desplace la fruta una posición se desplazará una posición, con lo que al llegar al punto que queremos, es decir la salida de la fruta en el calibre que hemos seleccionado, llegara un uno y con la condición de que se active el detector de la pieza de fruta en ese punto, con lo que se activara la salida y la fruta caerá en el calibre en el cual se ha configurado.



El último paso que se va a llevar a cabo en el programa es la suma de todos los calibres en una misma DW, para así poder representarla más tarde en el HMI. Aquí tiene parte el bit que hemos activado anteriormente se realizara la suma y se reseteara una vez realizada la suma.



Se han omitido partes del programa debido a que son redundantes, por lo que se añadirá en los anexos los programas completos diferenciados por título.

### 5.1.2.3.3. Programación Variador

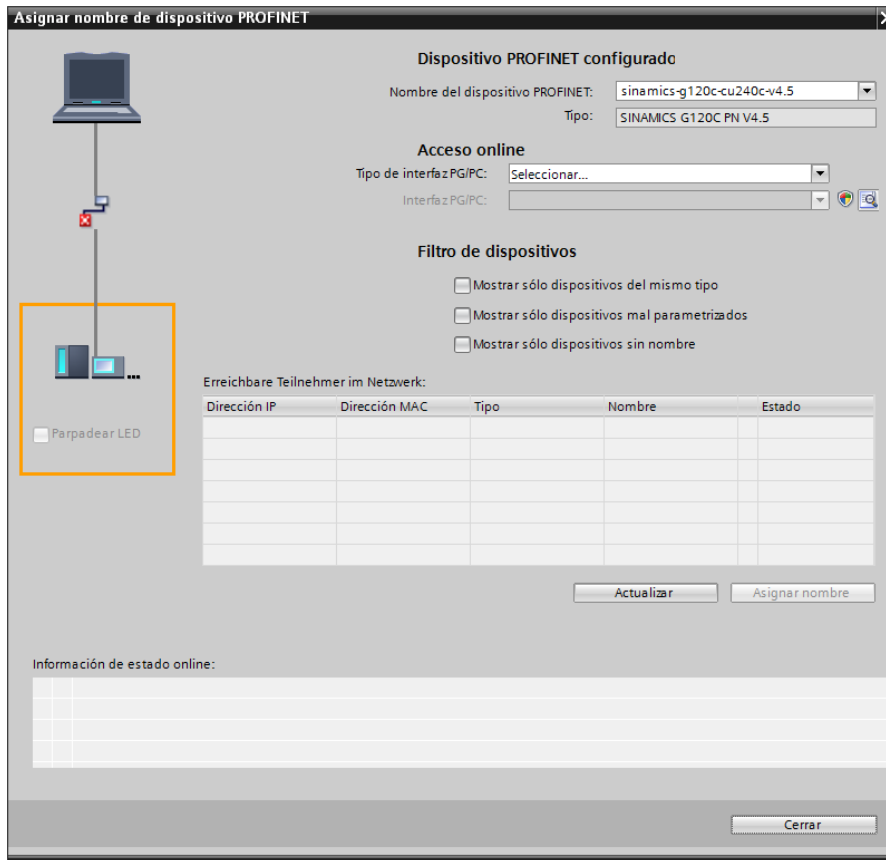
La programación del variador se va a poder llevar a cabo, por lo menos de 3 maneras diferentes, dos de ellas mediante el software TIA Portal, y la otra mediante el programa Starter, de siemens y mediante la configuración de la red profinet mediante el programa mencionado anteriormente.

Nos decantaremos por la opción de utilizar TIA portal, pero de la manera en la que debemos dar las características del tipo de motor utilizado, es decir llevar a cabo la configuración desde el propio software, la otra opción es incluir como hemos hecho en la vista topológica ese adaptador pero configurarlo de manera manual, una manera más sencilla y practica de llevar a cabo la configuración del motor es mediante el método escogido ya que del otro modo seria introducir manualmente todas las características del mismo.

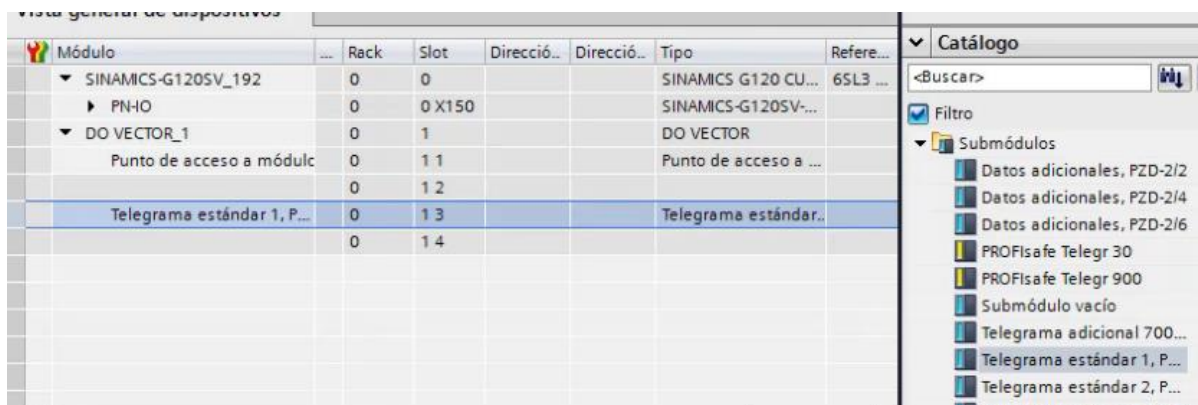
Vamos a configurar el dispositivo de manera off-line ya que no disponemos aun del variador para configurarlo, pero no hay ningún problema ya que eso se solucionara una vez carguemos el programa y se analicen todos los datos pertinentes. Para la necesaria comunicación profinet, configuraremos un nombre a nuestro variador, esto

Desarrollo

lo haremos mediante la búsqueda automática del variador una vez nos conectemos a la red Ethernet final.



En primer lugar una vez seleccionado el hardware en el software, referencia de dispositivo, direccionamiento IP... deberemos de seleccionar el tipo de referencia que vamos a seleccionar para comunicarnos autómatas-variador.



Posteriormente procedemos a la configuración del motor accediendo a ella mediante la pestaña: (nombre dispositivo)=>Parámetros => Puesta marcha: asistente configuración, y rellenamos los datos que nos van solicitando en el asistente.

En las imágenes aportadas a continuación decimos como hemos rellenado los diferentes apartados solicitados, la información se ha obtenido de la chapa de características del motor y mediante el estudio de la tarea que va a realizar.

**Asistente de puesta en marcha** ? X

**Ajuste del accionamiento**  
Selección de norma de motor y ciclo de carga

Norma:  
[0] Motor IEC (50Hz, unidades SI)

En la placa de características puede ver qué norma corresponde a su motor:  
[0] Motor IEC (50Hz, unidades SI)  
[1] Motor NEMA (60Hz, unidades US)  
[2] Motor NEMA (60 Hz, unidades SI)

Aplicación etapa de potencia:  
[1] Ciclo de carga con leve sobrecarga accos vectoriales

**Asistente de puesta en marcha** ? X

**Motor**  
Determinación del tipo y los datos del motor

Configuración del motor  
Introducir datos del motor

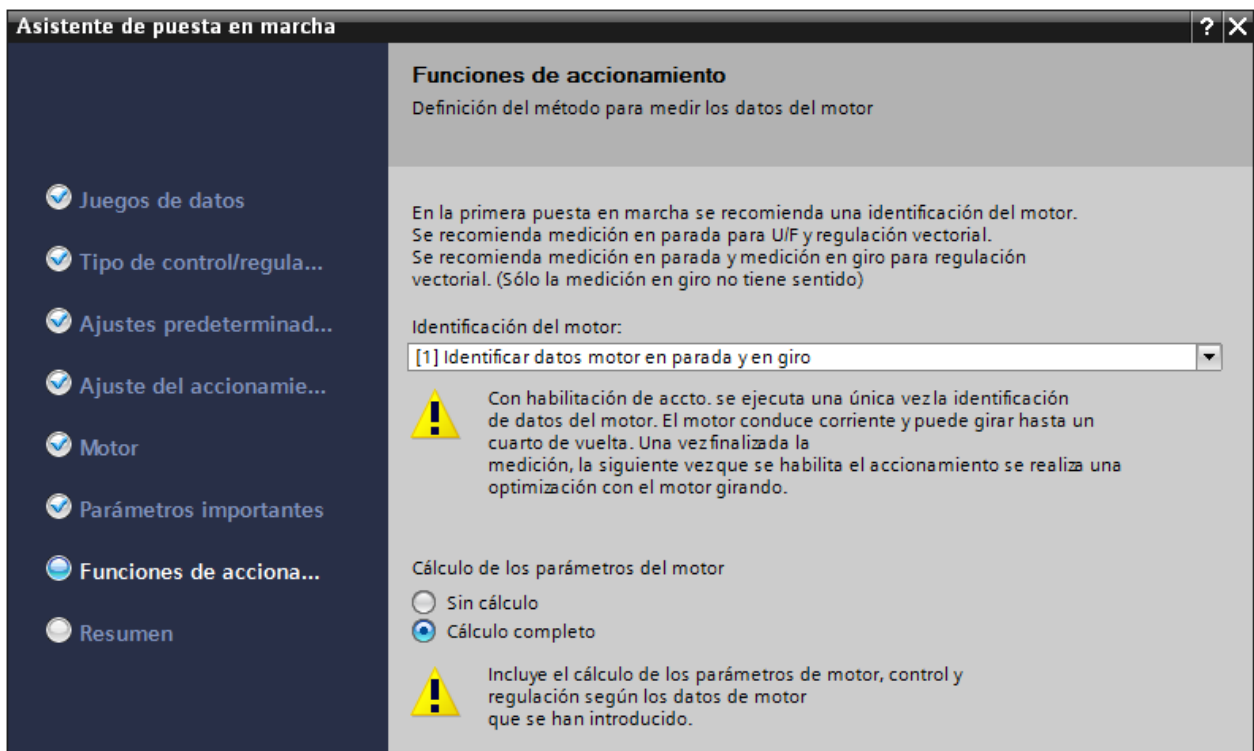
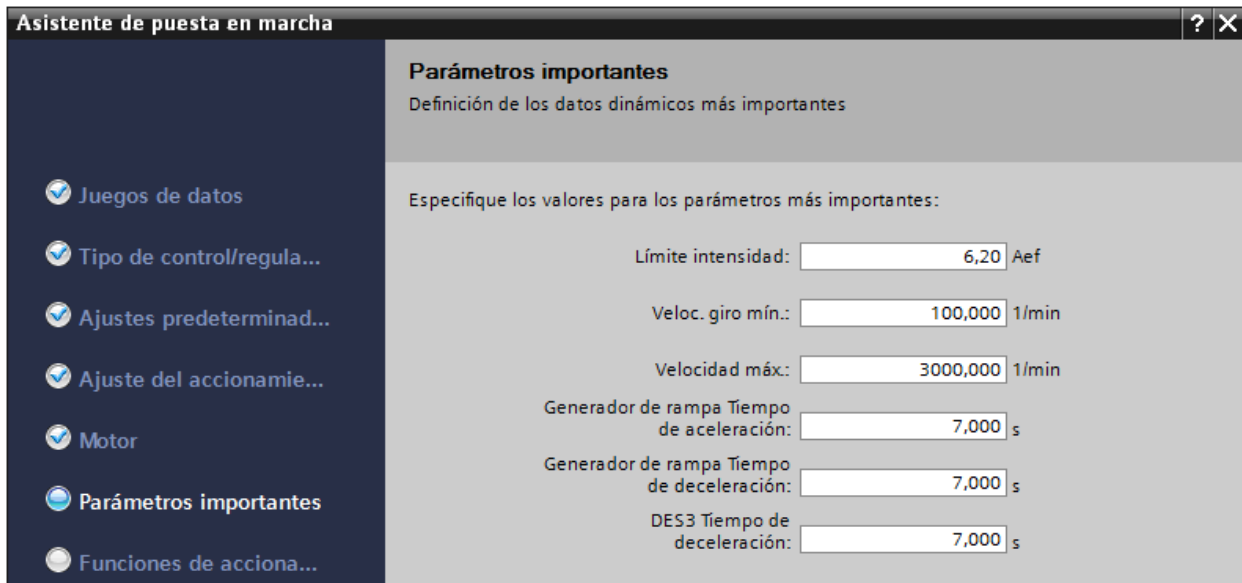
Seleccionar el tipo de motor  
[1] Motor asíncrono (giratorio)

