



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

ÍNDICE

DOCUMENTO 1: MEMORIA

DOCUMENTO 2: PRESUPUESTO

DOCUMENTO 3: GUIA DE USUARIO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER ACADÉMICO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DESARROLLO DE LA
AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA
DE LLENADO Y TRANSPORTE DE
PRODUCTOS CÁRNICOS MEDIANTE
AUTÓMATAS Y HMI SIEMENS A
TRAVÉS DE RED PROFINET**

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

AUTOR: CARLOS IGNACIO PÉREZ GARCÍA

TUTOR: JAVIER SANCHIS SAEZ

COTUTOR: RAÚL SIMARRO FERNÁNDEZ

Curso Académico:2015-16

ÍNDICE

1.	Objetivo	5
2.	Introducción	5
2.1	Antecedentes.....	5
2.2	Motivación.....	5
2.3	Alcance del trabajo	6
2.4	Tareas a realizar	6
2.5	Legislación	7
3.	ESTUDIO DEL PROYECTO	8
3.1	Funcionamiento de la línea	8
3.2	Elementos utilizados y Conceptos asociados	10
3.2.1	Estructura y Hardware	10
3.3	Sistemas de seguridad	16
3.3.1	Relés De Seguridad	20
3.3.2	ProfiSafe.....	21
3.3.3	Conclusiones	23
3.4	Software y programación	24
3.4.1	Tipos de Lenguaje	24
3.4.2	Programación en Siemens	26
3.4.3	Software de programación	29
4.	DESARROLLO DEL PROYECTO	31
4.1	Funcionamiento de la línea de carga y transporte de productos cárnico fileteado.....	31
4.2	Trabajo Previo a la Programación.....	32
4.3	Elaboración del Hardware	33
4.4	Programación de variadores.....	36
4.5	Programación de la Línea	40
4.5.1	Estructura de programación	45
4.6	Programación De Zonas.....	46
4.6.1	Zona 1: Dispensador	46
4.6.2	Zona 2: Distribución y llenado de bandejas	49
4.6.3	Zona 3: Zona seca	52
4.6.4	Programación HMI.....	53
4.7	Pruebas y puesta en marcha	58
5.	CONCLUSIONES	59
6.	BIBLIOGRAFÍA	60

1. Objetivo

El objetivo de este proyecto es la automatización completa de una línea de carga y transporte de productos cárnicos programando un PLC Siemens, diseñando para su supervisión y control una pantalla táctil HMI (Human-Machine Interface) de Siemens, utilizando para la comunicación de todos los dispositivos en planta una red de protocolo Profinet y asegurando la integridad de los trabajadores mediante un sistema de seguridad adecuado que cumpla la normativa vigente.

2. Introducción

Durante este apartado se va a exponer como surge la idea para la realización de este proyecto y los pasos previos a su realización, especificando el alcance del mismo, o las elecciones y alternativas en su resolución.

2.1 Antecedentes

En el segundo cuatrimestre del Master Académico en Ingeniería Industrial, durante las prácticas realizadas en la empresa Diseño y Construcción de Maquinaria Automatizada S.L. (en adelante DCM), empresa que realiza proyectos integrales de transporte de productos cárnicos para empresas de alimentación, se propusieron varios proyectos en los que participar, encontrándose entre ellos el que se expone en este trabajo.

2.2 Motivación

Tras varios meses realizando prácticas en la empresa DCM, se han puesto en práctica una gran parte de los conocimientos adquiridos durante el Grado y el Máster de Ingeniería Industrial, en particular los que conciernen a la especialización de automatización y control de sistemas.

Dichas prácticas han supuesto, además, una ampliación de los estudios cursados en el campo de la automática industrial, aprendiendo a utilizar algunos elementos que únicamente se habían introducido durante el último curso, tales como PLC's de Siemens o comunicaciones mediante Profinet.

Así pues, la motivación de este trabajo es la programación de un sistema real y complejo ajustándose a las necesidades del cliente y resolviendo los problemas y limitaciones propios del sistema, aplicando para ello los conocimientos aprendidos tanto en la Universidad como en el mundo laboral.

Al trabajar con elementos de automatización de la marca Siemens, tanto la programación como la comunicación entre elementos es distinta a lo tratado durante la vida académica, como también lo ha sido la utilización de una pantalla táctil para el control de la instalación.

Por otro lado, al tratarse de un proyecto incluido en el marco de la industria alimentaria en la que se trabaja con operarios en constante contacto con la línea de producción, la normativa y la seguridad integran una parte importante del mismo.

2.3 Alcance del trabajo

El trabajo debe reunir una serie de especificaciones que vienen determinadas por:

- Las necesidades del cliente.
- Las especificaciones de la línea de producción.
- Las limitaciones constructivas de los elementos montados.
- El control y monitorización de la planta.
- La normativa de seguridad vigente.

Estableciéndose como requisitos mínimos a alcanzar:

- El correcto llenado de la carne, sin pérdidas.
- La distribución adaptable de las bandejas entre los cabezales de llenado.
- La adaptabilidad del dispensador de barquetas para utilizar dos tipos distintos.
- El sistema de seguridad que cumpla con la normativa vigente y proteja a los empleados de la línea, y a los elementos de la propia línea de posibles fallos o de un mal funcionamiento.
- El sistema de control para un correcto manejo de la instalación, que sea intuitivo y bien estructurado desde una pantalla HMI.
- La supervisión sencilla y bien indicada desde una pantalla HMI, en la que se indique el estado de las distintas zonas y cree un registro de alarmas.
- La comunicación con el conjunto de maquinaria que compone la instalación, incluida maquinaria independiente.
- La posibilidad de ampliar la línea y/o su funcionalidad.
- Conseguir el menor coste posible.

2.4 Tareas a realizar

La realización de este trabajo ha necesitado de las siguientes tareas:

- Estudio de la línea, sus elementos y las funcionalidades requeridas.
- Diseño de la estructura de programación que debe seguir la instalación en base a los estándares utilizados en la empresa DCM.
- Implementación y desarrollo de la estructura de programación diseñada en el autómata Siemens.
- Programación del hardware involucrado en la línea.
- Configuración de las comunicaciones Profinet y seguridades ProfiSafe.
- Diseño y programación del interfaz para la pantalla HMI de control y monitorización de la planta.
- Comprobación de los elementos y de la funcionalidad de los mismos.

2.5 Legislación

Para la realización de este trabajo de han tenido en cuenta la legislación detallada en los siguientes documentos:

- RD y Normas UNE relativas al montaje, utilización y mantenimiento de los Automatas:
 - EN ISO 13849-1:2006 – Seguridad de las máquinas. Partes del sistema de mando relativas a seguridad. Se complementa con la norma EN 62061:2005.
 - EN ISO 13849-2:2008 – Seguridad de las máquinas.
 - EN ISO 13857:2008 – Seguridad de las máquinas. Distancia de seguridad para impedir que se almacenen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.
 - 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.

- Norma IEC-61131-3. Estandarización de los lenguajes de programación sobre los diferentes tipos de autómatas programables y sus periféricos.

3. ESTUDIO DEL PROYECTO

La realización del presente trabajo final de máster se lleva a cabo en el seno de una empresa (DCM) que se dedica a proporcionar soluciones integrales a sus clientes, habitualmente empresas del sector cárnico, tarea que requiere ponerse en contacto con éstos, estudiar los problemas o necesidades, y llegar a una solución que cubra los objetivos fijados y satisfaga a ambas partes.

Una vez se ha acordado la solución con el cliente, es cuando se procede a la ejecución del proyecto, pasando por las diferentes fases que éste tiene.

Con esto se sitúa en contexto el trabajo realizado por el alumno, el cual se encarga de la programación de la línea con los materiales disponibles en la empresa y bajo los estándares fijados.

Así pues, a lo largo de este apartado se explican los diferentes elementos involucrados en el proyecto, tanto físicos como de programación, y los conceptos necesarios para el entendimiento del propio proyecto.

3.1 Funcionamiento de la línea

El proceso que aquí se estudia trata de automatizar una labor repetitiva y tediosa que hasta ahora se realizaba de forma manual y peligrosa, además de requerir una gran cantidad de recursos humanos. Para aumentar la productividad, el cliente decidió comprar cinco máquinas de fileteado de la marca TVI, y encargar a la empresa DCM la automatización de la carga de la carne y su transporte por los distintos procesos de inspección y envasado.

En primer lugar, se expone el funcionamiento que debe tener la línea de fileteado y envasado, el cual se ha acordado con el cliente y que se puede desglosar en tres procesos.

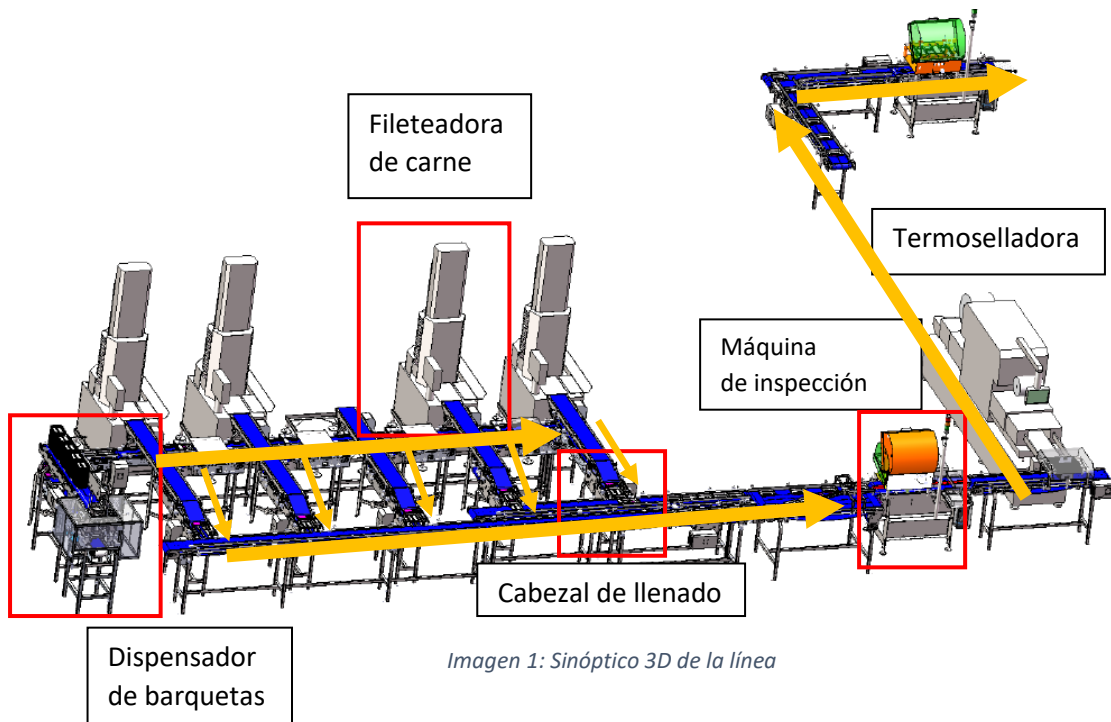
El primero consiste en la distribución de bandejas de material plástico, comúnmente llamado “barquetas”, que se deben suministrar a cinco calles de carga distintas, en las cuales se encuentran las fileteadoras, en función del estado de cada una de ellas a través de válvulas neumáticas, cintas de transporte y tajaderas.

El segundo proceso engloba la carga de la carne fileteada en las bandejas de plástico. En cada cabezal de llenado, hay cinco en total, se coloca una máquina que filetea la carne, cayendo a continuación sobre una cinta. Esta cinta transporta la carne hasta el cabezal de llenado, donde converge con la cinta que transporta barquetas.

Dependiendo de si hay bandeja y si se encuentra en disposición de recibir carga o no, ésta se lleva a cabo. Una vez llenada la barqueta, los cinco cabezales de llenado desembocan en dos calles colectoras.

Por último, se transporta las bandejas con el producto fileteado a través de una zona de inspección antes de ser envasada en una máquina independiente, para después ser inspeccionada de nuevo.

Todas las máquinas consideradas como independientes del transporte, como son las de corte y fileteado, las máquinas de inspección y la termoselladora, llevan una programación independiente realizada por distintas empresas ajenas a DCM, y debe considerarse el estado de las mismas a través de una señal digital denominada condensa, que indica si se encuentran en disposición de funcionar correctamente.



Toda esta actividad se debe conseguir manteniendo la seguridad e integridad en todo momento de los trabajadores de la planta, aplicando las medidas necesarias para reducir o evitar daños. Además, se debe poder controlar la línea y realizar el seguimiento de la misma a través de una pantalla de usuario situada en el cuadro de mandos del armario central.

3.2 Elementos utilizados y Conceptos asociados

En este apartado se comentan y repasan todos los conocimientos que se han adquirido durante el trabajo, tanto previo a este proyecto como en el transcurso del mismo, y que se han aplicado para su realización, a la vez que se enumeran los elementos que intervienen en la programación de un proyecto de estas características.

3.2.1 Estructura y Hardware

Todos los elementos de la instalación están conectados a través de una red de comunicaciones Profinet, uniendo variadores, dispositivos de periferia y PLC.



Imagen 2: Red Profinet. Fuente: PI España- Infraestructura de red PROFINET [21]

El protocolo de comunicación Profinet es una capa o estándar basado en Ethernet Industrial, que permite utilizar las ventajas de los protocolos TCP/IP y los estándares IT.

Entre las múltiples ventajas que ofrece este sistema de comunicación se destacan las siguientes características:

- Añade una cabecera y una terminación a cada trama de datos enviada, dotándola de mayor información.
- Conoce los tiempos de respuesta entre elementos.
- Asigna prioridades a las distintas tramas para que se respeten los tiempos máximos de respuesta.

La red Profinet permite tres modelos de comunicación para necesidades distintas:

- **Comunicación TCP-IP:** Tiempos de comunicación de 100 ms que no aseguran el determinismo de las comunicaciones. Se usa cuando los tiempos de ciclo no son críticos en su aplicación.
- **Comunicación en tiempo Real (RT):** Alcanza altas velocidades de transmisión de datos utilizando un canal optimizado para tiempo real, minimizando los tiempos de ejecución y consiguiendo que estén comprendidos entre 1 ms y 10 ms. Para ello transmite de forma cíclica, asignando prioridades de tiempo a los paquetes a enviar. Su rendimiento es similar a los buses de campo y se puede aplicar utilizando componentes de tipo estándar.
- **Comunicación en tiempo real isócrono (IRT):** Velocidades de comunicación entre componentes menores a 1 ms, con una dispersión menor a un microsegundo. Utiliza un sistema determinista para lograr dichas velocidades y necesita de conexiones especiales que garanticen el isocronismo. Su principal uso se da en el control de movimiento de precisión o alta importancia.

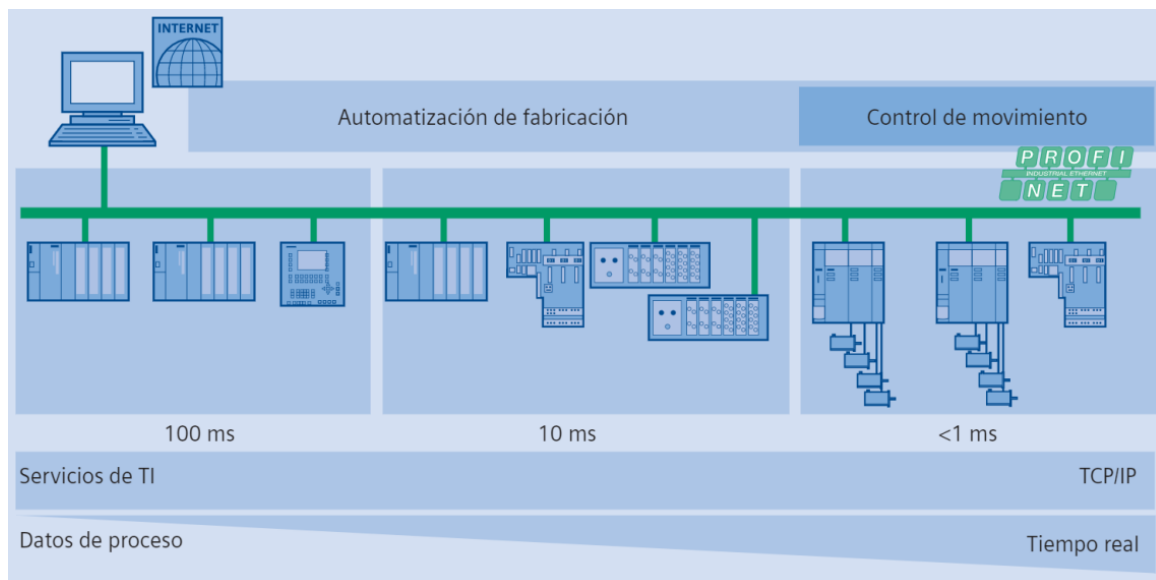


Imagen 3: Velocidades de respuesta en Profinet. Fuente: Siemens AG – Prospecto Profinet [20]

En la industria de automatización de procesos, se utiliza mayoritariamente comunicación en tiempo real (RT), pero la utilización de estos modelos no es excluyente y, dependiendo de la aplicación, se puede configurar el tipo de comunicación con cada dispositivo de forma individual.