Datos del motor

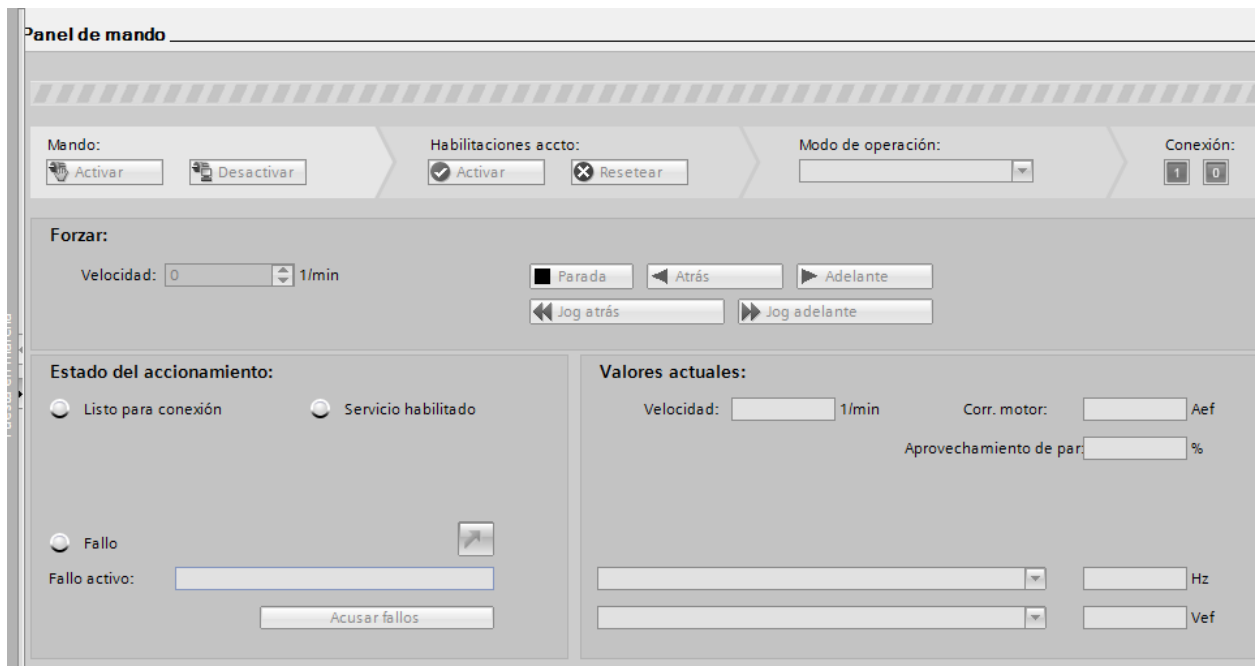
Parámetro	Texto del parámetro	Valor	Unidad
p304[0]	Tensión asignada del motor	380	Vef
p305[0]	Intensidad asignada del motor	6,30	Aef
p307[0]	Potencia asignada del motor	3,00	kW
p308[0]	Factor de potencia asignado del motor	0,700	
p310[0]	Frecuencia asignada del motor	50,00	Hz
p311[0]	Velocidad de giro asignada del motor	2730,0	1/min
p335[0]	Típo de refrigeración del motor	[0] Refrige...	

Típo conex motor  
Estrella

Desarrollo



En el caso de tener que comprobar el correcto funcionamiento del variador y la comunicación entraríamos en el panel de mando para realizar las pruebas pertinentes.



Una vez realizada la configuración del motor comprobaremos que la conexiones se han realizado de manera correcta comprobando las direcciones de comunicación de PLC y variador. Como podemos apreciar en las imágenes vemos que son apropiadas ya que ambas coinciden, I256-I259 y Q256-Q256.

Telegrama	Longitud	Ampliación	Partner	Rango datos partner
Standard Telegramm 1	2 words	0 words →	CD Calibradora	I 256...259
Standard Telegramm 1	2 words	0 words ←	CD Calibradora	Q 256...259

Constantes de sistema		Textos								
Tipo	Dir. desd	Dir. hasta	Módulo	IPP	DP	PN	Rack	Slot		
I	1016	1019	HSC_5	Ninguno	-	-	0	1 20		
I	1020	1023	HSC_6	Ninguno	-	-	0	1 21		
I	8	9	DI 16x24VDC/DQ 16xRelay_1	Ninguno	-	-	0	2		
I	256	259	Consigna_valor_real_1	Ninguno	-	100(2)	0	0 X1		
Q	0	0	DI8/DO6_1	Ninguno	-	-	0	1 1		
Q	1000	1001	Pulse_1	Ninguno	-	-	0	1 32		
Q	1002	1003	Pulse_2	Ninguno	-	-	0	1 33		
Q	1004	1005	Pulse_3	Ninguno	-	-	0	1 34		
Q	1006	1007	Pulse_4	Ninguno	-	-	0	1 35		
Q	8	9	DI 16x24VDC/DQ 16xRelay_1	Ninguno	-	-	0	2		
Q	256	259	Consigna_valor_real_1	Ninguno	-	100(2)	0	0 X1		

Terminado de configurar el hardware, pasamos a la sección de programación, esta se va a realizar en el OB1. Emplearemos marcas de sistema y además utilizaremos la función MOVE, para realizar la comunicación entre ambos sistemas.

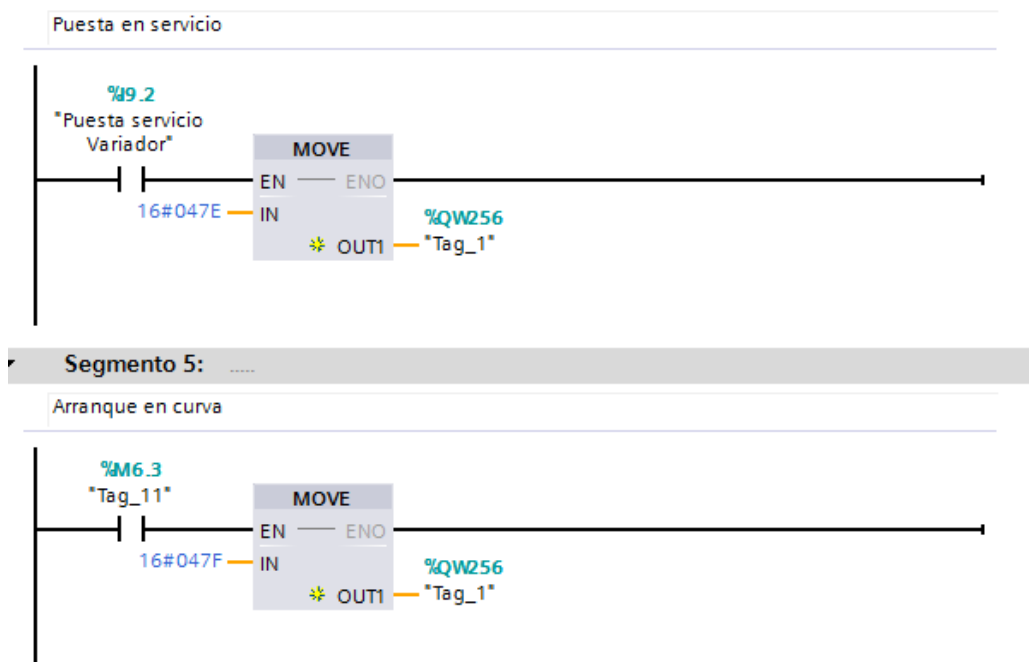
## Desarrollo

Mediante el manual del dispositivo veremos la orden que debemos de enviar, para que realice la tarea que deseamos, al ser 16 bits o una palabra y no enviar bit a bit se convierte a hexadecimal para introducirlo en la orden MOVE. Vemos que para la parada de servicio 047E, para un arranque por rampa directa 047F, para una inversión en rampa 0C7F y finalmente para una parada en rampa 043F.