Los protocolos TPC-IP y RT se envían a través de un canal abierto, mientras que el modelo de IRT transmite los telegramas de información mediante un canal determinista con una prioridad independiente al otro canal. Así se consigue al acceder a la red o a un dispositivo de la misma que no se afecte a la regulación isócrona.

Por otro lado, una red Profinet es capaz de integrar buses de campo como Profibus en su estructura a través de elementos Proxy, que traducen la comunicación de un protocolo a otro de forma transparente. En el proyecto actual esto no es necesario, pues toda la red trabaja y está conectada a través de Profinet I/O.

Profinet I/O es el estándar fijado por el grupo “PROFIBUS Internacional” para la red que conecta de forma directa los elementos de campo descentralizados utilizando Profinet. Este estándar supera ampliamente la cantidad de datos que pueden transmitirse a un dispositivo de campo, llegando a 1440 bytes/ciclo cada dispositivo.

El diagnóstico completo de los dispositivos de campo a través de Profinet se consigue gracias al estándar Profinet I/O, permitiendo la localización y solución de los posibles fallos en un dispositivo. Para ello, los dispositivos de campo deben de ser compatibles con la red (IO-DEVICE).

Toda esta información es accesible desde el propio dispositivo, o a través de un controlador (IO-CONTROLLER), como puede ser un PLC, o utilizando un PC (IO-SUPERVISOR).

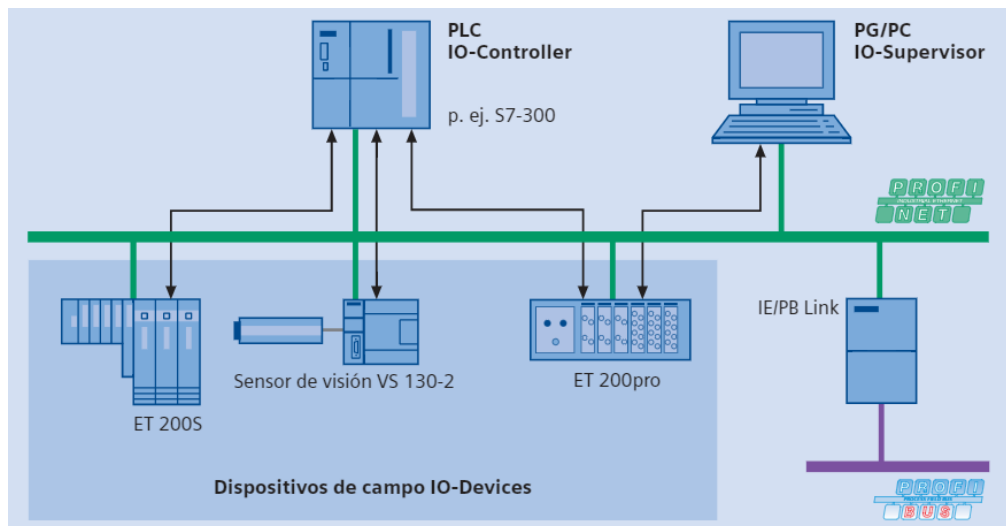


Imagen 4: Esquema organizativo en Profinet. Fuente: Siemens AG – Prospecto Profinet [20]

Su direccionamiento se realiza por nombre, de forma que la asignación de una dirección IP para cada componente se lleva a cabo desde el controlador, el cual identifica al elemento conectado a la red Profinet y le carga la configuración que debe tener según el nombre asignado. De esta forma, sustituir o identificar un elemento de la red Profinet resulta más sencillo.

Por otro lado, este tipo de protocolo de comunicación permite una arquitectura, en cuanto a distribución de la red, modular y distribuida, de forma que las señales de la periferia son llevadas a unas estaciones remotas donde son conectadas a un sistema de periferia ET 200S de Siemens, con sus respectivos módulos E/S

Así se elimina gran parte del cableado que haría falta para llevar cada una de las señales hasta los módulos E/S del propio PLC, tal y como se haría en una arquitectura de periferia centralizada, a costa de utilizar elementos específicos para ello (como el ET 200S).

Como ventaja adicional, el uso de periferia descentralizada facilita tanto la instalación como el diagnóstico de la misma, gracias a la tecnología Profinet I/O.

Así pues, en la línea se encuentran dos armarios remotos y un armario principal en el que se encuentra colocado la CPU que controla la instalación. Cada armario lleva su respectivo bloque de electroválvulas y los elementos necesarios para el control de la línea.

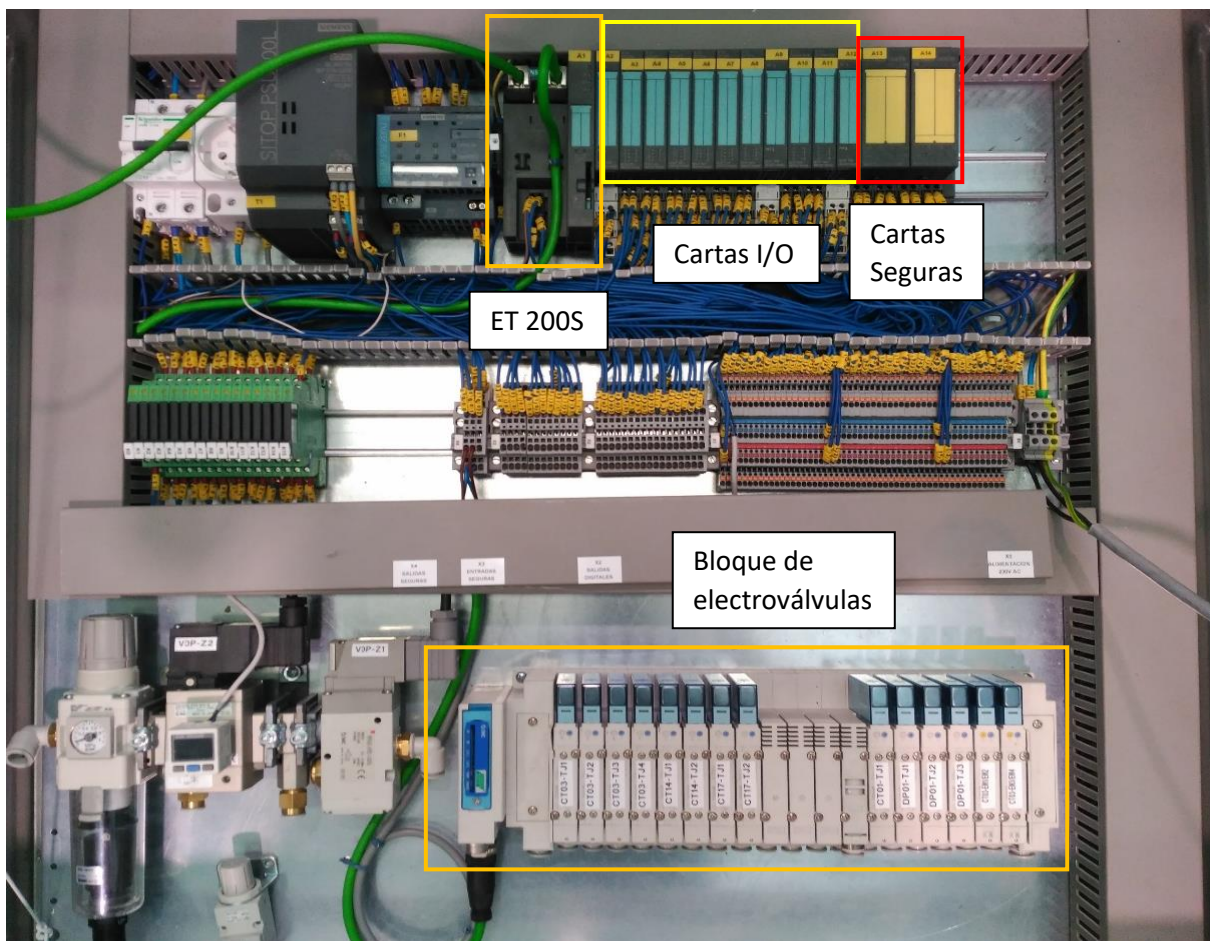


Imagen 5: Elementos de la CNE 01

Como ya se ha indicado previamente, el elemento de control escogido ha sido un autómata programable (PLC), que es un equipo electrónico que permite su programación mediante lenguaje de tipo no informático, basado en un microprocesador. Se busca controlar procesos secuenciales con una capacidad de procesado muy rápida.

En particular se utiliza un PLC de la marca Siemens, que es con la que trabaja la empresa habitualmente, modelo IM151 8F PN DP, el cual va integrada en una ET 200S de periferia y tiene la potencia de procesamiento y la capacidad de una CPU S-314 de Siemens.

A continuación, se enumeran sus principales características:

- Permite una comunicación IRT
- Puede comunicarse con hasta 128 dispositivos de campo (Profinet I/O)
- Es una versión F que admite Profisafe
- Tiene 64 KB de memoria remanente interna
- El tiempo de ejecución es de 100ns por bit y 200 ns por Word (2 bytes)
- Contiene 256 temporizadores, 256 contadores y 256 bytes de marcas de sistema

Se elige esta CPU porque está pensada para una estructura de periferia descentralizada, integrando la propia CPU en un módulo ET 200S, siendo compatible con todos los elementos de este tipo de arquitectura y teniendo una capacidad más que suficiente para el proyecto actual y sus posibles ampliaciones futuras.



Imagen 6: IM151-8F PN y cartas de comunicación I/O

En la industria cárnica, la producción que se necesita es muy variada dependiendo de la estación del año, las festividades próximas, llegando incluso a trabajar en un mismo día un número muy distinto de operarios por cada turno.

De ahí que resulte necesario regular las velocidades lineales de las cintas en función de las necesidades de producción. Para esta tarea se utilizan variadores de frecuencia en aquellas cintas que controlen el flujo de bandejas y arrancadores directos en las que no resulte crítica su regulación.

El modelo de variador utilizado es el G120C de Siemens, que está preparado para actuar con Profinet IO, permitiendo su control y diagnóstico a través del propio PLC, siendo el propio operario capaz de conocer su estado a través de los distintos medios que tiene a su disposición, como son la pantalla de interfaz y control HMI o en el variador a través del BOP (Basic Operator Panel).

Finalmente, todo el control y monitorización de la instalación se lleva a cabo a través de una pantalla táctil HMI, también propia de Siemens, y desde la cual el operario puede visualizar lo que ocurre en la línea mediante una serie de gráficos, pudiendo también controlar cada una de las zonas, motores y electroválvulas.

Para esta función se ha escogido una pantalla TP Comfort 700 de siete pulgadas, tamaño más que suficiente para el control de la planta. Además, tiene un IP65 en la parte frontal, perfecto para trabajar en ambientes húmedos como el que existe en la industria cárnica.



Imagen 7: Variadores G120 de Siemens

3.3 Sistemas de seguridad

La industria cárnica es una industria de proceso, en su mayor parte manufacturado. Hasta hace relativamente poco tiempo, todo el despiece, procesado y elaborado de los productos cárnicos se llevaban a cabo por personas sin prácticamente ayuda de componentes automáticos. Hoy en día, en muchas de estas empresas gran parte del trabajo se sigue desempeñando de esta forma, por lo que los operarios están en constante contacto con los elementos de la línea, algunos de ellos peligrosos como sierras, pistones y una gran variedad de elementos mecánicos. Por todo ello, la seguridad en el sector al que nos referimos es de tanta importancia.

A continuación, se explican los elementos básicos de seguridad, cómo se calcula el nivel de riesgo y la aplicación particular en la instalación que este trabajo abarca.

En primera instancia es necesario definir el nivel de seguridad requerido, para lo cual se puede recurrir a dos normas, la UNE-EN ISO 13849 en sus artículos 1 y 2, o a la norma IEC 62061. En este proyecto se ha optado por la norma UNE-EN ISO 13849 (Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad) que es la que se encuentra estandarizada en la empresa.

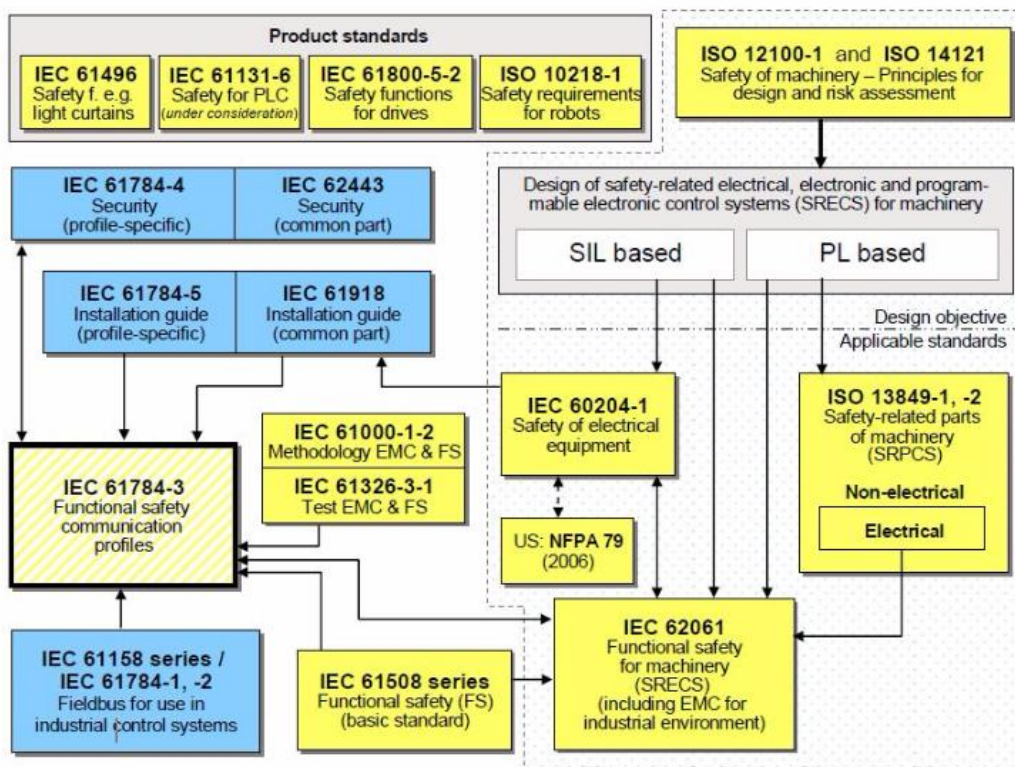


Imagen 8: Esquema organizativo de las normas de seguridad. Fuente: PI España- Seguridad funcional PROFIsafe. [3]

Esta norma clasifica las aptitudes de seguridad en cinco niveles que evalúan las prestaciones necesarias en función de la probabilidad de fallo peligroso por hora. Los cuales vienen reflejados en el siguiente cuadro:

PL	Probabilidad media de un fallo peligroso por hora 1/h
a	$\geq 10^{-5}$ a $< 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6}$ a $< 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6}$ a $< 3 \times 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7}$ a $< 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8}$ a $< 10^{-7}$
NOTA Además de la probabilidad media de fallo peligroso por hora, son necesarias otras medidas para obtener el PL.	

Tabla 1: Categorías de PL según la probabilidad de fallo. Fuente: norma española – UNE-EN ISO 13849-1 [14]

Como se muestra en la nota de la Tabla 1, el cálculo de la categoría de seguridad depende de otros factores, de forma que en la empresa DCM se calcula a partir de la “Figura A.1- Gráfico del riesgo para determinar el nivel de prestaciones requerido (PLr) para cada función de seguridad”, página 54, norma ISO 13849-1:2006.

En este gráfico (ver abajo), se determina el riesgo para cada agrupación de seguridades, en este caso, al dividir las por zonas de trabajo, las cuales se delimitan en función de tres premisas:

1. **Línea productiva:** líneas de distinta producción, es decir, que no tienen que ver una con otra, se consideran zonas distintas.
2. **Máquinas independientes:** dentro de una línea productiva, las máquinas independientes, ya sean propias de DCM o no, se excluyen de la zona. En caso de ser una máquina propia de DCM y por lo tanto controlada por un PLC o lógica cableada, formará una zona propia, mientras que, de no ser así, será la empresa propietaria la encargada de gestionar su seguridad.
3. **Campo visual:** Desde el armario o cuadro de mandos que gobierne la zona deberá poder observarse toda ella. Si esto no ocurre se generará una nueva zona.

Una vez dividida la instalación en zonas se utiliza el gráfico de la norma UNE en cada una de ellas, buscando el caso más desfavorable y restrictivo, el cual fijará la seguridad máxima requerida en toda la instalación. Particularmente, en este caso, las tres zonas tienen el mismo tipo de riesgo, por lo que solo analizaremos una, aplicándolo a toda la instalación, como se expone a continuación:

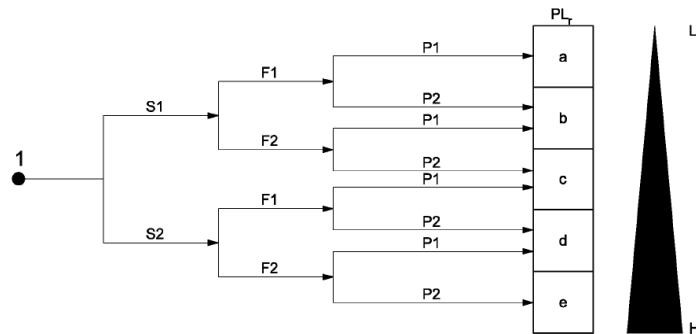


Imagen 9: Árbol de elección de PL. Fuente: norma española – UNE-EN ISO 13849-1 [14]

Se debe ir seleccionando cada ramificación en función de la instalación o zona que se desea analizar, teniendo en cuenta el significado de cada factor:

- **S** -> Riesgo potencial de fallo
 - **S1**: Reversible, las consecuencias de un posible accidente son reversibles (contusiones, cortes sin complicaciones, pequeños golpes, etc.)
 - **S2**: Irreversible, tales como amputaciones de miembros o incluso la muerte.
- **F** -> Frecuencia y duración de la exposición al peligro
 - **F1**: Exposición poco frecuente y de corta duración.
 - **F2**: Exposición frecuente y/o de larga duración. En la propia norma se especifica “Exposición frecuente cuando la actividad se da más de una vez por hora”.
- **P** -> Posibilidad de evitar el peligro o de limitar el daño
 - **P1**: Existe la posibilidad en determinadas condiciones
 - **P2**: No existe dicha posibilidad o es muy poco probable

La línea objeto del análisis, sin incluir las máquinas de empresas externas a DCM, únicamente utiliza cintas, tajaderas o pistones de tamaño pequeño y poleas en la máquina dispensadora de barquetas. De esta forma se clasifica en el factor S1.

La frecuencia de uso o exposición, en cambio, es elevada, pues los operarios se encuentran trabajando en la propia línea más de una vez por hora, siendo el factor F2.

Por último, en cuanto a la posibilidad de evitar el peligro o limitar el daño, puede resultar algo ambigua su interpretación, pero se considera que es posible debido a la cantidad de protecciones mecánicas y eléctricas que se instalan, indicando el factor como P1.

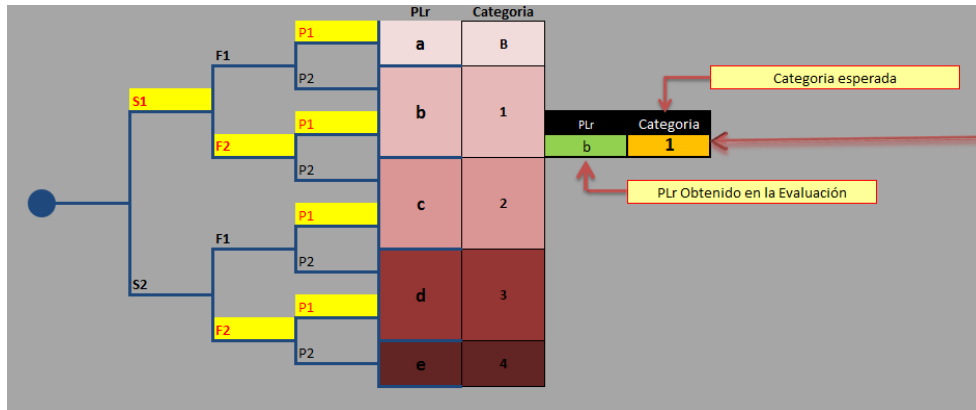


Imagen 10: PL escogido para la línea de fileteado

Siguiendo las pautas de la norma UNE, se engloba la línea en una categoría B. Habitualmente, los proyectos de transporte de productos suelen estar comprendidos entre las categorías B y C, siendo únicamente las salas de despiece, en las cuales se trabajan con sierras eléctricas, ganchos y otros artículos peligrosos, zonas con una mayor clasificación de seguridad.

Con la categoría de seguridad necesaria fijada, se pueden recurrir a dos soluciones distintas, una eléctrica, utilizando relés seguros, y otra más centrada en la propia programación, que es la utilización de elementos y comunicación Profisafe.

3.3.1 Relés De Seguridad

Los relés de seguridad resultan apropiados para maquinas independientes o aplicaciones de reducido tamaño, en las que se requiera una cantidad relativamente pequeña de funciones de seguridad y enlaces lógicos a realizar. Este es su principal inconveniente, pues necesita de un circuito propio con su cableado y sus elementos independientes a parte de los necesarios para el funcionamiento de la planta, que, en caso de ser de gran tamaño, implicaría el uso adicional de una gran cantidad de cables y elementos seguros.

Principalmente, se puede encontrar dos tipos de relés de seguridad, programables y no programables. Ambos tienen un funcionamiento similar, pero los de tipo programable permiten un grado superior de flexibilidad en cuanto a las entradas, salidas y relaciones entre éstas.

Los relés de tipo programable se utilizan cuando se tiene un PLC que no admite protocolos de seguridad.

El funcionamiento básico de un relé de seguridad consiste en conexiones de uno o más lazos o resúmenes de elementos de seguridad (setas, bisagras de puerta, etc), conectados en serie entre sí. Si cualquier elemento de seguridad se abre (pues los elementos de seguridad se cablean con lógica negada), el relé corta la alimentación de uno o varios contactores asociados. Es habitual instalar un pulsador de rearme del módulo de seguridad que sea necesario utilizar para que se active el servicio, aunque se restablezca el lazo de seguridad.

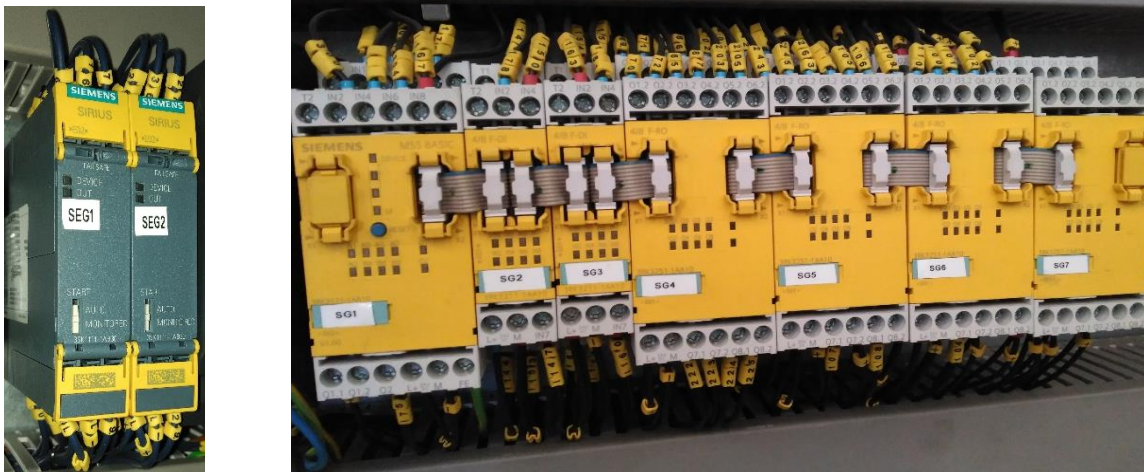


Imagen 11: A la drcha. dos relés de seguridad estándar. A la lzqda. un relé de seguridad programable

3.3.2 ProfiSafe

Profisafe es un protocolo de comunicación seguro que utiliza buses de tipo estándar abierto como Profinet o Profibus, requiere de PLC con procesado de seguridades incorporado y elementos preparados para ello, pero a cambio elimina la necesidad de un sistema de seguridad independiente como podría ser el cableado de un circuito con relé de seguridad.

Este protocolo asegura el correcto transporte sin errores de las tramas enviadas desde el origen de la señal de seguridad, como es un módulo seguro de E/S remotas hasta el PLC seguro y viceversa.

Para ello Profisafe toma las siguientes medidas, siendo todas ellas parámetros configurables en el hardware de la instalación:

- **Señal de vida:** Numera de forma consecutiva los mensajes que se envían. Evita que un mensaje se pierda, se repita o llegue en orden incorrecto.
- **Watch dog:** Tiempo máximo en el que debe llegar la trama. Se consigue así que no se retrase o se pierda un paquete de datos del protocolo, además de asegurar el ciclo de envío de tramas.
- **F-Address:** Genera un nombre único entre emisor y receptor. De esta forma no se permite que un dispositivo no seguro trate de mandar un mensaje o datos a uno de seguridad, por ejemplo, un mal direccionamiento.
- **CRC:** Comprueba la integridad de los datos, asegurando que los mismos no estén corruptos o incompletos.

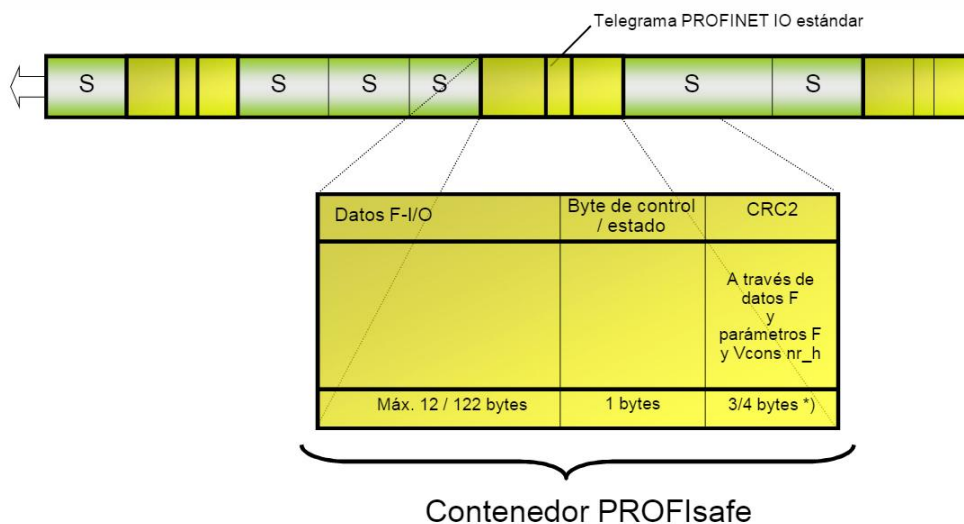


Imagen 12: Cabecera ProfiSafe. Fuente: PI España- Seguridad funcional PROFIsafe [3]

Así, Profisafe resulta invisible para las comunicaciones estándar mientras no haya ningún problema o fallo, coexistiendo a un nivel que se denomina un canal negro, que busca ser independiente del medio de transmisión (cobre, fibra óptica, etc...).

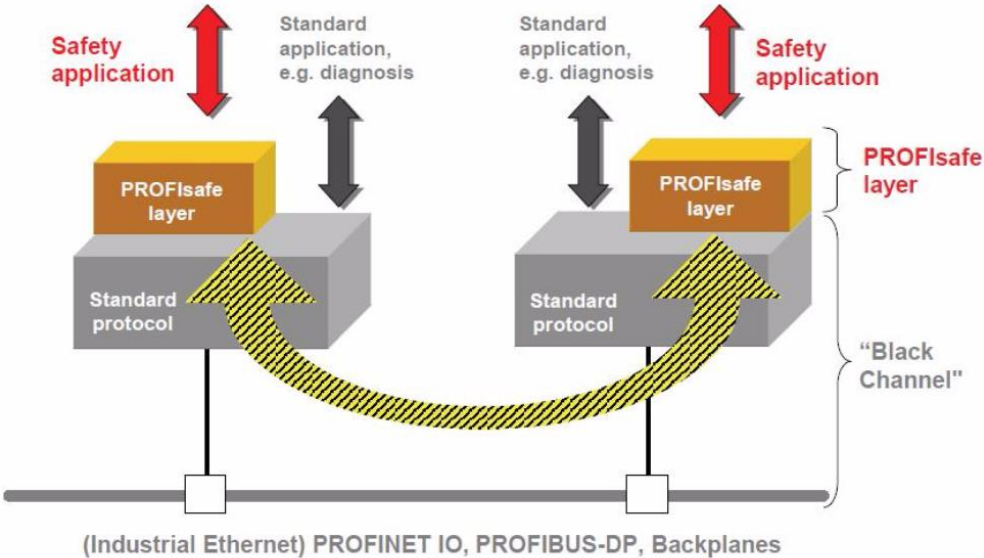


Imagen 13:Protocolo ProfiSafe. Fuente: PI España- Seguridad funcional PROFIsafe [3]

Como ventaja respecto al uso de relés de seguridad, además de la versatilidad que proporciona la posibilidad de programar las seguridades, la utilización de Profinet I/O junto con Profisafe permite una mejor respuesta y programación de paradas seguras y, sobre todo, da un mayor control y monitorización de todos los parámetros del actuador o elemento, como ocurre con un variador. Y todo esto utilizando el mismo cableado que el necesario para la comunicación estándar.

3.3.3 Conclusiones

Con ambas configuraciones es posible conseguir sin excesivos problemas el certificado correspondiente de seguridad requerida, pues se puede alcanzar hasta una categoría D en el PL, según norma UNE EN ISO 13849-1:2006, o SIL 3, según norma IEC 62061, con cualquier opción adecuadamente diseñada. Sin embargo, una línea de tamaño medio como resulta ser la proyectada en este trabajo se beneficia mejor de las ventajas que otorga las seguridades distribuidas mediante Profisafe, incluyendo todas las zonas y maquinas independientes de la empresa DCM, como es el dispensador de barquetas.

El protocolo Profisafe requiere para su implantación un PLC de tipo F-Safety, como es la IM151 8F PN, y que los accionamientos admitan dicho protocolo, como son lo variadores G120 de Siemens, y las cartas seguras con entradas y salidas a elementos seguros, como setas de emergencia o bisagras de seguridad.



Imagen 14: CPU segura y los bloques que admite

Por tanto, teniendo todos estos elementos, solo falta programar las seguridades a través del propio software de Siemens, Step 7, en el que se configuran todos los parámetros necesarios para ello. Por cada elemento seguro se generan una serie de bloques de seguridad que contiene toda la información de los telegramas seguros que utiliza Profinet y que se evalúan de forma asíncrona al ciclo del bloque principal de ejecución del PLC.

3.4 Software y programación

3.4.1 Tipos de Lenguaje

A la hora de programar e implementar un sistema automático en un autómata programable o PLC, se puede realizar de varias formas en función del tipo de programa y del PLC utilizado. Siemens en particular ofrece hasta 5 modos de programación para sus autómatas, aunque dependiendo del modelo puede no incluir alguno de los mismos.

A continuación, se procede a explicar los distintos modos de programación:

- **FUP:** lenguaje gráfico que se basa en la utilización de bloques lógicos o puertas lógicas, como “AND” u “OR” del álgebra booleana. Además, permite la representación de funciones matemáticas de mayor complejidad mediante cuadros lógicos. Así resulta sencillo ver agrupados por bloques las distintas secuencias lógicas, tanto booleanas como de lógica más compleja.
- **KOP:** conocido también como ladder o diagrama de contactos, es un lenguaje gráfico basado en esquemas eléctricos de control básico, como son condensadores y bobinas para representar una secuencia lógica. Es el lenguaje de programación más extendido debido a su similitud con el esquema de un automatismo realizado mediante lógica cableada, pero ante sistemas complejos puede resultar de difícil comprensión o seguimiento.
- **Graph:** lenguaje gráfico de programación en el que se representa de forma secuencial la lógica estructurada del automatismo mediante simbología sencilla. Esta forma de programación resulta comprensible en programas de cierta complejidad y se considera de alto nivel, pero no se incluye en todos los autómatas y su aplicación es más limitada que la de otros lenguajes.
- **SCL:** lenguaje estructurado de alto nivel basado en texto. Resulta un lenguaje de control optimizado para la trabajar con datos y ejecutar algoritmos de alta complejidad. Simplifica mucho el tamaño del código, pero resulta complicado y no se utiliza en programación centrada en lógica booleana.
- **AWL:** lenguaje textual de bajo nivel, se basa en lista de instrucciones. Es el lenguaje base sobre el que se generan KOP y FUP, por lo tanto, todo lo que se puede hacer en estos, es traducible a AWL, pero no al revés. Pese a considerarse de bajo nivel, contiene estructuras de lenguajes de alto nivel, como acceso estructurado a datos y parámetros de bloque, y en su conjunto permite realizar tareas no realizables en otros lenguajes (exceptuando SCL) y, además, resulta sencillo de usar.