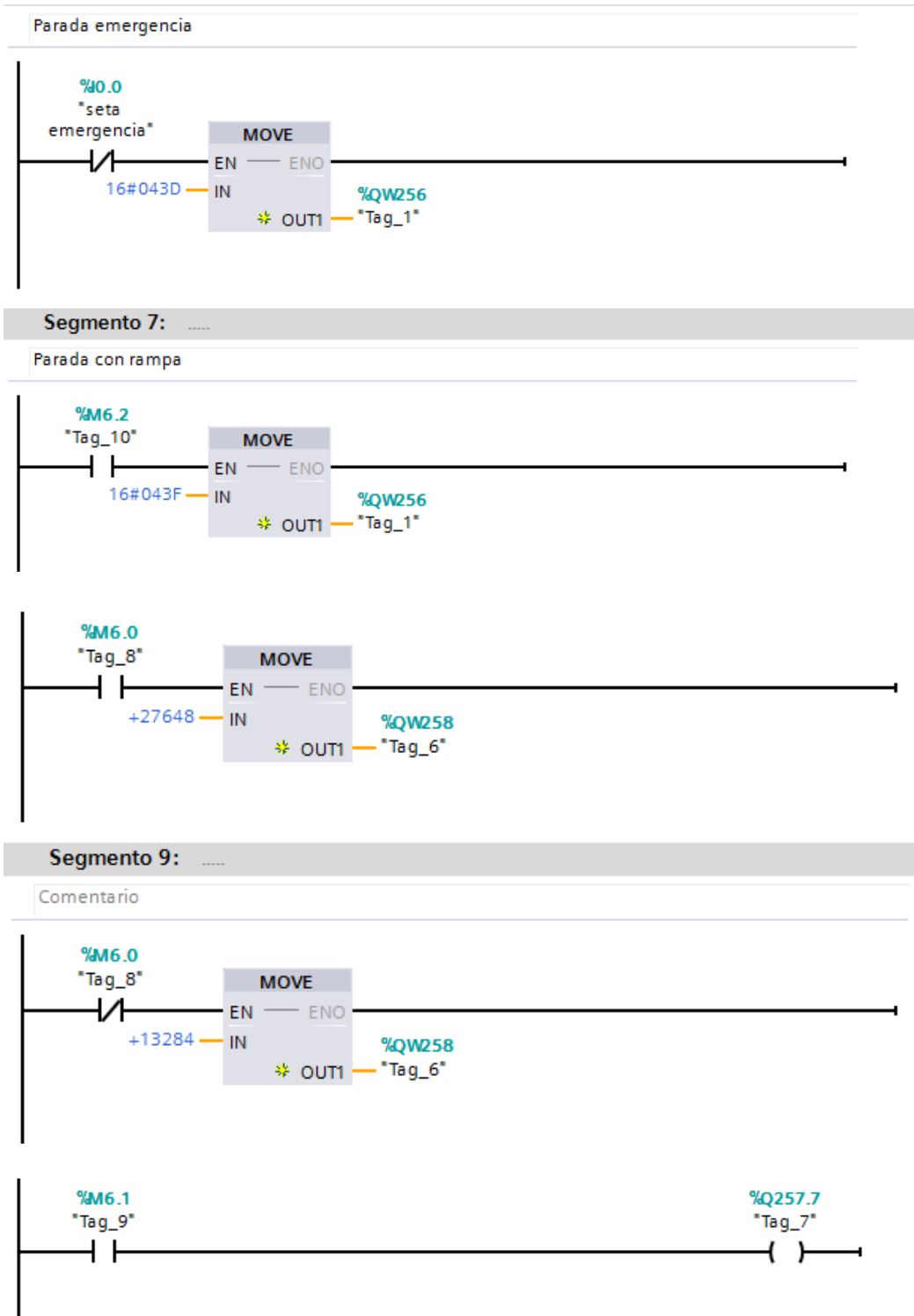
Para la velocidad debemos de comunicarnos con la segunda palabra de mando, estos valores van desde -27648 a +27648, esto quiere decir que a una velocidad negativa será un giro inverso al giro deseado, y para un valor positivo girara en el giro deseado.

Tener cuidado con dar la orden de manera que sea redundante con lo que vamos a configurar eso de manera que no de problema.

Finalmente frente a fallos daremos otro dato para acusar el fallo mediante un bit mediante pantalla, para poder continuar con el trabajo y no tener que reconfigurar la línea, y poder corregir cualquier problema que se de en el variador.







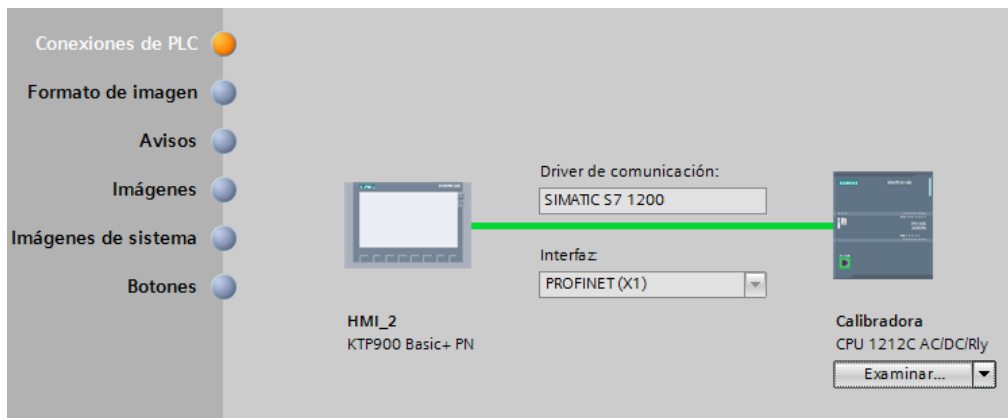
#### 5.1.2.3.4. Programación HMI

La programación HMI se va a dividir en dos partes, aquellas que van a ser para la supervisión y control de la calibradora y luego aquellas que se dividen para la configuración y avisos del proceso de la pantalla, finalmente nos quedaría la imagen

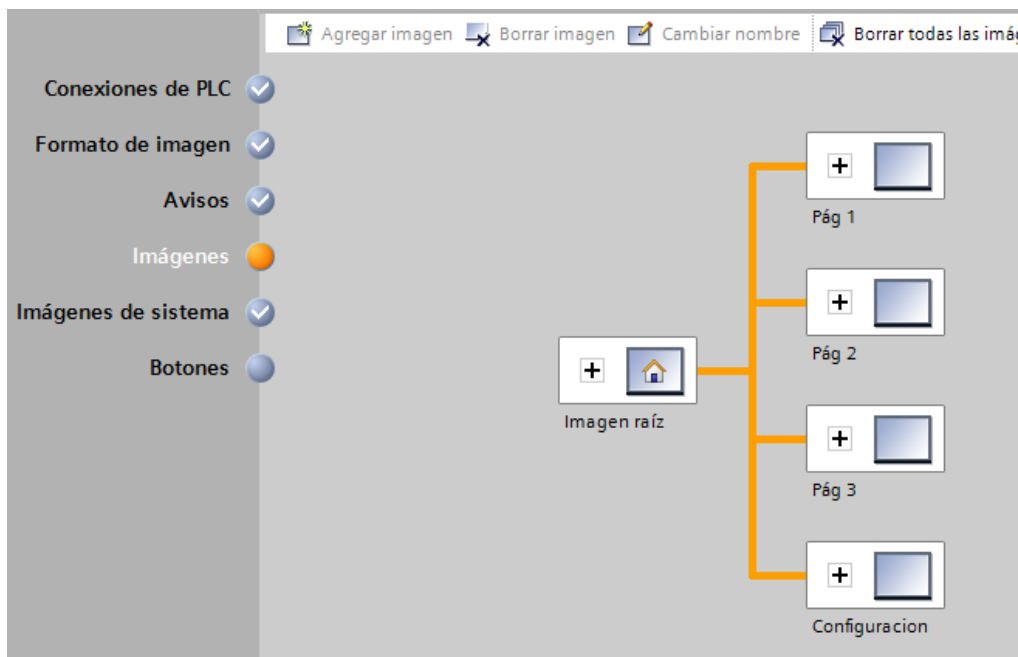
## Desarrollo

principal de la pantalla la cual vamos a emplear para movernos entre las diferentes imágenes que tenemos.

Al introducir la pantalla nos guiará por un asistente de instalación para realizar la configuración de la misma. Tendremos que indicar que va a ser la calibradora la encargada del mando de la pantalla y tener prioridad en la comunicación.

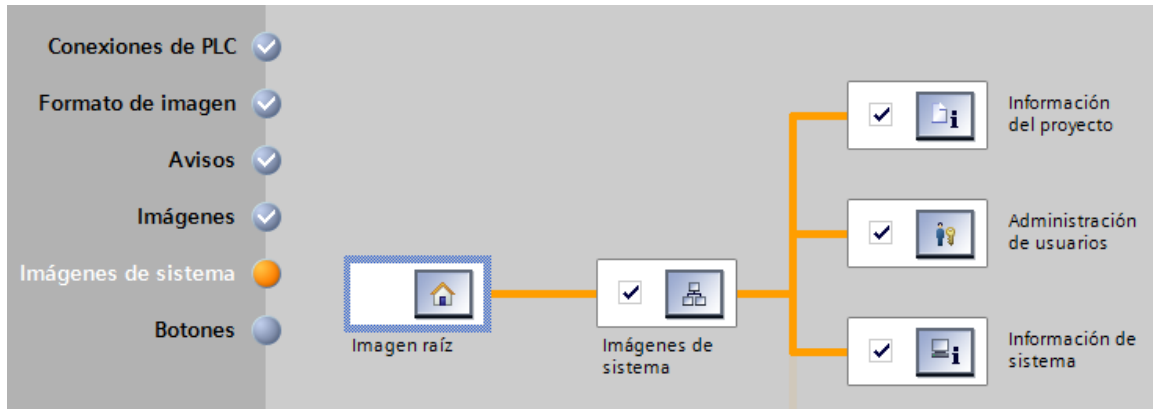


En este apartado podremos crear las nuevas imágenes sobre las que vamos a trabajar, es un modo más rápido de trabajo, ya que en la imagen raíz nos dará un enlace directo sobre estas propias imágenes para así ahorrarnos trabajo a futuro, si ya sabemos que imágenes vamos a emplear, debido a que en un futuro no vamos a necesitar crear estos enlaces.



También aparte de la creación de imágenes para usos generales como los indicados abajo, en los cuales ya van creados a partir de memoria con todo el

contenido propio de esas imágenes es decir en información de sistema ya nos da la tabla con la información sobre los errores del sistema.



Crearemos una plantilla de una imagen que nos va a servir para todas las demás imágenes que creamos nuevas así como para las anteriores, al modificar a posteriori esta plantilla también se modificara en la imagen que hemos empleado como plantilla.

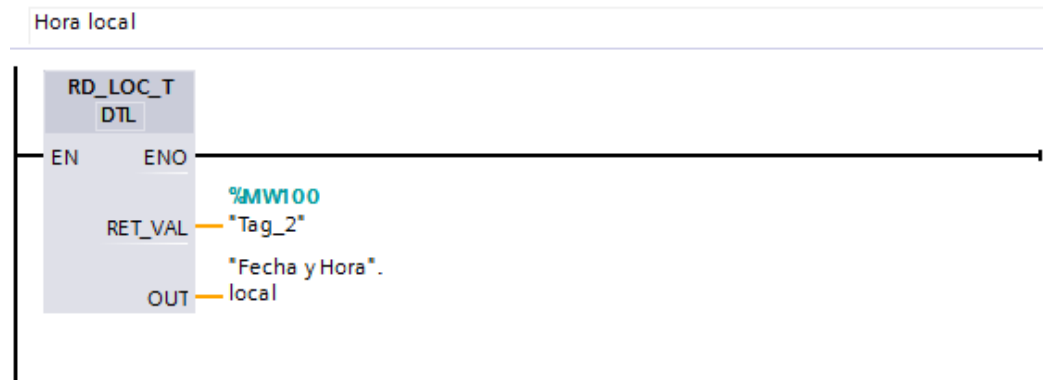
### Creación Horarios PLC

Para el uso de Horarios en la pantalla, deberemos de crear previamente 1 DB de datos en el PLC de la calibradora ya que va a ser la principal comunicación con el HMI, y a partir de ahí se crearan 3 variables con los datos de la hora de la zona horaria otros con los de la hora actual y otro en el cual será la conjunción de ambas para crear la hora local.

Fecha y Hora							
Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ..	Valor de a..	Cc
Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
actual	DTL	DTL#1970-01-014	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
local	DTL	DTL#1970-01-014	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
nueva	DTL	DTL#1970-01-014	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

En el OB1 se van a agregar tres instrucciones avanzadas, para realizar el control de las tres variables de tiempo. Únicamente tendremos que asociar la fecha y hora nueva a nuestro reloj el cual cae en la dirección MW104.