A continuación, se muestra la traducción directa de un esquema de contactos a la programación en AWL, y de ésta a FUP y KOP:

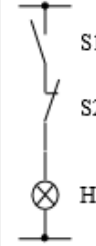
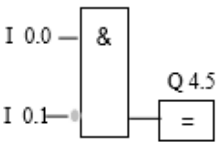
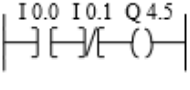
Esquema Eléctrico	STL/AWL	FBD/FUP	LAD/KOP
 <p>S1 S2 H1</p>	<pre>A I 0.0 ANI 0.1 = Q 4.5</pre>	 <p>I 0.0 I 0.1 Q 4.5</p>	 <p>I 0.0 I 0.1 Q 4.5</p>

Imagen 15: Esquema comparativo entre AWL, FUP y KOP

En particular, la programación de la línea se realiza en AWL, lenguaje que permite mucha versatilidad en el análisis de telegramas de comunicación, trato de palabras e intuitivo en el manejo de la lógica booleana.

3.4.2 Programación en Siemens

Con el tipo de lenguaje elegido, se procede a explicar el funcionamiento de la programación en Siemens, que se estructura de forma distinta a otras marcas de PLC y por tanto resulta de gran importancia conocer los módulos en los que se organizan todos sus elementos.

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 función de sus características. 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.

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

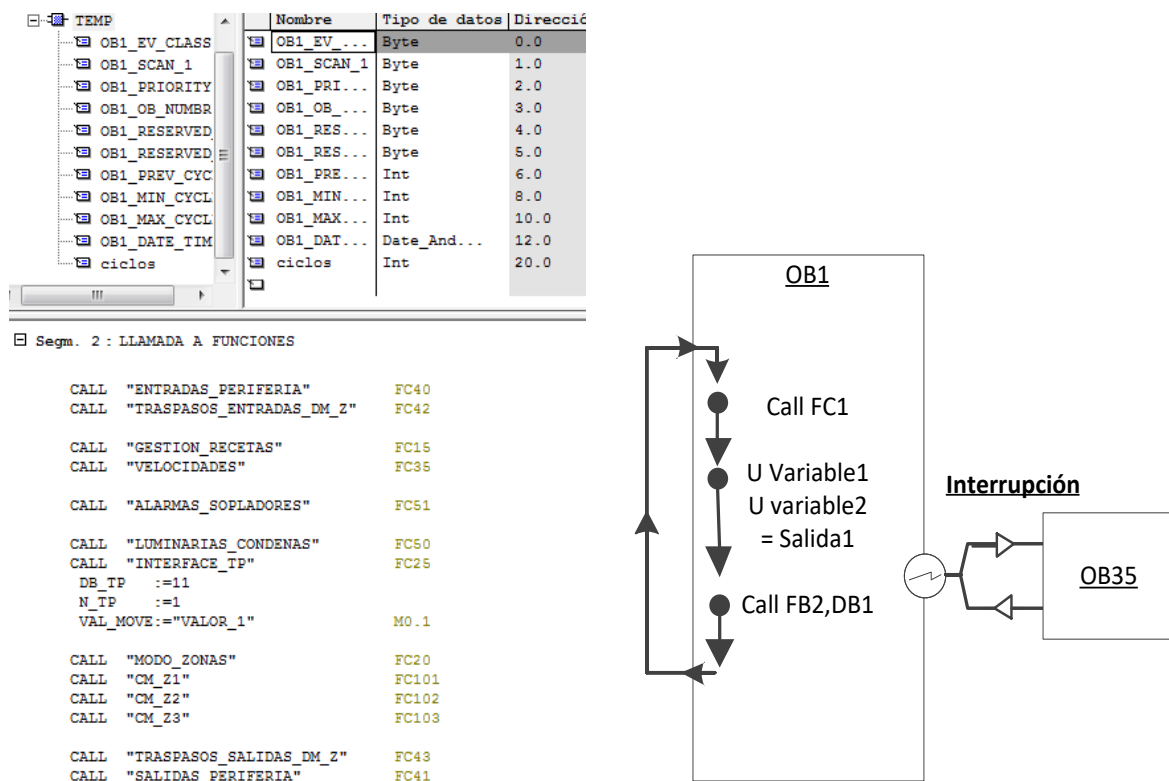


Imagen 16: Ejemplo de funcionamiento de una OB

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.

```

KOP/AWL/FUP - [FC101 -- "CM_Z1" -- PROCAMI_TV1_160720\LINEA_7\IMI151-8F PN/DP CPU... \FC101]
Archivo Edición Insertar Sistema de destino Test Ver Herramientas Ventana Ayuda

Ej Segm. 5 : ELECCION DEL TIPO DE BARQUETAS
U #MODO_CAMBIO_BARQ #MODO_CAMBIO_BARQ
UN "DM_Z1".DP01.IN.B1_TorrePosicionCarga DB101.DBX30.0 -- Fot
UN "DM_Z1".DP01.IN.B2_NivelLlenadoMaximo DB101.DBX30.1 -- Fot
UN "DM_Z1".DP01.IN.B3_NivelLlenadoMinimo DB101.DBX30.2 -- Fot
UN "DM_Z1".DP01.IN.B4_AtascoSalida DB101.DBX30.3 -- Fot
SPBN CAMB

U "DB_HMI".Barqueta_Grande_Pequeña DB2.DBX24.6 -- 0->
= "MARCAS_AUX".Barqueta_Tipo DB5.DBX42.6 -- 0->

CAMB: NOP 0

Ej Segm. 6 : ENCLAVAMIENTO CT01
U "VALOR_1" M0.1
//-----
// ENCLAVAMIENTO ADELANTE
//-----

U(
U #CT01_ENC_KMA #CT01_ENC_KMA
// "DM_Z1".CT01.TJ1.IN.B2 // PROBAR SI ES LA B1
UN #MODO_CAMBIO_BARQ #MODO_CAMBIO_BARQ

UN #AHORRO_ENERGIA #AHORRO_ENERGIA
O "DM_Z1".MODO.LAVADO DB101.DBX0.1 -- Zona en modo Lavado
U "DM_Z1".CT01.DATOS.AUT DB101.DBX6.1 -- Modo automático
)
O "DM_Z1".CT01.DATOS.MANUAL DB101.DBX6.0 -- Modo manual
  
```

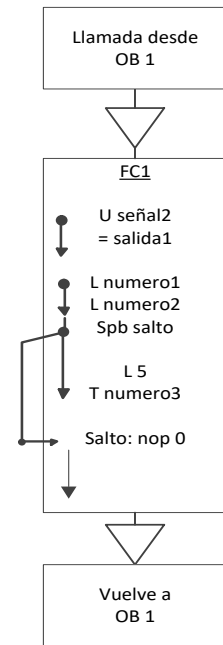


Imagen 17: Ejemplo de funcionamiento de una FC

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.

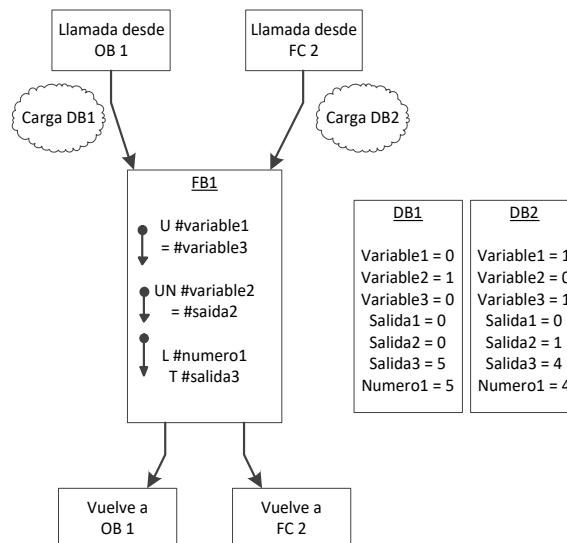


Imagen 18: Esquema de funcionamiento de una FB

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.

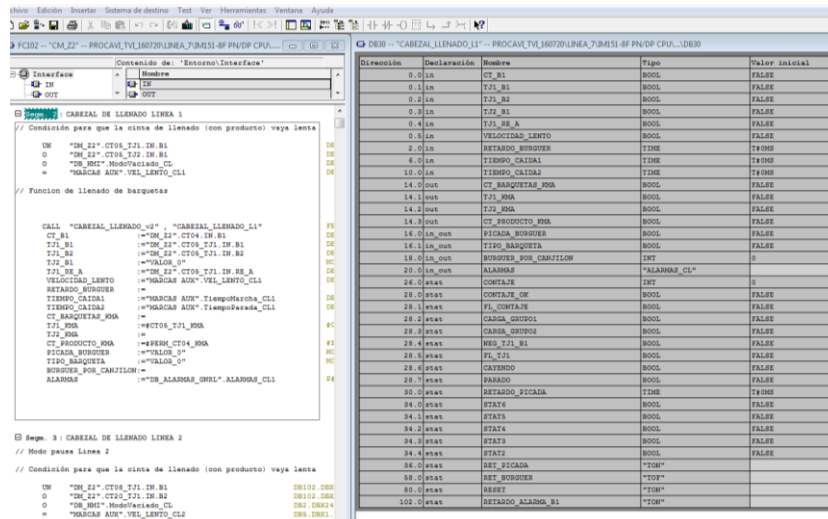


Imagen 19: Ejemplo de una FB con su DB de instancia

En cualquier caso, el acceso a ambos tipos de DB es global, pues puede accederse a ambos tipos de datos desde todos los bloques vistos previamente (OB, FC o FB).

Combinando estos elementos de forma adecuada se consigue programar el PLC para definir y controlar el funcionamiento de la línea de envasado y transporte de productos cárnicos.

De forma adicional, se tienen las FC, FB y DB seguras, que como se ha visto en el apartado anterior, aseguran las comunicaciones Profisafe.

3.4.3 Software de programación

Por otro lado, surgen dos posibilidades a la hora de programar un PLC de la gama S300 de Siemens, pese a que el lenguaje que admiten y, por ende, la forma de programarlos sea la misma.

Estas dos opciones son Step7 v5.5 y Tia Portal V13.

Tia Portal es una plataforma que trata de unificar todos los programas que utiliza Siemens para sus distintos dispositivos, de forma que resulte toda la programación de una aplicación lo más compacta posible. Su interfaz se encuentra actualmente enfocado a los nuevos PLC como son las gamas S-1200 y S-1500 de Siemens, que junto a la antigüedad de los proyectos e instalaciones en las que se trabaja en la empresa DCM utilizan la plataforma antigua, Step7. Se escoge dicho software para la programación de PLC S-300.

Step 7 tiene la ventaja de muchos años de optimización, por lo que resulta sencilla su programación y estructurado a través de sus menús desplegables, siendo posible trabajar con varios proyectos en paralelo y consumiendo menos recursos del PC que Tia Portal. En cambio, no permite la programación de las nuevas gamas de PLC Siemens.

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface. On the left, a tree view shows the project structure for 'PROCAVI_TV1_160720'. The main window contains a table of project objects with the following columns: 'Nombre del objeto', 'Nombre simbólico', 'Lenguaje', 'Tamaño en la memor...', 'Tipo', and 'Vers'. The table lists various objects such as 'Dato de sistema', 'OB1', 'CYC_INT5', 'CYCL_FLT', 'AL_DIAG', 'I/O_FLT2', 'ER_BASTIDOR', 'COMPLETE RESTART', 'ER_PROGRAMACION', 'ER_ACCESO', 'RELOJ_PLC_HMI_DB1', 'CABEZAL_LLENADO_JCO', 'CABEZAL_LLENADO_v2', 'F_TOF', 'F_ESTOP1', 'F_ACK_GL', 'F_IO_CGP', 'F_CTRL_1', 'F_CTRL_2', 'FITOF', 'FIACK_GL', 'F_DIAG_N', 'STANDARD_CT', 'STANDARD_EV', 'AUX_STANDARD_CT', 'AUX_STANDARD_EV', 'AUX_GESTION MOTORES', 'GESTION_RECETAS', 'MODD_ZONAS', 'CADENCIA_V2', 'INTERFACE_TP', 'DOSIFICADOR', 'CTRL_CRUCE_V01', 'DOSIFICA_POR_TPO_100ms', 'GESTION MOTORES', 'SIEMENS G120', 'ARRANCADOR', 'VELOCIDADES', and 'ESCALADO_XY'. On the right, a window titled 'KOP/AWL/FUP - [FCS1 -- "ALARMAS_SOPLADORES"' shows a ladder logic diagram with an 'Interface' section containing 'IN', 'OUT', 'IN_OUT', 'TEMP', and 'RETURN' elements. Below this, a segment of code is shown, including a comment 'Segm. 2 : FALLOS DE SOPLADO CT03' and several rungs with logic involving timers (T) and inputs (UN, L, SE).

Nombre del objeto	Nombre simbólico	Lenguaje	Tamaño en la memor...	Tipo	Vers
Dato de sistema	SDB	...
OB1	...	AWL	322	Bloque de organizaci...	0.1
OB35	CYC_INT5	AWL	54	Bloque de organizaci...	0.1
OB80	CYCL_FLT	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB82	AL_DIAG	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB83	I/O_FLT2	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB86	ER_BASTIDOR	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB100	COMPLETE RESTART	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB121	ER_PROGRAMACION	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB122	ER_ACCESO	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
FB1	RELOJ_PLC_HMI_DB1	AWL	1072	Bloque de función	0.1
FB11	CABEZAL_LLENADO_JCO	AWL	416	Bloque de función	0.1
FB12	CABEZAL_LLENADO_v2	AWL	832	Bloque de función	0.1
FB186	F_TOF	AWL F	294	Bloque de función	1.1
FB215	F_ESTOP1	F-FUP	330	Bloque de función	1.0
FB219	F_ACK_GL	AWL F	38	Bloque de función	1.0
FB272	F_IO_CGP	AWL F	15744	Bloque de función	1.2
FB273	F_CTRL_1	AWL F	9334	Bloque de función	1.6
FB274	F_CTRL_2	AWL F	5852	Bloque de función	1.5
FB275	FITOF	AWL F	1092	Bloque de función	1.1
FB276	FIACK_GL	AWL F	118	Bloque de función	1.0
FB277	F_DIAG_N	AWL F	984	Bloque de función	1.0
FB278	...	AWL F	1274	Bloque de función	5.4
FB279	...	AWL F	610	Bloque de función	5.4
FC1	STANDARD_CT	AWL	1008	Función	0.1
FC2	STANDARD_EV	AWL	750	Función	0.1
FC11	AUX_STANDARD_CT	AWL	1008	Función	0.1
FC12	AUX_STANDARD_EV	AWL	750	Función	0.1
FC13	AUX_GESTION MOTORES	AWL	666	Función	0.1
FC15	GESTION_RECETAS	AWL	328	Función	0.1
FC20	MODD_ZONAS	AWL	1284	Función	0.1
FC23	CADENCIA_V2	AWL	500	Función	0.1
FC25	INTERFACE_TP	AWL	2228	Función	0.1
FC27	DOSIFICADOR	AWL	756	Función	0.1
FC28	CTRL_CRUCE_V01	AWL	2584	Función	0.1
FC29	DOSIFICA_POR_TPO_100ms	AWL	980	Función	0.1
FC30	GESTION MOTORES	AWL	666	Función	0.1
FC31	SIEMENS G120	AWL	412	Función	0.1
FC32	ARRANCADOR	AWL	86	Función	0.1
FC35	VELOCIDADES	AWL	1366	Función	0.1
FC36	ESCALADO_XY	AWL	182	Función	0.1

Imagen 20: Ejemplo de un programa en Step7

En cuanto a la programación de la pantalla HMI, pese a que también cuenta con una plataforma dedicada como es WINCC, se utiliza Tia Portal, pues su interfaz resulta más sencilla y habilita más opciones de intercambio de variables con el PLC junto con algunas funcionalidades que incorporan las nuevas pantallas, como visor de PDF o ventanas emergentes.

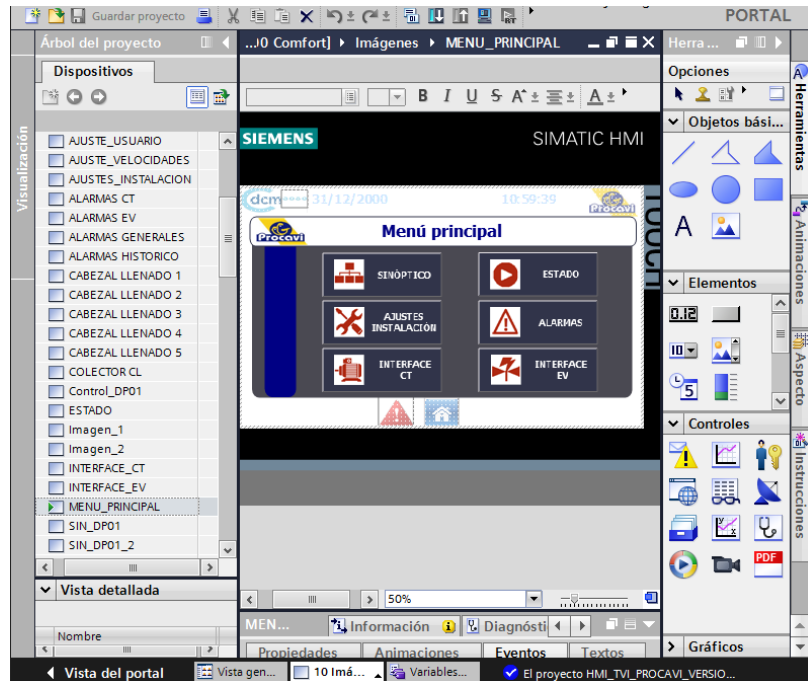


Imagen 21: Interfaz de Tia Portal

Por último, los variadores G120 de Siemens se pueden programar de varias formas, pero en este proyecto se utiliza el Starter v4.4.