Desarrollo



Segmento 12: .....

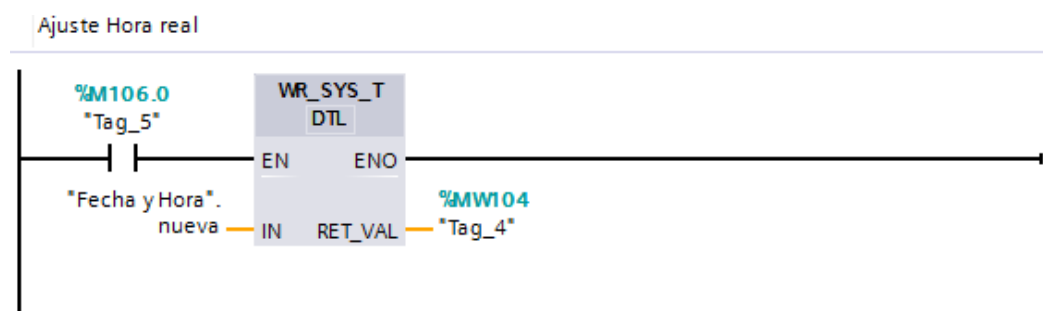
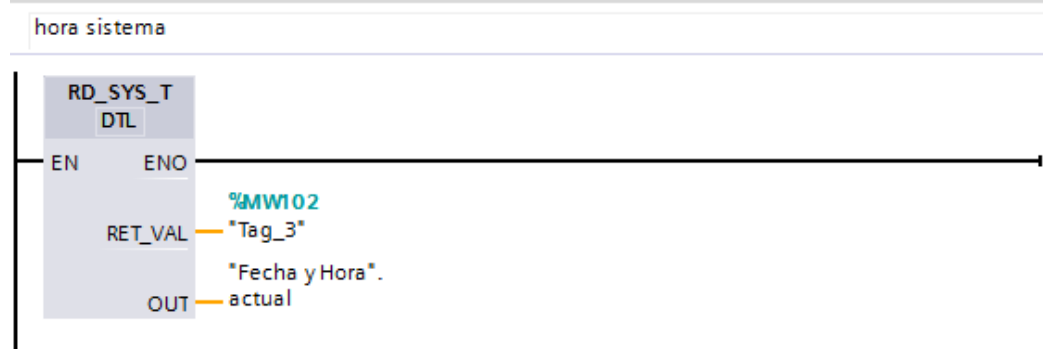
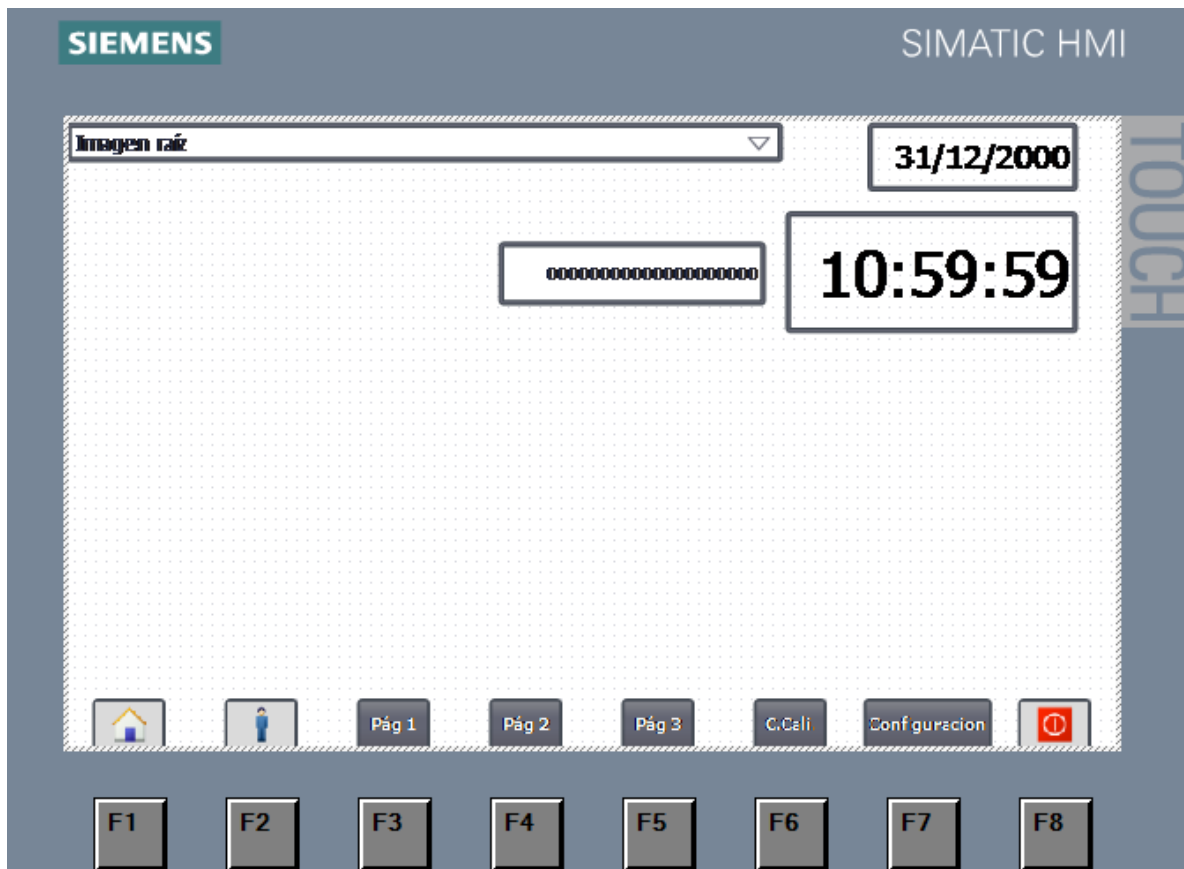


Imagen Plantilla

Durante todo el proceso de creación de imágenes, se va a emplear una imagen como plantilla para todas ellas, una de las ventajas de las plantilla en TIA portal es que al variar la misma a posteriori se actualiza, en la imagen sobre la cual se ha usado esta plantilla, es decir que están vinculadas.

En la imagen de plantilla se van a crear botones mediante los cuales vamos a poder navegar entre las diferentes imágenes, además del campo de texto del nombre de usuario, la fecha y hora y el nombre de la imagen en la cual nos encontramos. Así mismo por defecto en la pantalla viene configurado un botón mediante el cual se podrá apagar la pantalla, tanto en simulación como en la pantalla física.



### Creación usuarios HMI

En el menú desplegable del HMI, nos vamos a administración de usuarios en el cual vamos a crear los diferentes Usuarios para nuestro sistema.

En esta podremos configurar las contraseñas de los usuarios que creemos y a su vez dar la asociación de cada usuario a un grupo en concreto.

Usuarios						
	Nombre	Contraseña	Cierre de sesión autom..	Tiempo de cierre de sesió	Número	Comentario
	Encargado	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	1	El usuario 'Administrador' se ..
	Operario	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	2	
	Administracion	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	3	
	<Agregar>					

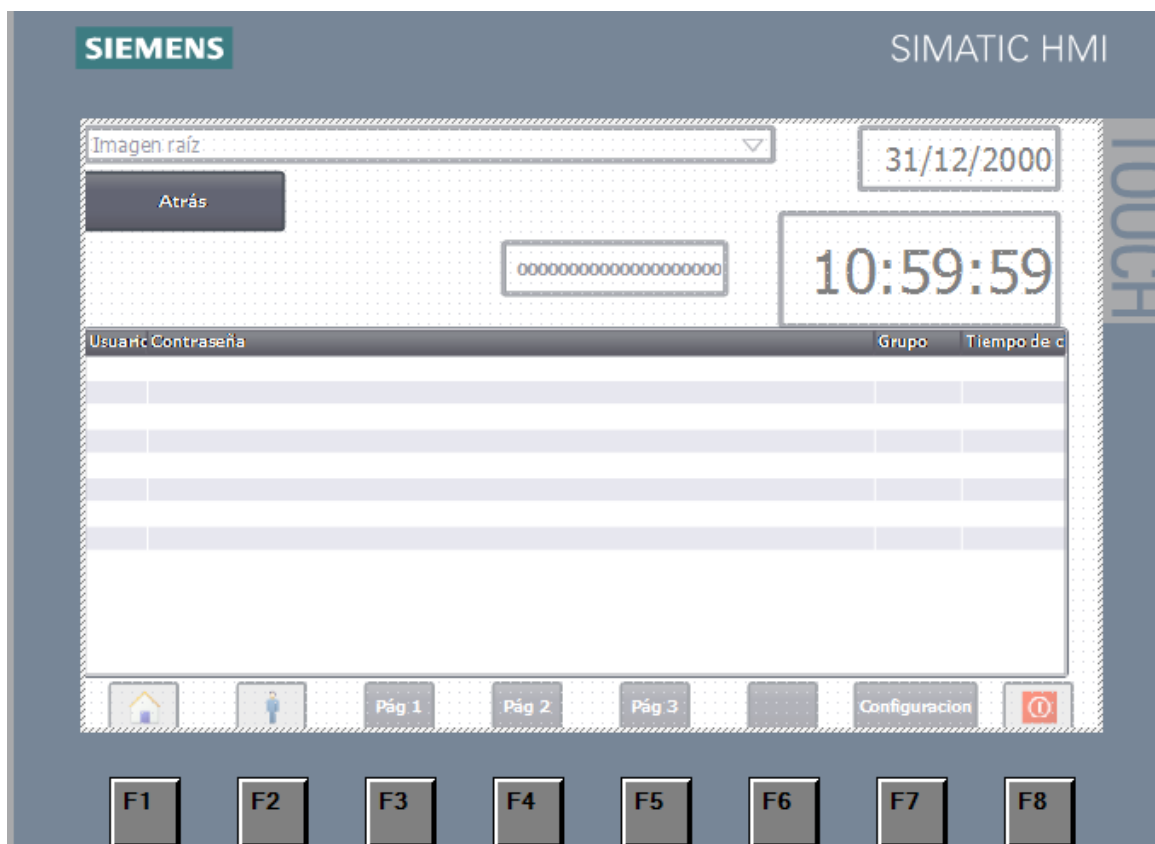
Grupos						
	Miembro de	Nombre	Número	Nombre de visualización	Caducidad de l...	Comentario
	<input checked="" type="radio"/>	Grupo de administradores	1	Grupo de administradores	<input type="checkbox"/>	El grupo 'Administradores' ti...
	<input type="radio"/>	Operarios	2	Usuarios	<input type="checkbox"/>	El grupo 'Usuarios' tiene inici...
	<input type="radio"/>	Administracion	3	Administrativo	<input type="checkbox"/>	
	<Agregar>					

Para realizar la configuración de lo que puede hacer y no puede hacer cada usuario, deberemos de seleccionar la pestaña: Propiedades => seguridad => permiso y ahí seleccionar que usuario tendrá acceso a esa acción.

## Desarrollo

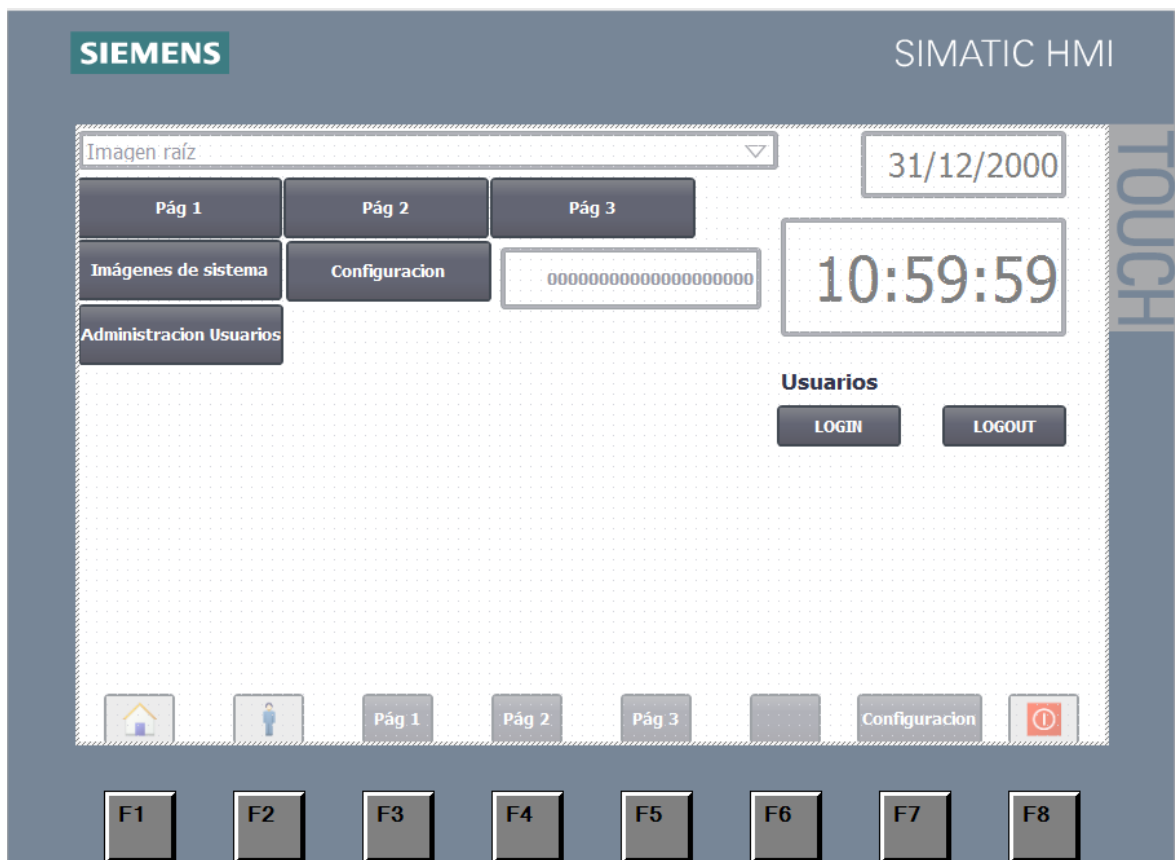
En nuestro proyecto hemos creado que el propio administrador cree nuevos usuarios de 0, con su propia contraseña. Queda reflejada en la pestaña de Administración usuarios la tabla para crear los nuevos usuarios.

Para que un usuario haga login, deberá de hacerlo en el botón de login en la imagen principal, va a aparecer que usuario está registrado en todas las imágenes ya que en la plantilla se ha creado un recuadro que indicara que usuario está conectado en todo momento. Para salir de la sesión de usuario simplemente bastara con pulsar el botón logout.



### Imágenes Programa

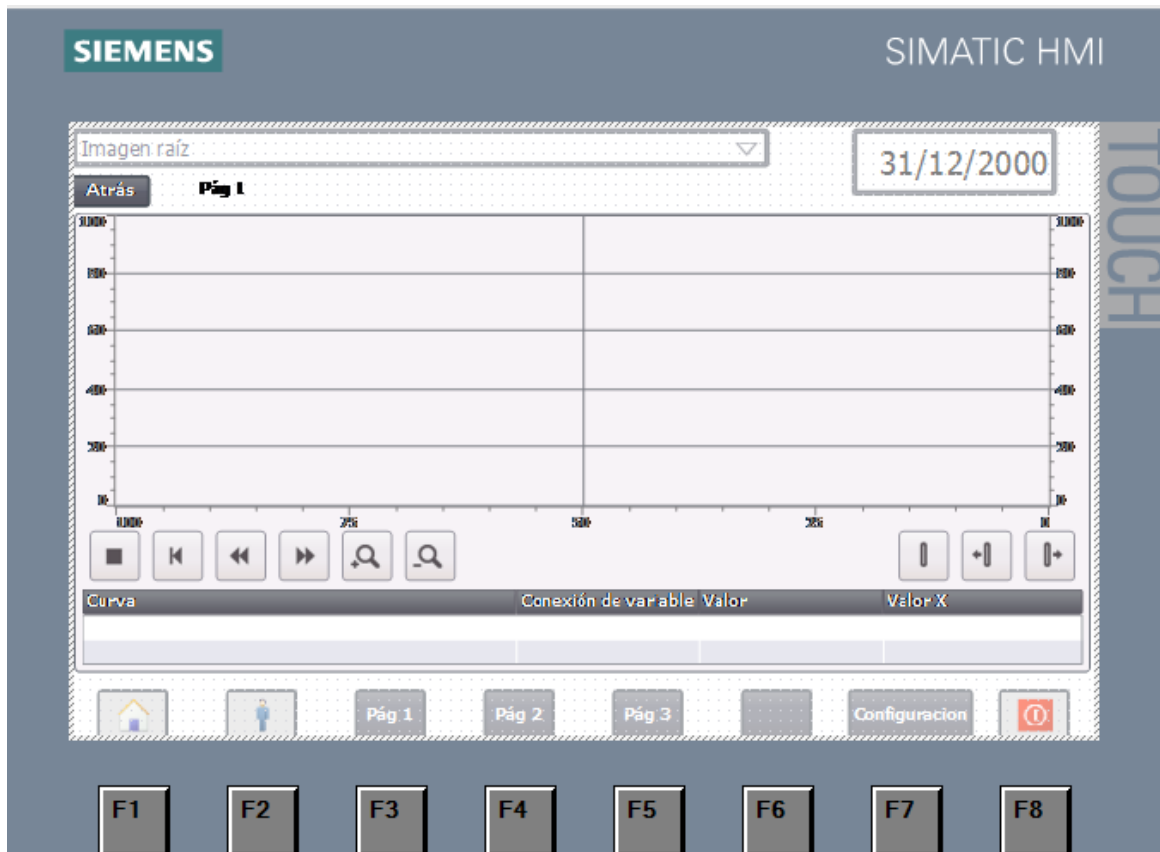
La imagen raíz es la cual se va a mostrar al iniciarse el programa y nos va a servir como imagen principal la cual va a ser la raíz de todas las demás imágenes ya que será en ella donde se encuentran todos los accesos directos al resto de imágenes.



Vamos a emplear tres imágenes como soporte para control y observación de nuestro programa y otra imagen va a ser empleada para la configuración de la hora.

En la 1ª imagen se va a crear una tabla en la cual se van a ver las dos células, es decir las dos entradas de fruta en la máquina, se van a tomar datos cada 20s, para así poder ver la evolución a lo largo de una jornada de trabajo de una media estimada del trabajo que se está llevando a cabo.

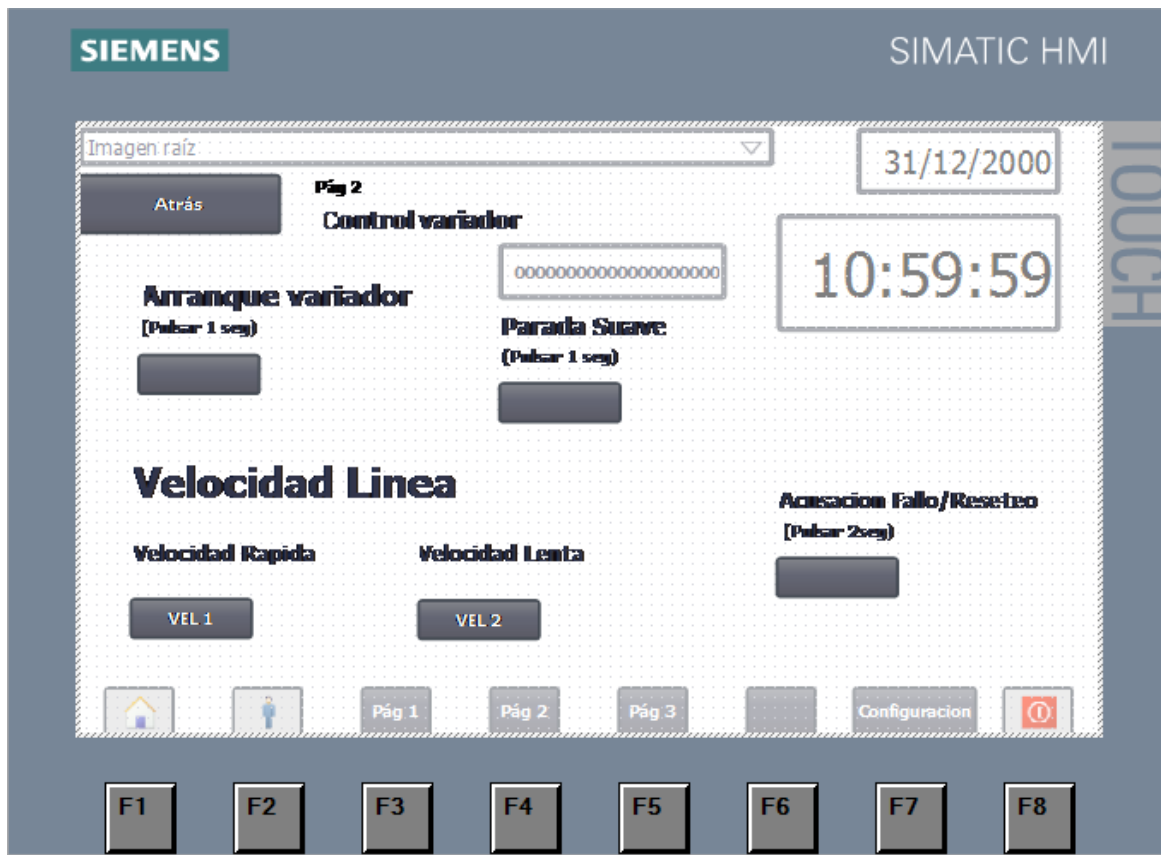
Esta primera imagen será únicamente como control y visualización de datos por lo que todos los usuarios podrán acceder a ella, y no se requiere estar registrado para entrar a la misma.