Este programa de Siemens permite conectarse a la red, visualizar todos los variadores conectados, descargar su configuración, modificarla y cargarla. Tiene un interfaz sencillo, y cuenta de una ruta guiada para configurar el variador sin necesidad de conocer los más de 6000 parámetros que se pueden modificar.

Además, permite visualizar de forma “on-line” el estado del variador en pleno funcionamiento, los datos que está intercambiando con el controlador, y conocer una gran cantidad de datos que no siempre son visibles desde el PLC, pudiendo así realizar un diagnóstico mucho más preciso en caso de fallo.

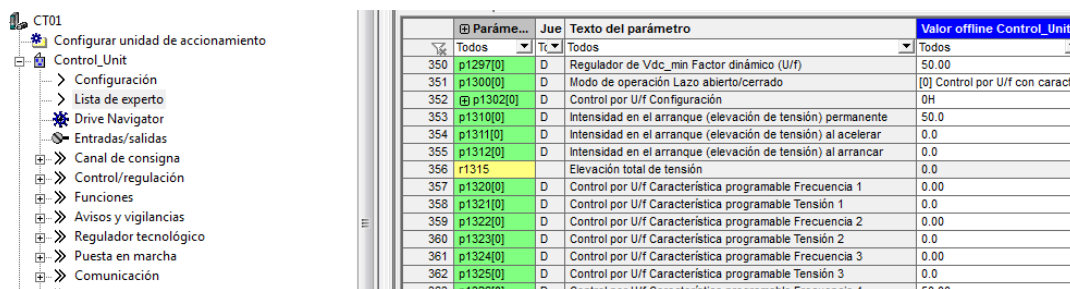


Imagen 22: Parámetros configurables de un variador

4. DESARROLLO DEL PROYECTO

Una vez concretados los elementos utilizados en la programación de la instalación, se procede a desarrollar como ha sido el proceso seguido hasta alcanzar la solución del proyecto de carga y transporte de productos cárnicos.

4.1 Funcionamiento de la línea de carga y transporte de productos cárnico fileteado

El proyecto tiene como objetivo principal programar el funcionamiento de una línea automática de envasado de carne fileteada, en el que se deberán incluir todas las prestaciones requeridas por el cliente y necesarias para un correcto y seguro desarrollo de la actividad.

La instalación consta de un dispensador de barquetas que, mediante un conjunto de poleas y electroválvulas, suministra un flujo continuo de envases de plástico a los cinco cabezales de llenado.

Los cabezales de llenado son los puntos en los cuales la carne fileteada se introduce en la bandeja o barqueta, siendo el nexo de unión entre la máquina de corte y la línea de transporte, utilizando para ello cintas, pistones y fotocélulas.

La distribución de bandejas de plástico se lleva a cabo a través de un sistema formado por cintas y sopladores, para direccionarlas al cabezal de llenado que corresponda, según el estado del resto de cabezales.

Una vez introducida la carne en la barqueta, se recogen en dos cintas colectoras, de forma que dos cabezales desembocan en una de las líneas, y los otros tres cabezales en la segunda. Después, ambas cintas colectoras convergen en una única cinta que lleva las barquetas a una máquina envasadora, previo paso por un punto de inspección.

Una vez envasada la carne mediante el termosellado de las bandejas, éstas son sometidas a una segunda inspección antes de que el personal de planta las recoja las barquetas válidas para su clasificación.

4.2 Trabajo Previo a la Programación

La empresa DCM desarrolla proyectos integrales, encargándose de forma habitual de todas las fases del mismo, desde el diseño de la línea, a la construcción de sus elementos, pasando por el montaje electromecánico en planta, hasta la programación del proceso.

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 TFM 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.

Como excepción, a pesar de que no se trata de un elemento de programación, debido a la importancia que tiene la limitación de zonas en la línea, se incluye en este proyecto, puesto que las mismas afectan a los elementos de seguridad, a los cuadros de control de la línea y a la estructura organizativa del programa.

Dichas zonas se definen por criterios de seguridad, pues solo se puede arrancar una zona desde un cuadro de mando que tenga visión de toda ella, y criterios funcionales, como máquinas independientes como dispensadores, elevadores, etc... que definen una zona propia. Esta labor se lleva a cabo en colaboración con el departamento eléctrico de DCM.

Bajo estos criterios se ha decidido que la zona 1 abarque únicamente al conjunto de elementos que forman el dispensador de barquetas, pues se considera una máquina independiente en sí misma. El resto de la línea no se ha podido considerar como una zona única, pues existen dos cintas alejadas del cuadro de mando principal, tomándose como medida de seguridad la generación de una zona adicional en la que se incluye a ambas.

Se definen así las tres zonas en el plano:

- Dispensador de barquetas
- Zona de Carga
- Zona Seca

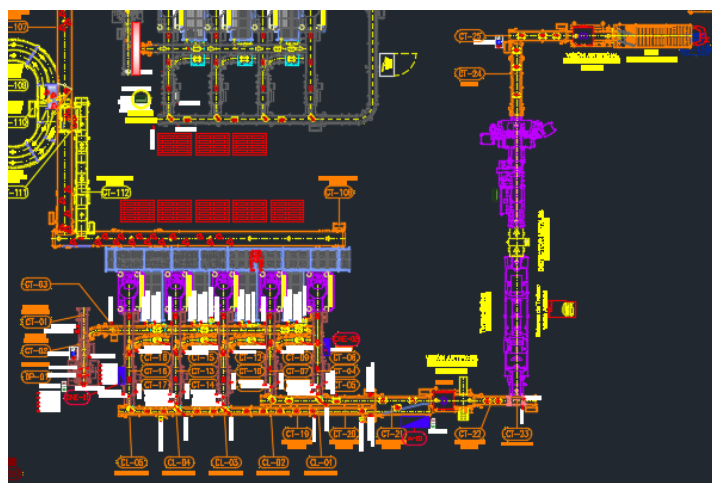


Imagen 23:Layout de la línea

4.3 Elaboración del Hardware

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. Además, al utilizar elementos de seguridad, se define su protocolo y sus puertos de seguros.

Utilizando el programa “Administrador Simatic” se introduce el PLC que controla la línea, junto a los módulos de entrada y salida a las que van conectadas las señales de fotocélulas y electroválvulas.

A continuación, se crea una red Profinet que unirá los distintos componentes de la instalación que necesiten comunicación. Mientras que al PLC se le asigna una dirección IP (Internet Protocol) de la misma.

Al ser una línea independiente en una factoría con otras tantas distintas, a cada línea independiente se le concede una subred diferente para distinguirlas. En este caso, la línea de fileteado se integra en la subred 7, y a cada elemento se le asigna una IP distinta dentro de dicha subred.

La CPU por defecto ocupa la dirección 1, quedando como 192.168.7.1.

La pantalla, por su parte, ocupará la dirección 2 (192.168.7.2), quedando el resto de direcciones libres para los elementos de la instalación.

Con la red Profinet creada, se añaden los siguientes elementos a la misma:

- Módulos de interfaz IM 151-3 PN, en los cuales se conectan cartas de entrada y salida de señales utilizando la estructura de periferia descentralizada a través de la red Profinet.
- Cabecera de comunicación de las islas neumáticas de la marca SMC. Estas cabeceras permiten activar/desactivar electroválvulas y conocer el estado de las mismas a través de la red Profinet.
- Variadores G120C-PN. Se utilizan para poder modificar la velocidad de giro de los motores a los que se conectan. A través de la comunicación Profinet se puede conocer el estado del mismo además de indicarle la consigna de velocidad de giro.

Stk	Módulo	Referencia	Firmware	Dirección MPI	Dirección E	Dirección S	Dirección de diagnóstico	Comentario
1	IM151-3 PN DP CPU	6ES7 151-3BA00-0AA0	V3.2					
X1	PM-E	6ES7 130-4CA01-0AA0			2036*			
X1 F1 R	Puerto 1				2045*		2045*	
X1 F2 R	Puerto 2				2045*		2045*	
X1 F3	Puerto 3				2044*		2044*	
X2								
3								
4	PM-E DC24V	6ES7 130-4CA01-0AA0			2036*		2036*	
5	SDI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			1000.0...1000.7			
6	SDO DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			1000.0...1000.7			

Imagen 24: Interfaz del Hardware

Todos estos componentes se incluyen en el proyecto a través de archivos GSDML, que son proporcionados por el propio fabricante, y que contienen la información necesaria para configurar la comunicación y diagnóstico de dichos elementos.

Así mismo, todos ellos requieren la asignación de una dirección IP con la cual identificarlos, además de proporcionarles un nombre único en la red, tal y como se ha indicado en el apartado 3.2.

Una vez configurado el bus de comunicaciones de cada componente, se debe indicar en qué dirección de memoria del PLC se va a realizar el intercambio de datos, necesitando una dirección para escribir y una dirección para leer, que no tienen por qué coincidir.

Dependiendo del elemento y de la información que se quiera intercambiar, se necesitará una cantidad de memoria distinta. Por normalización de los proyectos en la empresa, los primeros 1000 bytes de memoria (del 0 al 999) se reservan para las comunicaciones ProfiSafe. Por lo que la comunicación de periferia comienza a partir del byte 1000, tanto en lectura como en escritura.

Slot	Módulo	Referencia	Firmware	Dirección MPI	Dirección E	Dirección S	Dirección de diagnóstico
1							
2	IN151-8F PN/DP CPU	6ES7 151-8FB01-0AB0	V3.2				
X1	PNL 7				2047*		
X1 P1 R	Puerta 1				2046*		2046*
X1 P2 R	Puerta 2				2045*		2045*
X1 P3	Puerta 3				2044*		2044*
X2							
3							
4	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0			2036*		2036*
5	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			1000.0...1000.7		
6	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			1001.0...1001.7		
7	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			1002.0...1002.7		
8	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			1003.0...1003.7		
9	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			1004.0...1004.7		
10	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			1005.0...1005.7		
11	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			1006.0...1006.7		
12	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0			2006*		2006*
13	8DO DC24V/0.5A	6ES7 132-4BF00-0AA0				1000.0...1000.7	
14	8DO DC24V/0.5A	6ES7 132-4BF00-0AA0				1001.0...1001.7	
15	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0			2000*		2000*
16	4 F-DI/3 F-DO DC24V/2A	6ES7 138-4FC01-0AB0			0...6	0...4	
17							

Imagen 25: Direcciones de las cartas de entradas y salidas

Finalizada la configuración estándar del hardware, se comienza con la configuración de las seguridades, uno de los puntos de máxima prioridad en cualquier proyecto, y de forma especial en las empresas manufactureras de productos alimentarios.

En función de la instalación, la actividad y el riesgo que conlleva para los operarios que trabajan en ella, se instalan diferentes dispositivos de seguridad, como pueden ser relés seguros, setas de emergencia, sensores o cierres seguros, etc...

En esta instalación en concreto, aparte de las comunicaciones seguras con los variadores, que se tratan en este mismo apartado, se colocan setas de emergencia repartidas por la instalación siguiendo la normativa vigente, así como sensores de seguridad en las puertas del dispensador de barquetas para cerciorarse que se encuentran cerradas durante el funcionamiento del mismo y evitar posibles riesgos. Estas señales se cablean a una carta de entradas seguras que se conectan al PLC, que al ser de tipo F (seguro) admite esta modalidad de carta de entradas.

De la misma forma, existen unas cartas de señales de salidas seguras conectadas en la CPU y que se configuran también en el hardware, las cuales se utilizan para arrancar la zona 2 y mantener la presión de las CNE (armarios remotos), de forma que, si cae el PLC u ocurre cualquier tipo de fallo, se pierde la presión en toda la instalación.

Por otro lado, los variadores de Siemens G120 se pueden configurar para utilizar un telegrama de seguridad a través de comunicación ProfiSafe. De esta manera, se le asigna una dirección segura a cada variador, y se configuran los parámetros F de seguridad.

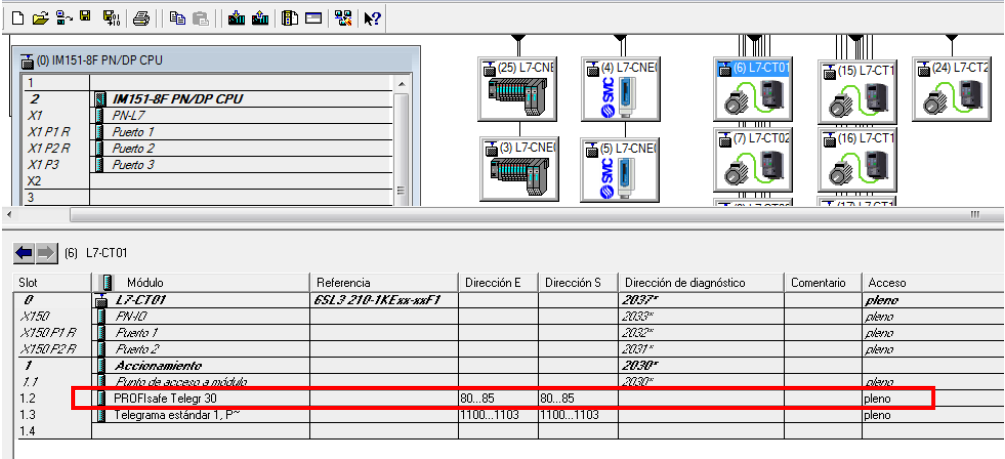


Imagen 26:Telegrama Profisafe de un variador

Tras finalizar, se compila y se guarda el proyecto, volcándolo en el PLC, pudiendo pasar a continuación a programar los variadores o el software que controlará la línea.

4.4 Programación de variadores

Por último, se debe programar cada variador de manera independiente, de forma que coincidan con la configuración que se ha dado en el hardware del proyecto.

Pese a que los sistemas Profinet I/O permiten conocer su estado y ser configurados a través del controlador utilizando su nombre, como se ha visto en el apartado 3.2: Estructura y Hardware, en los variadores Siemens, esto depende del telegrama de comunicación utilizado, es decir, de la cantidad de datos que se permite intercambiar entre el variador y el PLC.

En este proyecto se utiliza un telegrama que permite una configuración básica, por lo que el resto de la misma se debe fijar utilizando el BOP, que es un elemento físico que se conecta al variador “in situ”, o bien hacerlo utilizando el Starter v4.4 a través de la red, programa del cual ya se ha hablado previamente.

Utilizando el software Starter v4.4 se siguen los siguientes pasos para la programación de cada uno de los variadores:

En primer lugar, se buscan los dispositivos enlazados a la red, para ello se debe estar conectado a la misma. Una vez encontrados se seleccionan aquellos que se desea configurar y se aplica la carga. De esta forma aparecerán en el árbol de la izquierda los variadores añadidos.

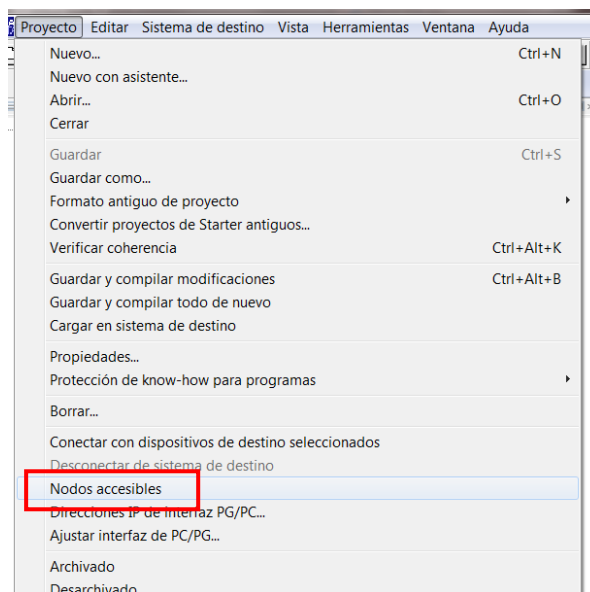


Imagen 27: Búsqueda de Nodos Accesibles

A continuación, se selecciona el variador que se desee programar, y se utiliza el “Asistente”, el cual abre un panel de navegación guiada para una primera configuración inicial.



Imagen 28: Interfaz de Starter v4.4

A lo largo del asistente se rellenan los campos con los datos del motor al que se conecta dicho variador, e indicando que el ajuste predeterminado de la configuración de entradas/salidas es “5.) Transporte con bus y Basic Safety”. Esto resulta importante para después poder programar las seguridades.