En la segunda imagen se va a llevar a cabo el control del variador, a través de ella podremos ponerlo en marcha, regular la velocidad, realizar una parada controlada y realizar una acusación de fallo, es decir en caso de avería poder resolverla desde el panel.

Esta imagen requiere de más seguridad por lo que únicamente tendrán acceso a ella los usuarios con la capacidad de Operación, así que bloquearemos todos los controles incluidos los accesos a la propia imagen.



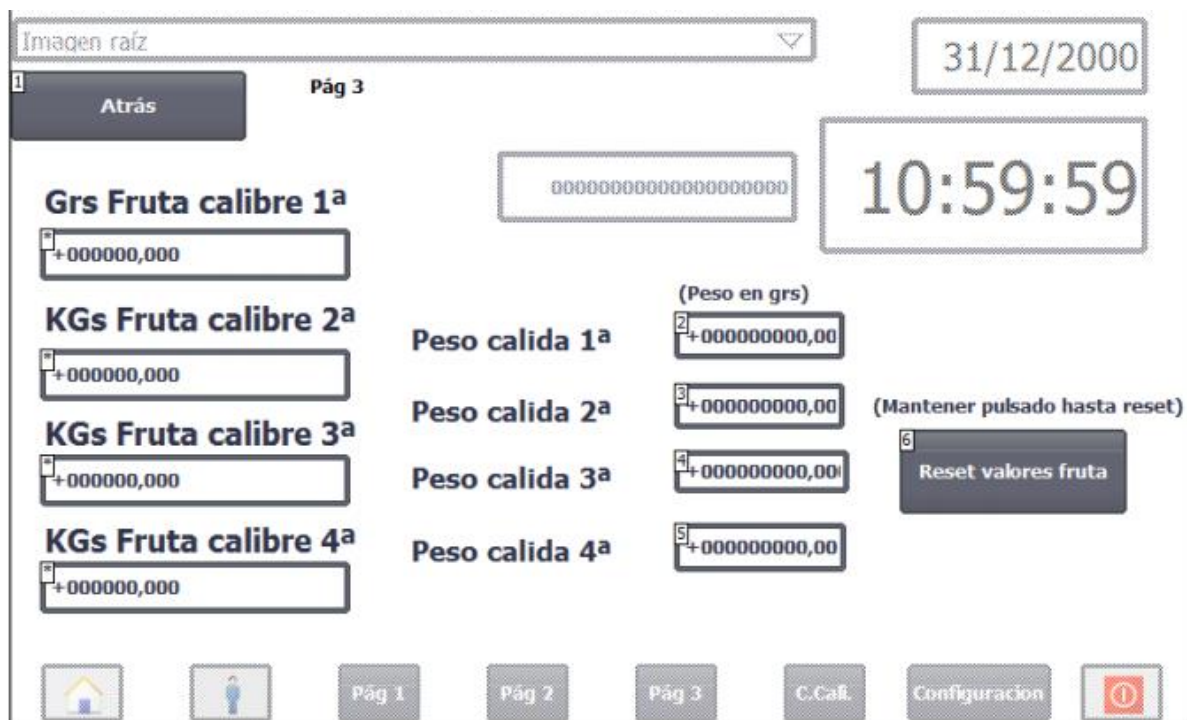


Finalmente la imagen 3, por la cual realizaremos acciones de supervisión y control sobre el programa, de manera que por un lado obtendremos la cantidad de fruta obtenida por cada calibre y por otro lado podremos configurar el peso de cada calibre en el caso de las distintas posibilidades, diferentes clientes, frutas...

Si solamente queremos calibrar a 3 o menos calibres de los 4 pre-programados, deberemos indicar un peso igual o superior al del calibre anterior para que de este modo no se realice la comparación.

Se ha añadido a posteriori un botón para realizar el reset de todos los valores de pesaje acumulados hasta el momento. Este botón servirá para la valoración de la totalidad de una partida de fruta, es decir cuando hay que tasar un nuevo cargamento procedente de un agricultor, se podrá realizar en su totalidad mediante la monitorización en pantalla y así poder ofrecer un pago por la fruta más justo para ambas partes.

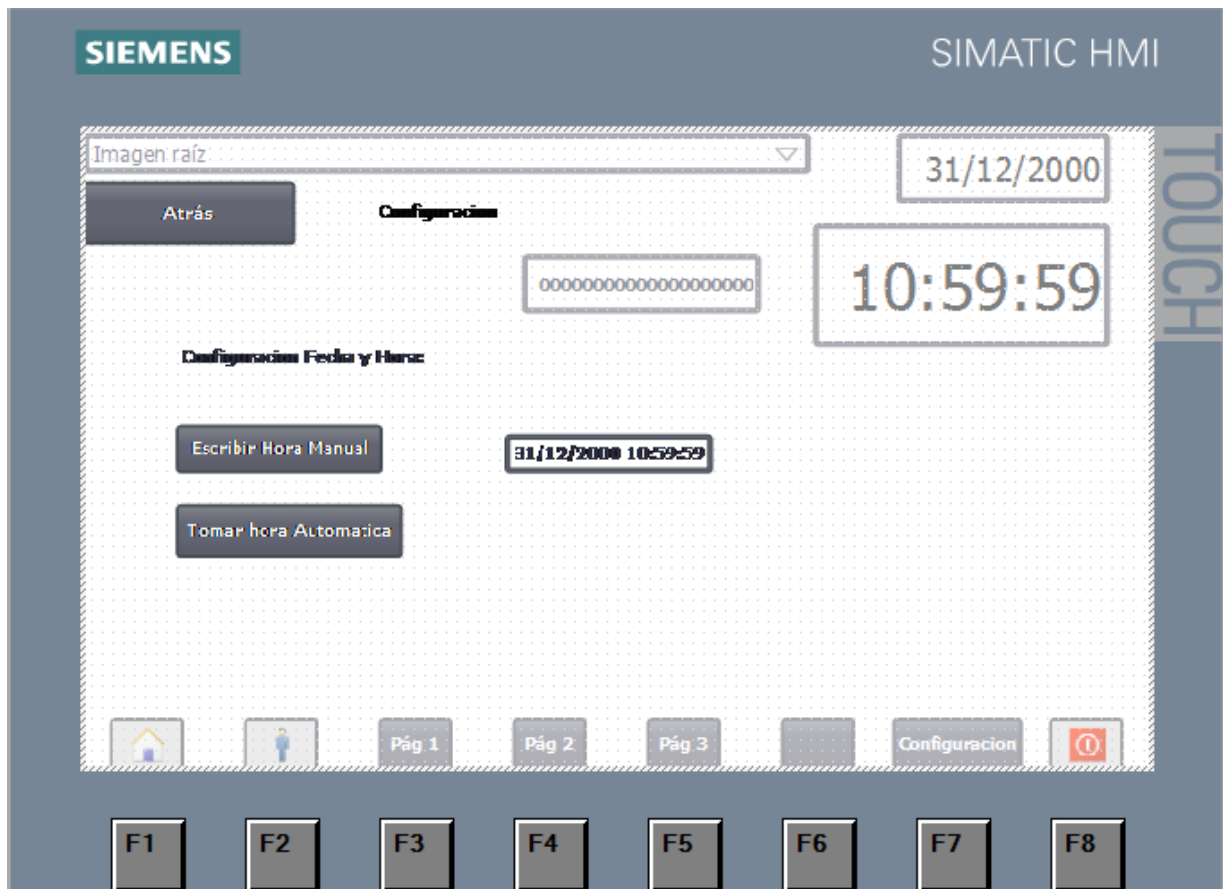
Desarrollo



Configuración

En la pantalla de configuración únicamente la emplearemos para realizar la configuración de la hora y dejaremos espacio por si en un futuro el cliente quiere introducir más elementos para la configuración.

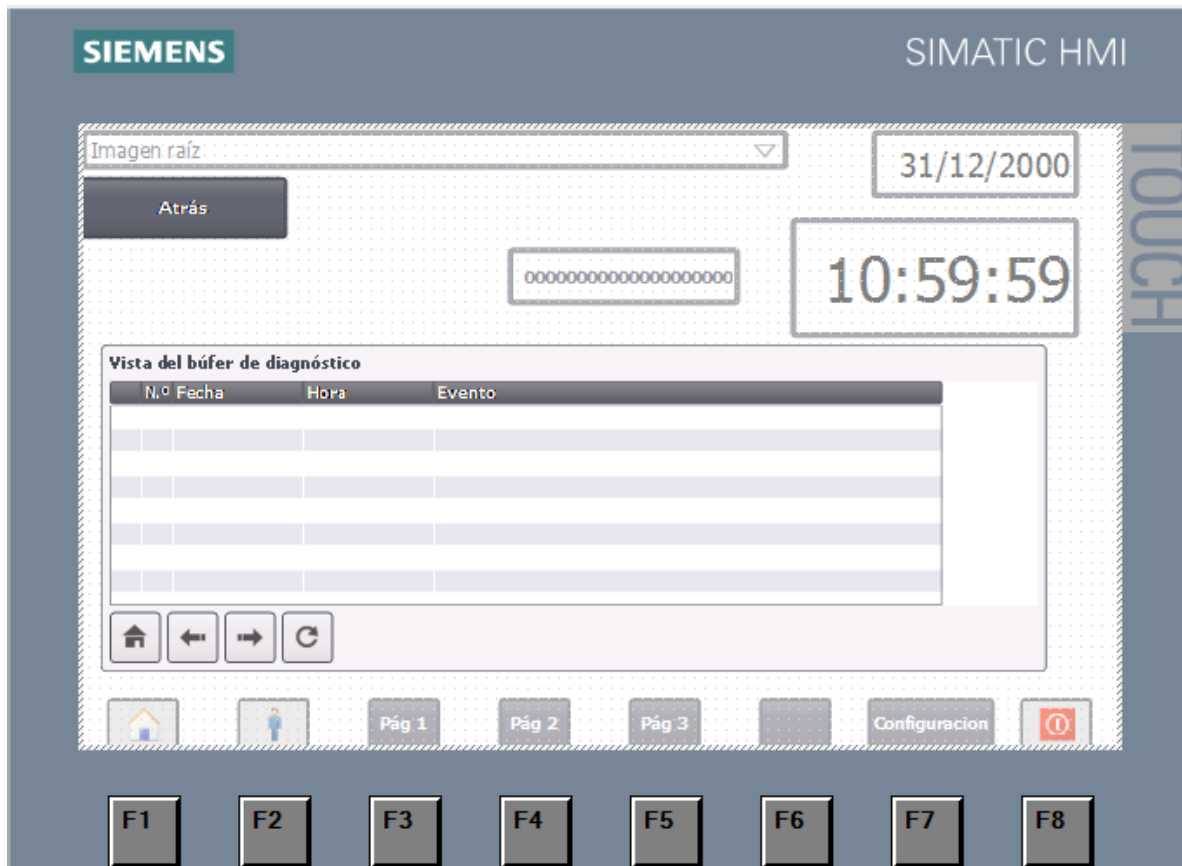
Podemos escribir la hora manualmente pulsando en variar la hora manual y escribiéndola en el campo de entrada, o si no cogerla del autómata para así no tener que introducirla de manera manual, se ha pensado en un posible desajuste del PLC.



### Información del sistema

En esta última imagen podemos observar todos los avisos que se van dando en el HMI, no hace falta configurar nada al introducir la tabla simplemente se dan todos los avisos y fallos.

Esta tabla servirá a aquellos empleados de mantenimiento para revisiones ante los posibles fallos que se den en las comunicaciones, por ejemplo. La pantalla tiene acceso libre ya que desde ella únicamente se pueden leer datos y no configurar los mismos.



### SCADA volcadora palots

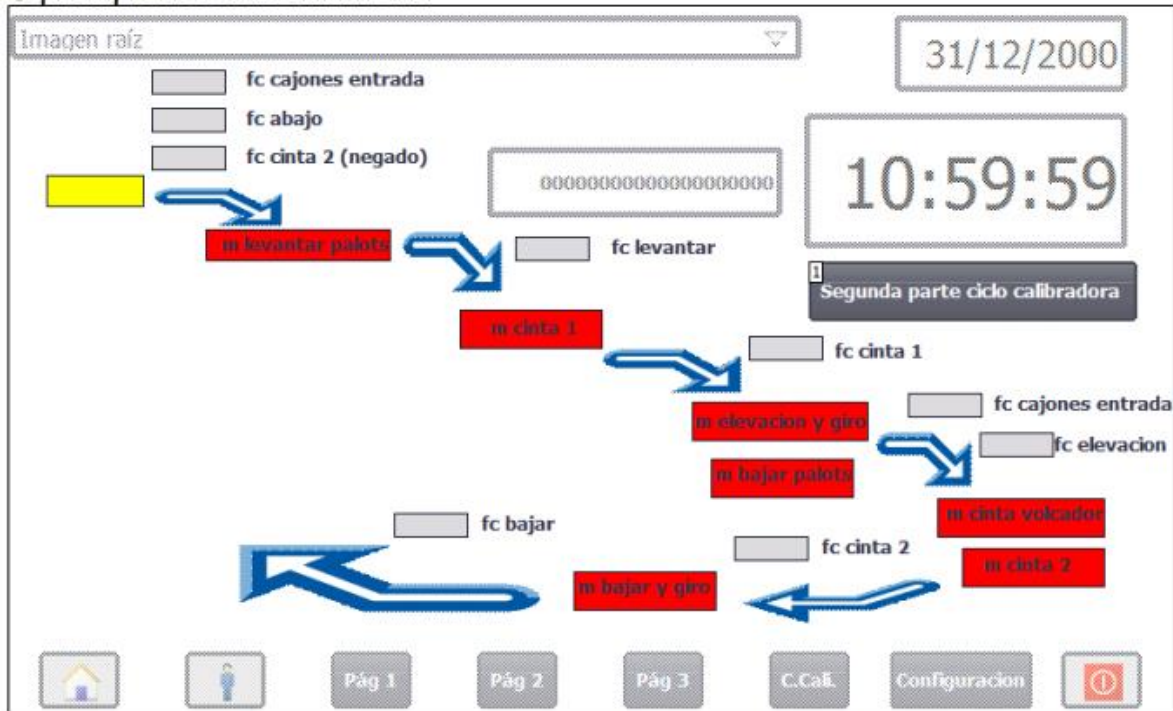
Como SCADA de la maquina volcadora de palots, se tienen dos imágenes por las cuales vamos a ver las diferentes entradas y salidas relacionadas con la volcadora de palots. Se va a diferenciar en dos partes, cada una con relación a las dos imágenes.

La navegación entre estas dos imágenes viene dada por un botón colocado en la plantilla sobre la cual vamos a crear todas las imágenes. A través de este botón accederemos a la imagen de la primera parte del ciclo de la volcadora, y para acceder a la siguiente imagen siempre se deberá de pulsar el botón situado en la misma, **segunda parte calibradora**, para volver al punto anterior pulsaremos así mismo el botón situado en la pantalla para retroceder a la 1ª imagen del ciclo de volcado. Es cierto que este botón es redundante con el de la plantilla, pero así se evitara confusiones por parte del operador de pantalla.

En la primera imagen observamos que se sigue el graficet que se ha programado anteriormente, para la primera parte del mismo programa de la volcadora. Se han usado todos los elementos de esta primera parte tanto entradas como salidas. Y únicamente se va a emplear como sistema de seguimiento para trabajos de

mantenimiento o para el encargado de turno. En él se van a seguir los pasos del graficet y las diferentes E/S que se van activando.

Copia impresa de ciclo calibradora 1

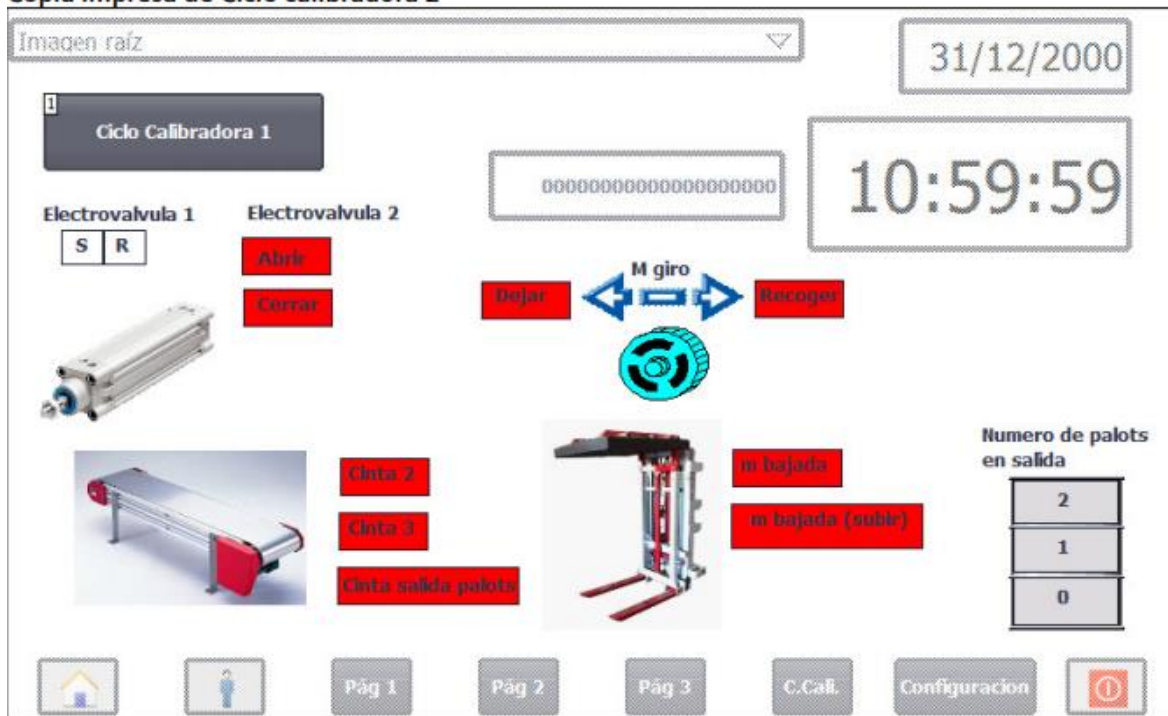


En la segunda imagen tenemos un SCADA más visual, por el cual se va a informar al operante de la pantalla de los diferentes datos de más importancia, en esta imagen resalta la comparación entre salidas y entradas, ya que se ha querido dar más información sobre que salidas están activadas en ese momento. Únicamente nos encontramos con las entradas del número de palots que se encuentran en disposición de salida.

Al igual que en la imagen anterior, al realizarse el cambio de bit, de la misma forma se realizara un cambio de color en el recuadro correspondiente al cambio de bit.

Desarrollo

Copia impresa de Ciclo calibradora 2



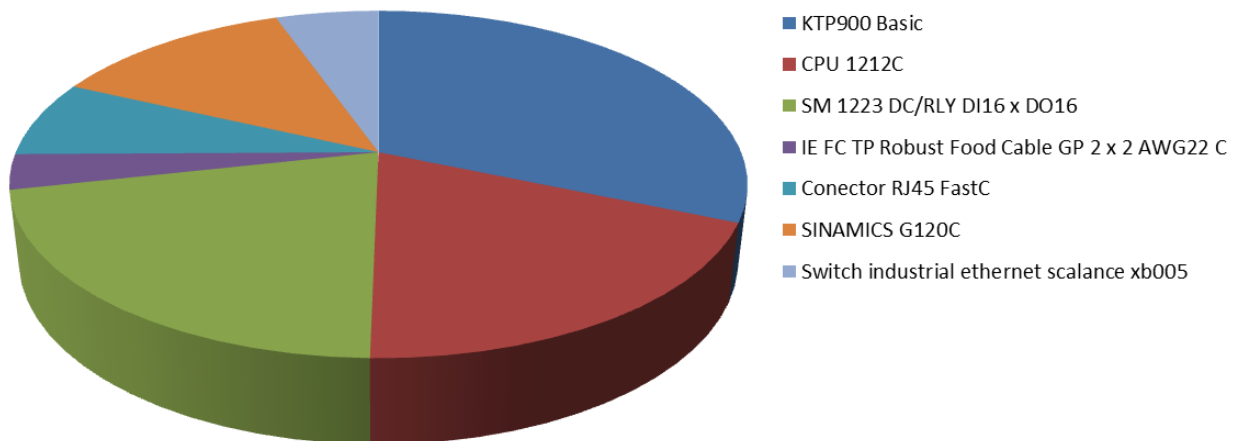
En los anexos se van a incluir las diferentes imágenes, junto con una descripción indicando el uso de cada uno de los botones, y las diversas acciones que va a realizar cada campo de texto, botón o recuadro.

### 5.1.3. Presupuesto Final

El presupuesto viene determinado por el precio del hardware, es decir que se obvian precios como son el de la mano de obra, instalación y adecuación, etc.

Debido a que esto viene determinado por un presupuesto acordado inicialmente por parte de nuestra empresa, y habría que añadir costes de personal eléctrico/mecánico.

Producto	Uds	Precio Unidad (€)	Precio (€)
KTP900 Basic	1	920 €	920 €
CPU 1212C	2	277,09 €	554,18 €
SM 1223 DC/RLY DI16 x DO16	2	311,19 €	622,38 €
IE FC TP Robust Food Cable GP 2 x 2 AWG22 C	120m	0.8€/m	96 €
Conector RJ45 FastC	8	26,05 €	208,40 €
SINAMICS G120C	1	371,39 €	371,39 €
Switch industrial ethernet scalance xb005	1	158,23 €	158,23 €
		<b>Total</b>	<b>2.930,58 €</b>



Observamos en el gráfico, que el elemento más caro es con diferencia nuestra pantalla, es debido al tamaño de la misma aun así se trata de un panel de control básico, y tendría un precio más bajo en comparación con otros paneles más avanzados. Otras cifras curiosas son las similitudes entre el precio de los dos autómatas y de los módulos de control, es cierto que poseen dos bytes de entradas y salidas y por lo tanto es un módulo bastante grande, pero aun así hay que destacar el precio de estos.