En uno de los pasos del asistente se solicita especificar la velocidad mínima y máxima a la que se le permite girar al variador. Estos parámetros los fija el departamento eléctrico para evitar que el variador sufra sobreintensidades, siendo las fórmulas aplicadas las siguientes:

$$RPM_{Máxima} = \frac{RPM_{Nominal} * 80}{50} \quad RPM_{Mínima} = \frac{RPM_{Nominal} * 20}{50} \quad I_{max} = 1.3 * I_{nominal}$$

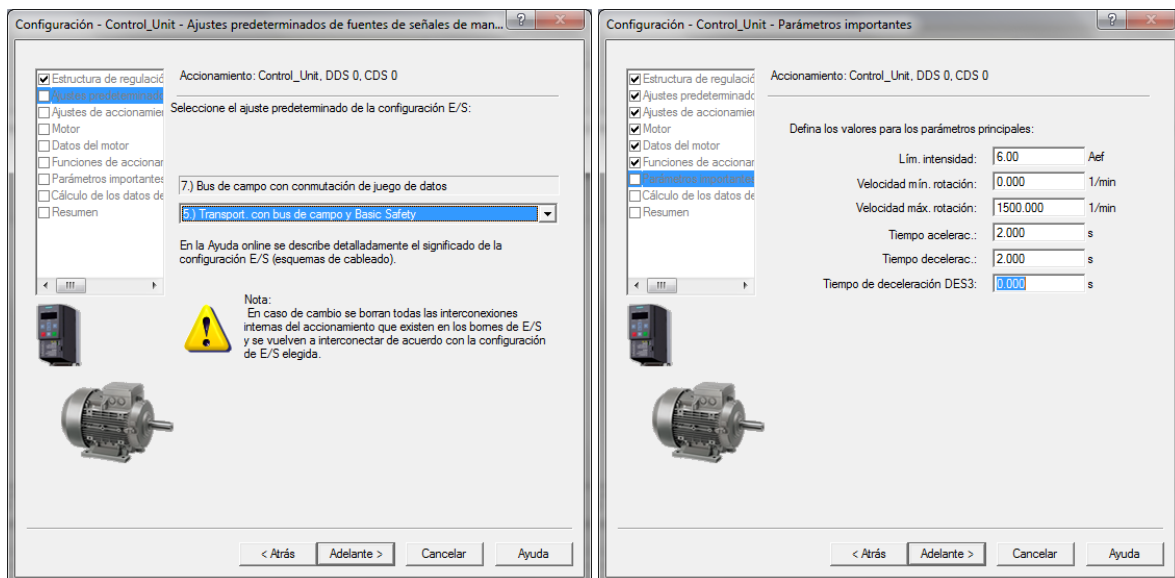


Imagen 29: Parámetros para la configuración del variador

Una vez finalizado el asistente se configura el telegrama a utilizar para comunicarse con el PLC.

En el apartado Bus de campo, se selecciona:

- Profinet (Bus de campo utilizado)
- Telegrama Profisafe 30, PZD-1/1 (Formato del telegrama de seguridad)
- Telegrama estándar 1, PDZ-2/2 (Formato del telegrama de comunicación con el PLC)

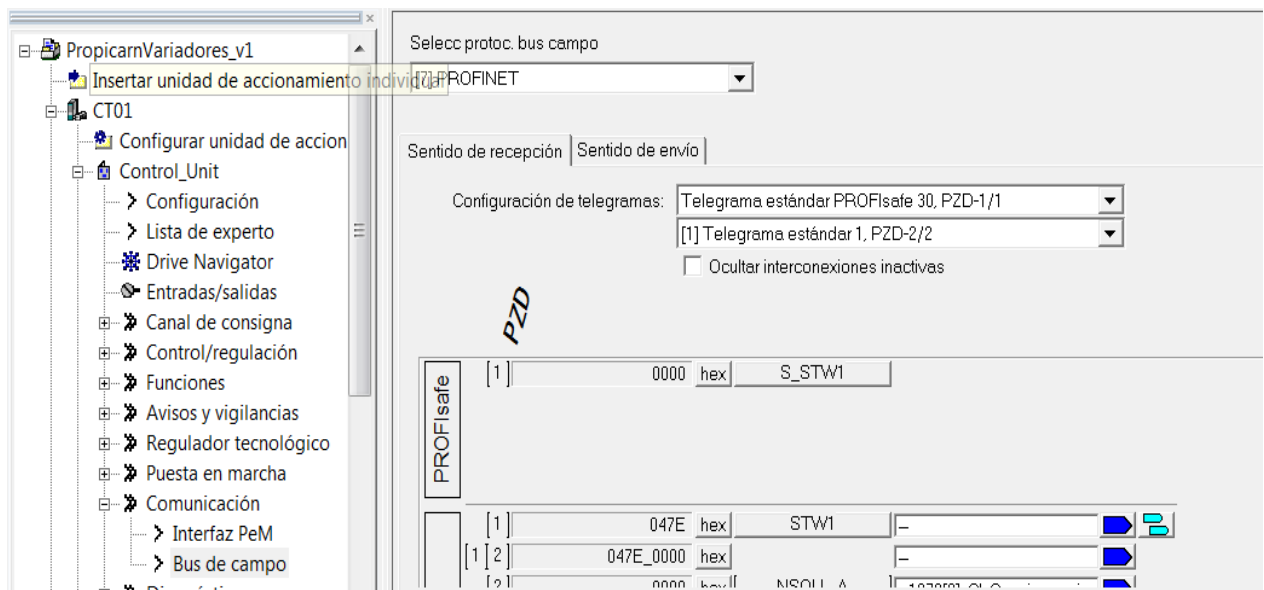


Imagen 30: Programación del Telegrama de los variadores

Para programar el protocolo Profisafe, además, se busca en la “lista de experto” del variador el parámetro P2044, que es el tiempo de alarma si se pierde la comunicación ProfiSafe, situándola en 100.

En la configuración de los parámetros Profisafe que se encuentran en el apartado “Safety Integrated”, se debe indicar la firma de seguridad del hardware que aparece en el proyecto creado en Step7.

En ajustes avanzados se introduce en el parámetro T un 9000.

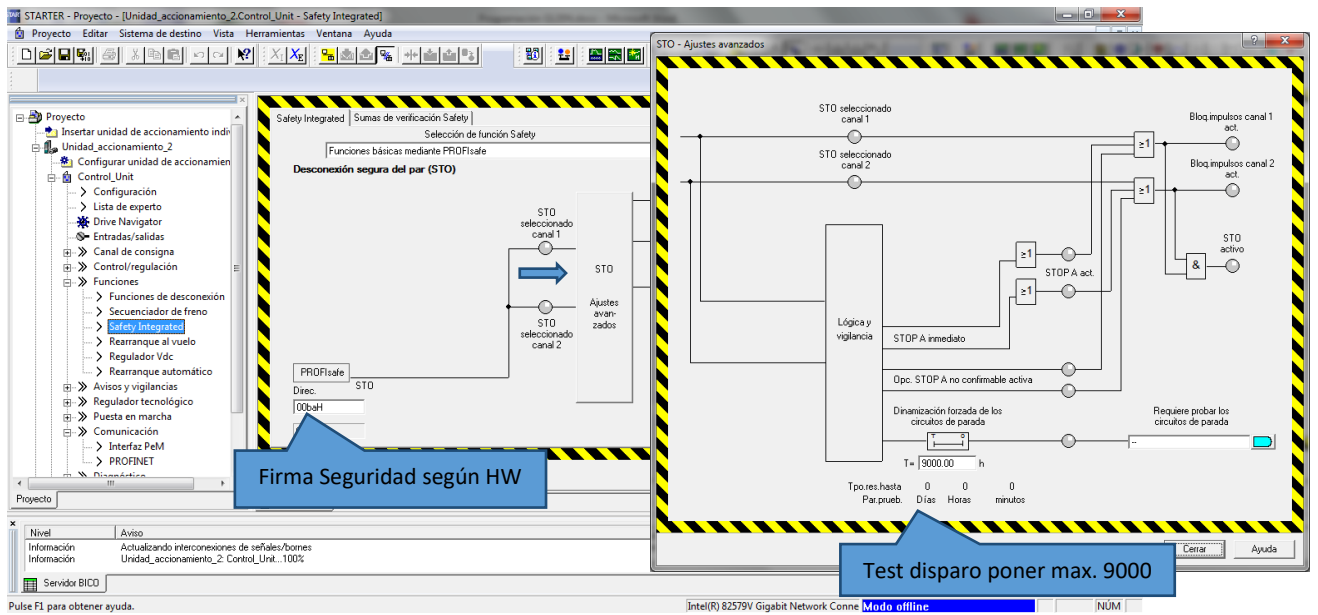


Imagen 31: Configurar ProfiSafe en los variadores

Por último, se copia la firma de seguridad, se cambia la contraseña si se desea y se modifican los ajustes del variador para cargar los del proyecto.

Tras esto aparecerá una ventana emergente en la que se pedirá que se guarde la configuración de RAM a ROM, la cual se aceptará, pues en caso de cortar la fuente de alimentación se perderían los ajustes realizados.

4.5 Programación de la Línea

Entrando en materia de programación, una vez se ha configurado todo lo referente al hardware, lo primero que se debe hacer es crear las UDT de los elementos que se requieran como cintas (CT) y electroválvulas (EV), que agrupan sopladores, tajaderas y empujadores.

Las UDT se definen como estructuras predeterminadas por el usuario para agilizar el proceso de programación en situaciones reiterativas.

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	IN	STRUCT		
+0.0	B1	BOOL	FALSE	Fot.presencia tajadera
+0.1	B2	BOOL	FALSE	Fot.acumulo tajadera
+0.2	B3	BOOL	FALSE	Fot.reserva 1
+0.3	B4	BOOL	FALSE	Fot.reserva 2
+0.4	MX_LM1	BOOL	FALSE	Marca auxiliar 1
+0.5	MX_LM2	BOOL	FALSE	Marca auxiliar 2
+0.6	MX_LM3	BOOL	FALSE	Marca auxiliar 3
+0.7	MX_LM4	BOOL	FALSE	Marca auxiliar 4
+1.0	SE_A	BOOL	FALSE	Sensor Reed alante
+1.1	SE_M	BOOL	FALSE	Sensor Reed atras
+1.2	SE_R	BOOL	FALSE	Sensor Reed intermedio
+1.3	A	BOOL	FALSE	Pulsador marcha adelante
+1.4	R	BOOL	FALSE	Pulsador marcha atras
+1.5	CTRL_FEMOTO	BOOL	FALSE	Control de la EV desde exterior
+1.6	SEL_MAN_MINCC	BOOL	FALSE	Selector de manual desde wincc
+1.7	SEL_BLOQUEO_MOT	BOOL	FALSE	Motor bloqueado
+2.0		END_STRUCT		
+2.0	OUT	STRUCT		
+0.0	MA	BOOL	FALSE	Marcha adelante EV
+0.1	MA	BOOL	FALSE	Marcha atras EV
+0.2	MA	BOOL	FALSE	En marcha
+1.0	RESERVA_1	BYTE	B#16#0	
+2.0		END_STRUCT		
+4.0		DATOS		
+0.0	MANUAL	BOOL	FALSE	Modo manual
+0.1	AUT	BOOL	FALSE	Modo automatico
+0.2	ACK	BOOL	FALSE	Acuse de fallo
+0.3	START	BOOL	FALSE	Start
+0.4	COND_ARR	BOOL	FALSE	Cond.arranque cadena
+0.5	AVISO	BOOL	FALSE	Aviisco general
+0.6	FNGL	BOOL	FALSE	Fallo general
+0.7	ENC_A	BOOL	FALSE	Enclavamiento avance
+1.0	ENC_R	BOOL	FALSE	Enclavamiento retroceso
+1.1	PER_AUT_A	BOOL	FALSE	Perm.aut.adelante rapida
+1.2	PER_MAN_A	BOOL	FALSE	Perm.man.adelante rapida
+1.3	PER_AUT_R	BOOL	FALSE	Perm.aut.retrocreso rapida
+1.4	PER_MAN_R	BOOL	FALSE	Perm.man.retrocreso rapida
+1.5	FP_TIMEOUT	BOOL	FALSE	Flanco positivo timeout
+2.0	N_MAQUINA	INT	0	
+4.0		END_STRUCT		
+8.0		FALLOS		
+0.0	ESTADO_MOK	BOOL	FALSE	Indica el estado del motor (bloqueado ó en manual)
+0.1	FILLO_TIMEOUT	BOOL	FALSE	
+2.0	T_TIMEOUT	INT	0	Contador para comparar el timeout
+4.0	LIMITE_TIMEOUT	INT	22	Tiempo configurable del timeout
+6.0		END_STRUCT		
+14.0		END_STRUCT		

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	IN	STRUCT		
+0.0	B1	BOOL	FALSE	Fot.presencia
+0.1	B2	BOOL	FALSE	Fot.saturation
+0.2	B3	BOOL	FALSE	Fot.reserva 1
+0.3	B4	BOOL	FALSE	Fot.reserva 2
+0.4	MX_LM1	BOOL	FALSE	Marca auxiliar 1
+0.5	MX_LM2	BOOL	FALSE	Marca auxiliar 2
+0.6	MX_LM3	BOOL	FALSE	Marca auxiliar 3
+0.7	MX_LM4	BOOL	FALSE	Marca auxiliar 4
+1.0	UT	BOOL	FALSE	Disparo Térmico. Protecciones eléctricas.
+1.1	CM	BOOL	FALSE	Conf.marcha
+1.2	TE	BOOL	FALSE	Entrada Termistor
+1.3	A	BOOL	FALSE	Pulsador marcha adelante
+1.4	R	BOOL	FALSE	Pulsador marcha atras
+1.5	VAR_FALLLO	BOOL	FALSE	Fallo en variador
+1.6	SEL_MAN_MINCC	BOOL	FALSE	Selector de manual desde wincc
+1.7	SEL_BLOQUEO_MOT	BOOL	FALSE	Motor bloqueado
+2.0		END_STRUCT		
+2.0	OUT	STRUCT		
+0.0	MA	BOOL	FALSE	Marcha adelante CT
+0.1	MA	BOOL	FALSE	Marcha atras CT
+0.2	MA	BOOL	FALSE	En marcha
+0.3	FM_FR	BOOL	FALSE	Freno motor
+1.0	TIEMPO_MA	BYTE	B#16#0	
+2.0		END_STRUCT		
+4.0		DATOS		
+0.0	MANUAL	BOOL	FALSE	Modo manual
+0.1	AUT	BOOL	FALSE	Modo automatico
+0.2	ACK	BOOL	FALSE	Acuse de fallo
+0.3	START	BOOL	FALSE	Start
+0.4	COND_ARR	BOOL	FALSE	Cond.arranque cadena
+0.5	AVISO	BOOL	FALSE	Aviisco general
+0.6	FNGL	BOOL	FALSE	Fallo general
+0.7	ENC_A	BOOL	FALSE	Enclavamiento avance
+1.0	ENC_R	BOOL	FALSE	Enclavamiento retroceso
+1.1	PER_AUT_A	BOOL	FALSE	Perm.aut.adelante
+1.2	PER_MAN_A	BOOL	FALSE	Perm.man.adelante
+1.3	PER_AUT_R	BOOL	FALSE	Perm.aut.retrocreso
+1.4	PER_MAN_R	BOOL	FALSE	Perm.man.retrocreso
+1.5	FP_CM	BOOL	FALSE	Flanco positivo para conf. marcha
+2.0	N_MAQUINA	INT	0	
+4.0	N_VARIADOR	INT	0	Número de variador (si valor es 0 no tiene variador)
+6.0		END_STRUCT		
+10.0		FALLOS		
+0.0	ESTADO_MOK	BOOL	FALSE	Indica el estado del motor (bloqueado ó en manual)
+0.1	FILLO_POTENCIA	BOOL	FALSE	Fallo potencia (fallo variador ó guardamotor)
+0.2	FILLO_TERMISTOR	BOOL	FALSE	Fallo térmico (térmico general ó termistor)
+0.3	FILLO_CM	BOOL	FALSE	Fallo confirmación de marcha
+2.0	TCOMP	INT	0	
+4.0		END_STRUCT		
+14.0		END_STRUCT		

Imagen 32: Ejemplo de UDT.A la drcha. EV y a la izqda. CT.

También se añaden otras UDT como la de “Dispensador” que tiene la misma estructura que “CT” pero cambiando el nombre de algunos bits, haciéndola más intuitiva, o la UDT de “S_ZONA”, que incluye el estado de la línea y bits auxiliares para realizar flancos o activar imágenes de pantalla (HMI).

La mayor parte de estas UDT están estandarizadas en la empresa y forman parte de la misma, sirviendo como base de la programación. Por lo tanto, no forma parte del proyecto su elaboración, pero si su comprensión y su uso, así como la realización de la UDT “Alarmas_CL”, que se utiliza en la función creada para los cabezales de llenado.

Con las UDT creadas o incluidas en el proyecto, se constituyen las distintas DB (ya definidas en el apartado 3.4.2: Programación en Siemens) necesarias para almacenar de forma continua el estado de las variables del sistema. Al igual que las UDT, existen DB que están estandarizadas, como “DB_interface_TP” que forma parte de la comunicación con las pantallas o “Aux_mot”, el cual se utiliza para visualizar todas las variables estándar de las cintas y las electroválvulas a través de un direccionamiento indirecto programado en la FC 25 “Interface_TP”.

Por otro lado, el resto de DB deben generarse en cada proyecto en función de los elementos que integran el mismo y de las necesidades de la instalación.

A continuación, se exponen las diferentes **DB** que se han creado para la programación de la línea de carga y envasado de carne fileteada:

- **DB_HORA_PLC_HMI:** DB de instancia, utilizada por la FB 1. Bloque de datos estandarizado por la empresa para actualización de fecha y hora.
- **DB_HMI:** Se genera conforme avanza el proyecto con las variables que se necesiten. Sirve para enlazar la pantalla con el PLC utilizándola para tareas de control.
- **DB_ENTRADAS:** Se genera al empezar el proyecto. Se almacena todas las entradas de periferia de la línea.
- **DB_SALIDAS:** Se genera al empezar el proyecto. Se almacena todas las salidas de periferia de la línea.
- **MARCAS AUX:** Se genera conforme avanza el proyecto con las variables que se necesiten. Se incluyen variables auxiliares de programación que no tienen cabida en otras DB.
- **TIEMPOS_DOSIFICADOR:** Se genera conforme avanza el proyecto. Se almacena información de los puntos de dosificado, como tiempo de espera, tiempo en marcha y flancos de contaje.
- **DB_ALARMAS_XX:** Se almacena el estado de las alarmas del sistema. Existen tres tipos, cada una con su DB:
 - Cintas (CT)
 - Electroválvulas (EV)
 - Generales(GNRL)
- **DB_VARIADORES:** Se genera al empezar el proyecto. Contiene información de en qué byte de la periferia empieza la comunicación con cada variador, y la información que se transmite.
- **DB_INTERFACE_TP:** Se genera de forma estándar. Contiene variables necesarias para la comunicación entre pantallas y el PLC.
- **VELOCIDADES_HZ:** Se genera al empezar el proyecto. Contiene las variables para poder guardar varias configuraciones distintas de los variadores.
- **AUX_MOT:** Se genera de forma estándar. Contiene variables genéricas del estado de los elementos para mostrarlos por pantalla. Su valor depende de un puntero.
- **CABEZAL_LLENADO_LX:** DB de instancia, utilizada por la FB 12. Se genera uno por cada cabezal de llenado. Contiene variables para conocer el estado de cada uno y poder controlarlo.

- **DB_CADENCIAS:** Se genera conforme avanza el proyecto. Contiene la información necesaria para realizar correctamente la distribución de barquetas entre los cabezales de llenado.
- **ADR_MOT_CT:** Se genera al empezar el proyecto. Contiene información de en qué DB de zona (DM_ZX) y el byte donde empieza la estructura de datos de cada variador.
- **ADR_MOT_EV:** Se genera al empezar el proyecto. Contiene información de en qué DB de zona (DM_ZX) y el byte donde empieza la estructura de datos de cada electroválvula.
- **DM_ZX:** Se genera al empezar el proyecto. Contiene toda la información de los elementos existentes divididos en sus respectivas zonas. Cada zona tiene una DB.

Al igual que ocurre con el resto de elementos, existen una serie de funciones que se encuentran predefinidas y que forman el conjunto de la programación estándar sobre la que se realizan todos los proyectos en la empresa DCM. De nuevo, éstas no han sido creadas para el trabajo que se expone, siendo su entendimiento y buen uso el objetivo a alcanzar.

- **Standard_CT (y su auxiliar):** Evalúa el estado de la cinta correspondiente, controla los fallos que esta pueda tener y activa las alarmas y permisos de movimiento correspondientes.
- **Standard_EV (y su auxiliar):** Evalúa el estado de la electroválvula correspondiente, controla los fallos que esta pueda tener y activa las alarmas y permisos de movimiento correspondientes.
- **Gestión_Recetas:** Permite guardar y seleccionar diferentes configuraciones de velocidades de los variadores de la línea.
- **Cadencia_V2:** Evalúa el estado de varios elementos y selecciona a cuál le corresponde actuar.
- **Interface_TP:** Permite la monitorización y control a través de una pantalla HMI y evita conflictos cuando existe más de una
- **Gestión_Motores:** Realiza la comunicación entre la CPU y el variador correspondiente a través de un telegrama predefinido.
- **Siemens G120:** Telegrama de comunicación entre PLC y el variador.
- **SEL:** Función propia de Siemens. Escoge entre dos valores en función de una variable booleana.

Tras introducir en el proyecto creado en Step7 las funciones estandarizadas, se procede a la programación del resto de elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la línea y que son particulares de la misma.

OB1	OB1	AWL	322	Bloque de organizaci...	0.1
OB35	CYC_INT5	AWL	54	Bloque de organizaci...	0.1
OB80	CYCL_FLT	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB82	AL_DIAG	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB83	I/O_FLT2	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB86	ER_BASTIDOR	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB100	COMPLETE RESTART	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB121	ER_PROGRAMACION	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
OB122	ER_ACCESO	AWL	38	Bloque de organizaci...	0.1
FB1	RELOJ_PLC_HMI_DB1	AWL	1072	Bloque de función	0.1
FB11	CABEZAL_LLENADO_ICO	AWL	416	Bloque de función	0.1
FB12	CABEZAL_LLENADO_v2	AWL	832	Bloque de función	0.1
FB186	F_TOF	AWL F	294	Bloque de función	1.1
FB215	F_ESTOP1	F-FUP	330	Bloque de función	1.0
FB219	F_ACK_GL	AWL F	38	Bloque de función	1.0
FB272	F_ID_CGP	AWL F	15744	Bloque de función	1.2
FB273	F_CTRL_1	AWL F	9334	Bloque de función	1.6
FB274	F_CTRL_2	AWL F	5552	Bloque de función	1.5
FB275	FITOF	AWL F	1092	Bloque de función	1.1
FB276	FIACK_GL	AWL F	118	Bloque de función	1.0
FB277	F_DIAG_N	AWL F	984	Bloque de función	1.0
FB278		AWL F	1274	Bloque de función	5.4
FB279		AWL F	610	Bloque de función	5.4
FC1	STANDARD_CT	AWL	1008	Función	0.1
FC2	STANDARD_EV	AWL	750	Función	0.1
FC11	AUX_STANDARD_CT	AWL	1008	Función	0.1
FC12	AUX_STANDARD_EV	AWL	750	Función	0.1
FC13	AUX_GESTION MOTORES	AWL	666	Función	0.1
FC15	GESTION_RECETAS	AWL	328	Función	0.1
FC20	MODD_ZONAS	AWL	1284	Función	0.1
FC23	CADENCIA_V2	AWL	500	Función	0.1
FC25	INTERFACE_TP	AWL	2228	Función	0.1
FC27	DOSIFICADOR	AWL	756	Función	0.1
FC28	CTRL_CRUCE_V01	AWL	2584	Función	0.1
FC29	DOSIFICA_POR_TPO_100ms	AWL	980	Función	0.1
FC30	GESTION MOTORES	AWL	666	Función	0.1
FC31	SIEMENS G120	AWL	412	Función	0.1
FC32	ARRANCADOR	AWL	96	Función	0.1
FC35	VELOCIDADES	AWL	1366	Función	0.1
FC36	ESCALADO XY	AWL	182	Función	0.1
FC37	DispensadorBarquetas	AWL	2050	Función	0.1
FC38	SEL	AWL	412	Función	1.1
FC40	ENTRADAS_PERIFERIA	AWL	218	Función	0.1
FC41	SALIDAS_PERIFERIA	AWL	178	Función	0.1
FC42	TRASPASOS_ENTRADAS_DM_Z	AWL	3454	Función	0.1
FC43	TRASPASOS_SALIDAS_DM_Z	AWL	386	Función	0.1

Imagen 33: Elementos y funciones del programa realizado

Utilizando el layout de la línea, se resume los elementos que la componen y que requieren de programación, quedado de la siguiente forma:

Nº	Nombre	Tipo	Nº	Nombre	Tipo
1	CT01	Cinta	25	CT20	Cinta
2	CT02	Cinta	26	CT21	Cinta
3	DP01	Cinta	27	CT22	Cinta
4	CT01_TJ1	Electroválvula	28	CT23	Cinta
5	DP01_TJ1	Electroválvula	29	CT03_EM1	Electroválvula
6	DP01_TJ2	Electroválvula	30	CT03_EM2	Electroválvula
7	DP01_TJ3	Electroválvula	31	CT03_EM3	Electroválvula
8	CT03	Cinta	32	CT03_EM4	Electroválvula
9	CT04	Cinta	33	CT03_TJ1	Electroválvula
10	CT05	Cinta	34	CT03_TJ2	Electroválvula
11	CT06	Cinta	35	CT03_TJ3	Electroválvula
12	CT07	Cinta	36	CT03_TJ4	Electroválvula
13	CT08	Cinta	37	CT05_TJ1	Electroválvula
14	CT09	Cinta	38	CT05_TJ2	Electroválvula
15	CT10	Cinta	39	CT08_TJ1	Electroválvula
16	CT11	Cinta	40	CT11_TJ1	Electroválvula
17	CT12	Cinta	41	CT11_TJ2	Electroválvula
18	CT13	Cinta	42	CT14_TJ1	Electroválvula
19	CT14	Cinta	43	CT14_TJ2	Electroválvula
20	CT15	Cinta	44	CT17_TJ1	Electroválvula
21	CT16	Cinta	45	CT19_TJ1	Electroválvula
22	CT17	Cinta	46	CT20_TJ1	Electroválvula
23	CT18	Cinta	47	CT24	Cinta
24	CT19	Cinta	48	CT25	Cinta

Tabla 2:Elementos mecánicos que componen los actuadores de la línea.

Teniendo en consideración la división por zonas que se ha referido con anterioridad, se clasifica los elementos del 1 al 7 como elementos que integran la zona 1, que se corresponde con el dispensador de barquetas, cuyo funcionamiento se controlará a través de la FC 101.

Los componentes del 8 al 46 se integran en la zona 2, que se denominará zona de carga y transporte, y se regirá por la FC 102.

Por último, las cintas CT24 y CT25 se colocan en una zona adicional por motivos de distancia, y se corresponderá con la zona 3 o zona seca, respondiendo a la FC 103.

Además, con el listado de elementos de la línea, se generan las DB necesarias para almacenar no solo el estado en el que se encuentran sino también la dirección de periferia a la que pertenece cada uno de los elementos, para de esta forma poder establecer comunicación con el elemento correcto cada vez que se desee conocer su estado o poder modificarlo. Estas son DB_VARIADORES, VELOCIDADES_HZ, ADR_MOT_CT, ADR_MOT_EV y las DB de zonas (DM_Z1, DM_Z2, DM_Z3).

Con los elementos que deben evaluarse en cada zona bien definidos, comienza la programación de cada una de las zonas.

4.5.1 Estructura de programación

El modelo estándar de programación en la empresa DCM sigue unos patrones muy definidos para activar los accionamientos como variadores y electroválvulas.

En primer lugar, se evalúa la lógica del proceso, indicando si un determinado elemento debe activarse según la secuencia o estado de la línea, ya sea debido a que una FC lo indica en alguna de sus variables de salida o a una secuencia de lógica booleana.

Tras evaluar las condiciones particulares del elemento en cuestión, se estudia el estado de la línea en general, comprobando que se encuentra en posición de admitir el movimiento del elemento.

Si todo está en orden en la línea, se habilita el enclavamiento del dispositivo.

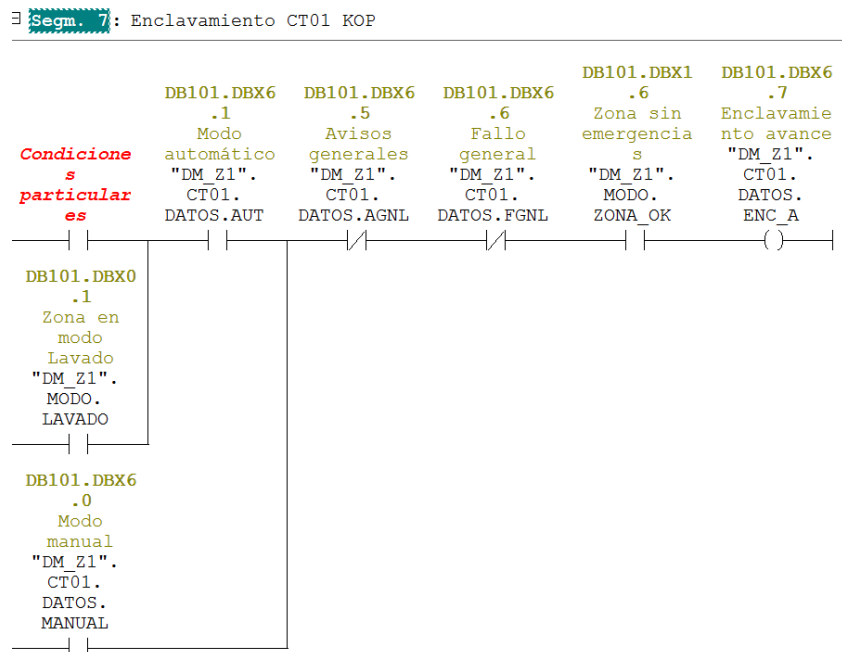


Imagen 34: Traducción de un enclavamiento a KOP

Por último, utilizando la función estándar correspondiente, STANDARD_CT o STANDARD_EV, se efectúa una última comprobación del elemento en particular, activando, en caso favorable, la señal de salida pertinente.

4.6 Programación De Zonas

4.6.1 Zona 1: Dispensador

El dispensador es una máquina considerada independiente, la cual está formada por una cinta de entrada que transporta las torres de bandejas hasta un separador, el cual, a través de un sistema de poleas helicoidales sincronizadas mediante correas dentadas, separa las bandejas unas de otras y las deja caer de una en una sobre una cinta de salida que se encuentra en movimiento.

El conjunto cuenta con dos fotocélulas en la cinta de entrada para comprobar si se encuentra llena, cinco fotocélulas en el separador de barquetas, para conocer el estado de la máquina, y las bisagras de seguridad del sistema Profisafe que evita que se muevan las poleas si éstas se encuentran abiertas.

Al ser una maquina independiente pero única en la línea, su funcionamiento en modo automático se evalúa mediante una FC.

Tras evaluar el estado, devuelve una serie de permisos, que utilizando variables temporales sirven para activar el enclavamiento de cada uno de los elementos que la componen, como tajaderas o variadores.

```

Ej 35: CONTROL DISPENSADOR DE BARQUETAS
// Fallo en algun elemento

U "EM_Z1".DP01.TJ1.FALLOS.ESTADO_NOK DB101.DBX66.0 -- Indica el estado del motor (bloqueado ó en manual)
O "EM_Z1".DP01.TJ2.FALLOS.ESTADO_NOK DB101.DBX80.0 -- Indica el estado del motor (bloqueado ó en manual)
O "EM_Z1".DP01.TJ3.FALLOS.ESTADO_NOK DB101.DBX94.0 -- Indica el estado del motor (bloqueado ó en manual)
O "EM_Z1".CT01.TJ1.FALLOS.ESTADO_NOK DB101.DBX52.0 -- Indica el estado del motor (bloqueado ó en manual)
O "EM_Z1".CT01.FALLOS.ESTADO_NOK DB101.DBX12.0 -- Indica el estado del motor (bloqueado ó en manual)
= #FalloDP01 #FalloDP01

// Condena para la marcha

U "EM_Z1".CT02.OUT.KMA DB101.DBX18.0 -- Marcha adelante CT
UN "EM_Z2".CT03.TJ1.IN.B2 DB102.DBX352.1 -- Fot.acumulo tajadera
= #CondenaMarchaDP01 #CondenaMarchaDP01

// Activar vaciado completo

U "DB_HMI".DispensadorDP01.ActivarVaciadoHMI DB2.DBX22.1
= #VaciadoDP01 #VaciadoDP01

U "DB_HMI".DispensadorDP01.ActivarVaciadoHMI DB2.DBX22.1
U "DB_HMI".DispensadorDP01.ModoVaciadoActivo DB2.DBX22.2
R "DB_HMI".DispensadorDP01.ActivarVaciadoHMI DB2.DBX22.1

// Control dispensador DP01

CALL "DispensadorBarquetas" FC37
ST_MotorDispensador := "EM_Z1".DP01 P#DB101.DBX30.0
ResumenEstadoComponentes:=#FalloDP01 #FalloDP01
CondenaMarcha :=#CondenaMarchaDP01 #CondenaMarchaDP01
ActivaVaciadoCompleto :=#VaciadoDP01 #VaciadoDP01
TiempoActivoVaciar :=SST#1M
TemporizadorVaciar :=T10
TiempoAntesAtasco :=SST#2S
TemporizadorAtasco :=T11
TiempoRetroceso :=SST#500MS
TemporizadorRetroceso :=T12
TiempoFalloCarga :=SST#10S
TemporizadorCarga :=T13
Reset := "DB_ENTRADAS".CT03.TJ1.B2 DB3.DBX9.3 -- FOTOCÉLULA ACUMULO CT03.TJ1.B2 - I1009.3
DP_MarchaDispensador :=#AvanceDP01 #AvanceDP01
TJ1_AvanzaTrampillaTorre:=#TJ_TRAMPILLA_KMA #TJ_TRAMPILLA_KMA
TJ2_AvanzaTopeTorre :=#TJ_SEPARADOR_KMA #TJ_SEPARADOR_KMA
CT_MarchaCintaCarga_KMA :=#CT01_ENC_KMA #CT01_ENC_KMA
CT_MarchaCintaCarga_KMR :=#CT01_ENC_KMR #CT01_ENC_KMR
ModoVaciado := "DB_HMI".DispensadorDP01.ModoVaciadoActivo DB2.DBX22.2
AvisoFallo := "DB_HMI".DispensadorDP01.AlarmaAvtiva DB2.DBX22.0
UDT_FallosDispensador := "DB_ALARMAS_GNRL".ALARMAS_DP01 P#DB9.DBX4.0

```

Imagen 35: Parte del código de la zona 1

El funcionamiento secuencial es el siguiente:

La cinta de entrada avanza si la torre de barquetas en el interior del separador es lo suficientemente baja para permitir el cierre de la tajadera que actúa como base para la entrada de la siguiente columna. Utilizando una fotocélula se asegura que dicha torre se encuentra en posición y se mueve la propia cinta de entrada en dirección contraria para dejar espacio entre torres para evitar que se enganchen unas con otras. A continuación, se abre la tajadera que sostiene las barquetas y estas caen al separador. Las poleas del separador siguen girando al ritmo que se le indique al variador que las controla, dejando caer las bandejas a la cinta de abajo que se encuentra continuamente en funcionamiento.