## 6. CONCLUSIONES

En resumen, de este proyecto se obtiene un gran número de mejoras respecto a la línea inicial, como por ejemplo el uso de un solo panel de control para realizar el mando de ambas máquinas, poder tener información sobre una partida completa de fruta según los Kgs de cada calibre y no recurrir a realizar un estudio por muestreo de un determinado número de producto. Esto creará una situación más justa con los distintos proveedores de fruta, ya que se les pagará en función de lo que se entregue no mediante una estimación de un porcentaje de la partida.

Otra de las mejoras importantes de la línea supone la mejora de utilizar DBs a la hora de programar en vez de FCs, ya que se puede realizar un salvado de información en los PLCs, lo que para la empresa antiguamente esto suponía un problema ya que al apagar la máquina se perdían todos los datos almacenados, ahora nos encontramos cubiertos ante repentinos apagones y reinicio posterior de la máquina.

La posibilidad de monitorizar y controlar toda la instalación desde el puesto de control central utilizando para ello el dispositivo HMI instalado. La misma pantalla HMI ha sido programada atendiendo a las necesidades del cliente, de forma que resulte comprensible e intuitiva en el control y monitorización de la línea.

Se ha programado satisfactoriamente la comunicación del conjunto de maquinaria que compone la instalación, incluida maquinaria independiente.

Se ha conseguido realizar el control de la línea, por un coste de unos 3000€, lo cual es un coste bastante aceptable, faltaría añadir el resto de costes como los apartados eléctricos o mecánicos, debido a la cantidad de mejoras que se han creado y la comparación con un equipo nuevo.

Para lograr el cumplimiento de estos objetivos expuestos se ha requerido la realización de las siguientes tareas:

- Estudiar en profundidad la programación y dispositivos Siemens y Omron.
- Aprender el lenguaje de programación KOP.
- Estudiar la línea, sus elementos y las funcionalidades requeridas.
- Diseñar una estructura de programación conforme a las peticiones del cliente.
- Programar y configurar el hardware involucrado en la línea.
- Estudiar y configurar las comunicaciones Profinet.



- Diseñar y programar un interfaz de pantalla HMI para el control y la monitorización de la planta.

Como posibles mejoras a futuro, la creación de una web server o el salvado de los datos en un ordenador, así ahorrar tiempo debido a que ya no es necesario ir desde la oficina al HMI. Tanto para el salvado de datos en ordenador como para el web server sería necesaria la última conexión del switch para su conexión por red local, de este modo pudiendo habilitarse el Web Server del PLC y programar en HTML el entorno que se ha realizado en la HMI en una página web alojada dentro del propio PLC. Esto hace que el control y visualización de los procesos pueda realizarse desde cualquier dispositivo con acceso a la red local y un navegador. Habría que considerarse la capacidad 'responsive' de la web habilitada para adaptarse a los distintos dispositivos. Con ello se podría prescindir de la HMI, aunque de nuevo, vuelve a ser recomendable que exista un panel de operario independientemente de esta funcionalidad.

Otra mejora importante a futuro con la cual se ahorraría tiempo y mejoraría la calidad, consiste en la implantación de un sistema de visión artificial a la hora de realizar el precalibrado y ver que frutas son aptas para su comercialización, de este modo nos ahorraríamos puestos de trabajo y el factor humano sería eliminado con lo que, se ahorraría en costes de personal y se ganaría en calidad final del producto ya que los sistemas de visión artificial no cometen errores.

En cuanto a la programación, no se trata de un programa complejo, aunque tiene algunos detalles interesante. Uno de las consideraciones que se podrían haber tenido, pero que no se ha especificado desde los requisitos del proyecto es adaptarlo a la mecánica y dinámica de los procesos continuos recogida dentro de la ISA88, teniendo procesos independientes con estados cambiantes según las condiciones de la instalación. Esta parte sí se tendría en cuenta en una segunda parte del proyecto cuando se recoja toda la parte de optimización de los procesos y de automatización justificada en la recogida y análisis de los datos tras el uso de la misma línea.

Con todo ello se concluye que la automatización de la línea supone una mejora importante en la producción de la empresa que la solicita, pues se consigue un trabajo continuo, con un mayor flujo de producto obtenido.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

[1]. Garcia, F. y Diezma, B. (2006) Maquinaria de Procesado en las centrales Hortofrutícolas. *Vida Rural*.68-72

Recuperado 6 de mayo de 2018, a partir de:

[http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Vrural%2FVrural\\_2006\\_237\\_68\\_72.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural%2FVrural_2006_237_68_72.pdf)

[2]. Controladores SIMATIC - El Futuro de la Industria - Siemens. (2010).

Recuperado 6 de mayo de 2018, a partir de

<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Pages/simatic.aspx>

[3]. SIMATIC S7-300 - El Futuro de la Industria - Siemens. (2014).

Recuperado 21 de mayo de 2018, a partir de

[https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores\\_modulares/controlador\\_avanzado/Pages/S7300.aspx](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_avanzado/Pages/S7300.aspx)

[4].

[https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce\\_educacion/Documentacion-Didactica/Documents/SIMATIC%20S7300.pdf](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/Documentacion-Didactica/Documents/SIMATIC%20S7300.pdf)

[5]. Productos para Totally Integrated Automation y Micro Automation - Catálogo ST 70 2009. (2009), 756.

Recuperado 21 de mayo de 2018, a partir de:

<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/SIMATIC-CAT.PDF>

[6]. Controladores SIMATIC - La solución innovadora para todas las tareas de automatización. (2013), 10.

Recuperado 27 de mayo de 2018, a partir de:

[https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure\\_simatic-controller\\_overview\\_es.pdf](https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-controller_overview_es.pdf)

[7]. SIMATIC S7400 - El Futuro de la Industria - Siemens. (2015). [WCMS3PortletPage].

Recuperado 6 de septiembre de 2018, de  
[http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores\\_modulares/controlador\\_avanzado/pages/s7400.aspx](http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_avanzado/pages/s7400.aspx)

[8]. Controladores SIMATIC, La solución innovadora para todas las tareas de automatización. (s. f.).

Recuperado 27 de mayo de 2018, a partir de:

[https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure\\_simatic-controller\\_overview\\_es.pdf](https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-controller_overview_es.pdf)

[9]. Sistema de automatización. (2014), 378.

Recuperado 14 de agosto de 2018, de

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/792/59191792/att\\_895926/v1/s71500\\_et200mp\\_system\\_manual\\_es-ES\\_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/792/59191792/att_895926/v1/s71500_et200mp_system_manual_es-ES_es-ES.pdf)

[10]. cplus-portfolio - PLCs - Siemens. (s. f.). [WCMS3TabCard].

Recuperado 6 de septiembre de 2018, de

<https://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/advanced-controller/s7-1500/cpu/pages/cplus-portfolio.aspx>

[11]. Tema 3. Redes de comunicación industriales. (s. f.).

Recuperado 6 de septiembre de 2018, de

[https://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo3\\_rev0.pdf](https://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo3_rev0.pdf)

[12]. PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES. (s. f.).

Recuperado 6 de septiembre de 2018, de

<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>

[13]. Automation Solutions | Emerson US. (s. f.).

Recuperado 6 de septiembre de 2018, de

<https://www.emerson.com/en-us/automation-solutions>

[14]. Redes Industriales. (s. f.).

Recuperado 6 de septiembre de 2018, de

[http://vip.ucaldas.edu.co/vector/downloads/Vector7\\_3.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/vector/downloads/Vector7_3.pdf)

[15]. Introducción a las Redes de Comunicación Industrial

---

Bibliografía

Recuperado 6 de septiembre de 2018, de

[http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC\\_net\\_introduccion-a-las-redes-de-comunicacion-industrial.pdf](http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC_net_introduccion-a-las-redes-de-comunicacion-industrial.pdf)

[16]. Tema 8 Profibus (PA/DP/FMS). (s. f.).

Recuperado 19 de agosto de 2018, de

<http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/profibusteoria.pdf>

[17]. SIMATIC ET 200 - Para soluciones de automatización descentralizadas. (2012), 60.

Recuperado 19 de agosto de 2018, de

[https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Periferia\\_descentralizada\\_ET200/Documents/ET%20200.pdf](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Periferia_descentralizada_ET200/Documents/ET%20200.pdf)

[18]. Periferia descentralizada SIMATIC ET200. (s. f.).

Recuperado 2 de septiembre de 2018, de

[https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores\\_modulares/controlador\\_avanzado/SIMATICS71500\\_antigua/Documents/WORKS\\_HOPS%20TP%20V13%20SP1%20-%20Periferia%20R.pdf](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_avanzado/SIMATICS71500_antigua/Documents/WORKS_HOPS%20TP%20V13%20SP1%20-%20Periferia%20R.pdf)

[19]. Tateisi, K. (s. f.). «Para la máquina, el trabajo de la máquina; para el hombre, el desafío de la creación». , 894.

Recuperado 2 de septiembre de 2018, de

[https://assets.omron.eu/downloads/catalogue/es/v4/y205\\_industrial\\_automation\\_guide\\_es.pdf](https://assets.omron.eu/downloads/catalogue/es/v4/y205_industrial_automation_guide_es.pdf)

[20]. PROFINET. (2009).

Recuperado 6 de septiembre de 2018, de

<http://profibus.es/profinet>

[21]. Características y seguridad en PROFINET. (2017, febrero 16).

Recuperado 6 de septiembre de 2018, de

<https://www.certs.es/blog/caracteristicas-y-seguridad-profinet>

[22]. García, D. (s. f.). Informe Ethernet Industrial: Profinet.

Recuperado 6 de septiembre de 2018, de



<http://www.infoplz.net/documentacion/7-comunicaciones-industriales/74-informe-ethernet-industrial>





## Relación de documentos

<input checked="" type="checkbox"/> Memoria .....	117	páginas
<input type="checkbox"/> Anexos .....	NN	páginas

La Almunia, a 27 de 11 de 2018

Firmado: Íñigo Chueca Aldunate







**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

Nº TFG:  
**424. 18. 61**

Director:  
Pedro Huerta  
Abad

Fdo:  
Íñigo Chueca  
Aldunate

Título TFG:  
**Automatización línea de clasificado aplicada al  
sector hortofrutícola**

Autor:  
Íñigo Chueca Aldunate

Fecha de entrega



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

Nº TFG:  
**424. 18. 61**

Director:  
Pedro Huerta  
Abad

Fdo:  
Íñigo Chueca  
Aldunate

Título TFG:  
**Automatización línea de clasificado aplicada al  
sector hortofrutícola**

Autor:  
Íñigo Chueca Aldunate

Fecha de entrega



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

Automatización línea de clasificado  
aplicada al sector hortofrutícola

Classifying Line Automation applied to the  
fruit and vegetable sector

424. 18. 61

Autor: Íñigo Chueca Aldunate, Iñigo  
Director: Huerta Abad, Pedro  
Fecha: Fecha de entrega