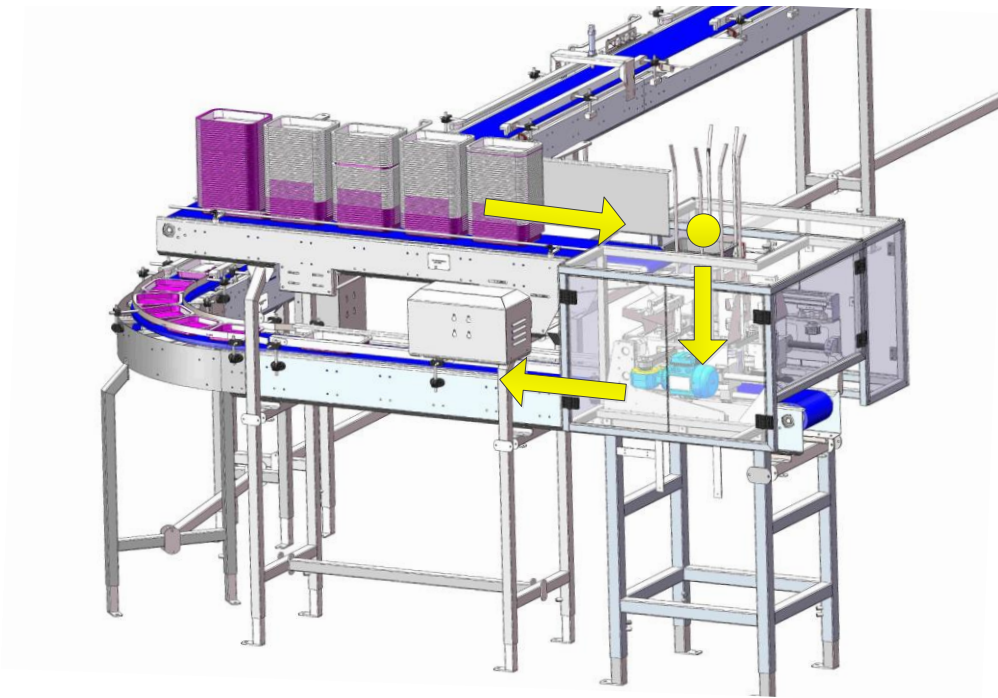


Imagen 36: Esquema del funcionamiento del dispensador

Se añaden además una serie de alarmas como la de atasco o la de parada, que funcionan gracias a la combinación de las fotocélulas que tiene el dispensador.

La pantalla HMI que se instala para toda la línea añade funciones adicionales al dispensador, incluyendo un modo vaciado, de manera que bloquea la entrada de más torres de barquetas y dispensa las que le quedan en remanencia.

Cuando el dispensador se encuentra vacío se permite un cambio de tamaño de barqueta, con la aparición de un selector extra, el cual, dependiendo de la posición, activa una electroválvula que modifica la estructura del dispensador para que separe bandejas del tamaño indicado, existiendo dos tamaños distintos, es decir, dos posiciones.

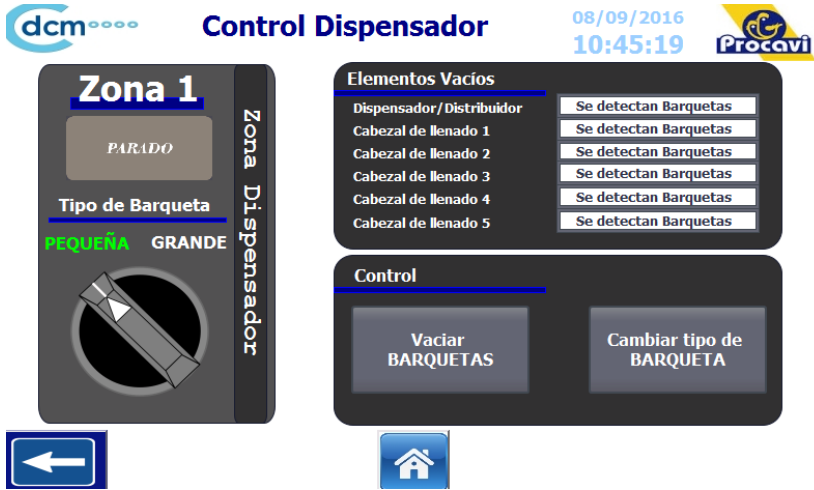


Imagen 37: Pantalla del control del dispensador

4.6.2 Zona 2: Distribución y llenado de bandejas

Una vez dispensadas, las barquetas son transportadas a una cinta de distribución que comunica con los cinco cabezales de llenado.

Para realizar dicha distribución, se utiliza una función de cadencia que asegura que la proporción de barquetas que recibe cada cabezal es el mismo para todos, siempre y cuando todos se encuentren disponibles, pues si uno se encuentra lleno o bloqueado por pantalla, no debe recibir flujo de barquetas. Para ello, se resumen las condiciones que permiten o no el paso de barquetas a una calle en una variable temporal auxiliar, utilizando dichas variables en la función cadencia, que decide cada cuántas barquetas hay que introducir una a la calle correspondiente, activando el enclavamiento del empuje o soplado.

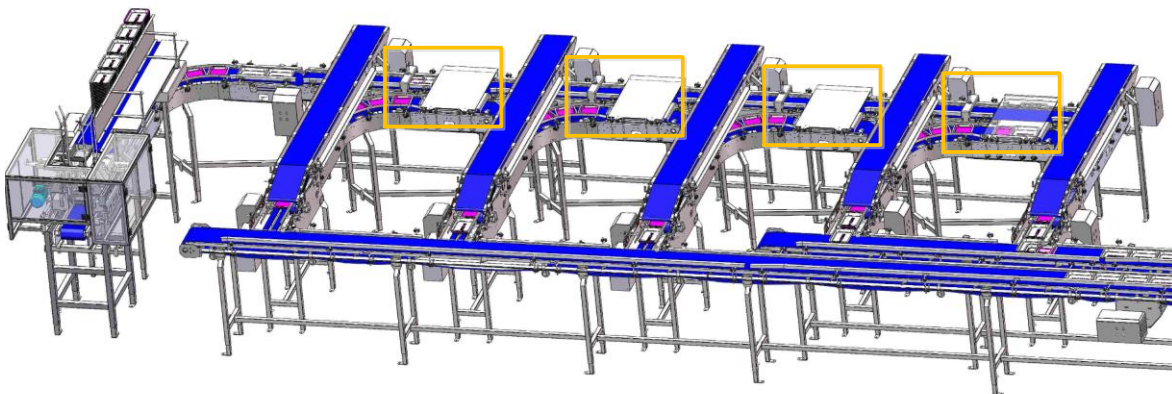


Imagen 38: Localización de los sopladores en la zona 2

El empuje se realiza utilizando un soplador propio para cada calle menos en la última, ya que es la continuación de la propia línea distribuidora.

Cuando la función cadencia indica que se debe soplar una barqueta y ésta alcanza la posición adecuada para el empuje, posición que se conoce gracias a una fotocélula, se detiene el flujo de barquetas a la entrada del soplador utilizando una tajadera de guillotina (pistón en la zona superior).

Para activar la electroválvula de soplado es necesario que:

- Se den las condiciones de soplado (función de cadencia)
- La bandeja esté en posición de empuje (fotocélula B1)
- Haya espacio para empujar en la cinta de destino (fotocélula B2)
- Esté en modo automático y sin fallos

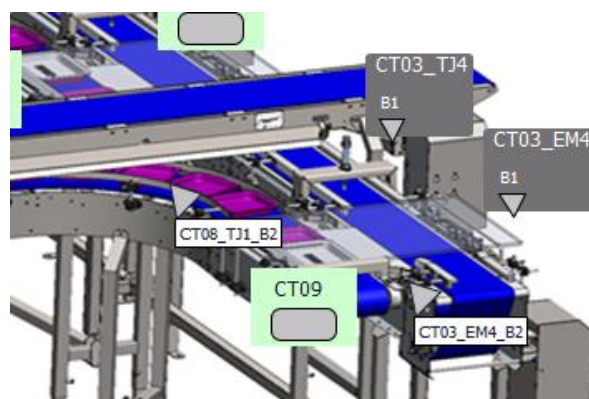


Imagen 39: Pantalla con el estado de los elementos que intervienen en el empuje de barquetas

Una vez la barqueta llega al cabezal, se detiene utilizando una tajadera de bulón (pistón situado en la zona inferior), y espera a que la carne ya fileteada pase por la fotocélula de presencia en la caída, sincronizando la caída de los filetes con la salida de la bandeja.

La cinta de caída funciona a dos velocidades distintas, una nominal y otra lenta.

La velocidad nominal se da cuando las condiciones de carga son las correctas:

- Hay bandeja esperando
- Se puede realizar la carga (no hay acúmulo en las cintas delanteras)

La velocidad lenta se da si cualquiera de estas condiciones no se cumple, de forma que se dé tiempo a que llegue una bandeja o que se libere un hueco en las siguientes cintas. En caso de que llegue la carne a su posición de caída estando en velocidad lenta, la cinta se para.

Debido a que la inercia de la caída de la carne es distinta partiendo de parado que yendo en marcha, el tiempo de sincronización para la liberación de la bandeja es distinto para ambos casos. Ambos tiempos son configurables por pantalla.

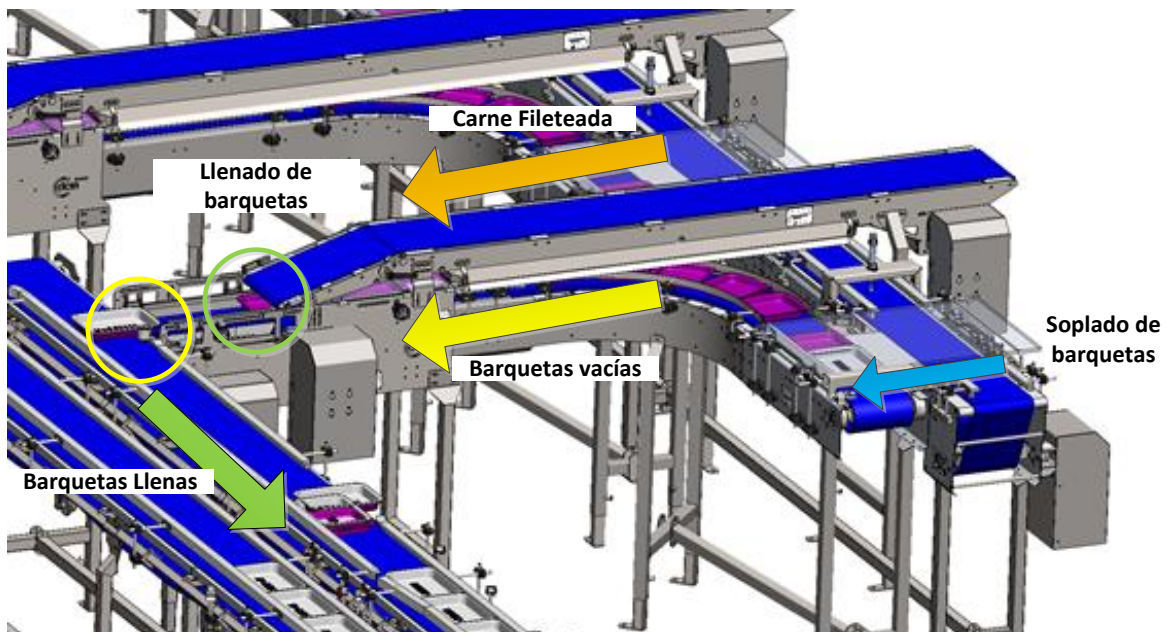


Imagen 40:Esquema de funcionamiento de un cabezal de llenado

Al igual que ocurre con el dispensador de barquetas, se implementan una serie de alarmas como la de atasco o la falta de flujo.

Algunos cabezales de llenado tienen una salida controlada mediante otra tajadera de bulón. Su función es la de evitar golpes a las salidas y atascos.

Más adelante las dos cintas colectoras en las que desembocan los cabezales de llenado, convergen en una, utilizando para ello sendos pistones laterales que otorgan preferencia a las líneas en relación uno a uno, es decir, salen las barquetas de forma intercalada, salvo que alguna no tenga flujo, que permite el paso de la que si tiene.

Esta línea finaliza su trayecto en una maquina independiente de inspección que proporciona una señal de condena, indicando si la misma se encuentra operativa o no, y en caso de no estarlo, se para de forma escalonada la línea de producción afectada.

Además, existe una cinta que une esta máquina de inspección con la termoselladora, la cual también emite una señal de condena parando la cinta cuando proceda.

Todas las condenas son evitables desde la pantalla, bajo responsabilidad del personal de la planta.

La pantalla de control HMI, además de permitir el control y monitorización de cada una de las cintas, añade funcionalidad a los cabezales de llenado. Desde ésta es posible bloquear cada una de los cabezales de llenado, impidiendo que entren más barquetas desde el distribuidor, parando la cinta de caída de carne y mandando una señal de paro a la máquina de corte de carne.

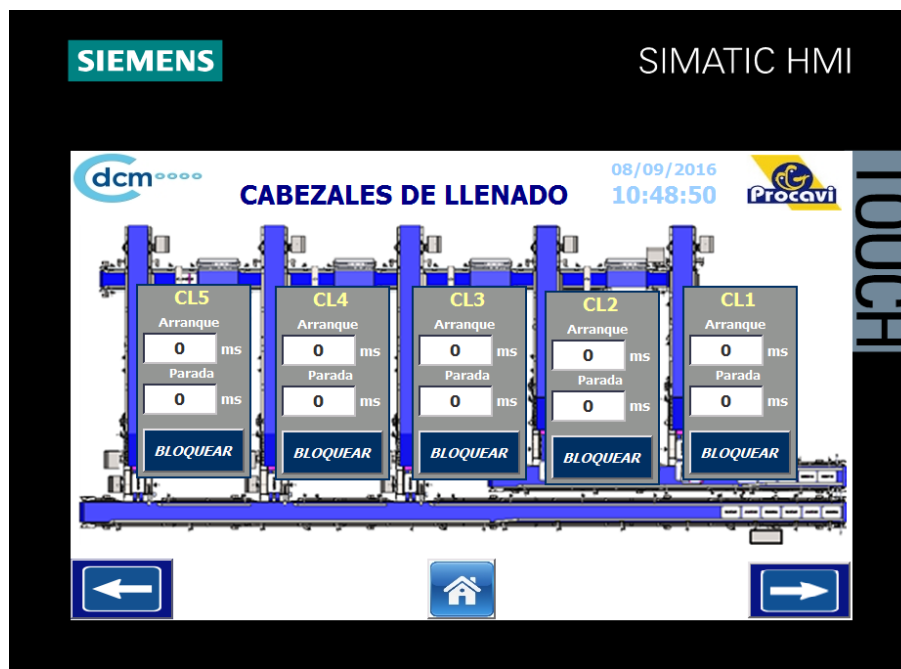


Imagen 41: Pantalla de configuración y control de los cabezales de llenado.

También permite un modo vaciado de las calles que consiste en facilitar el libre paso de las barquetas por las calles, sin restricciones, hasta que todas las fotocélulas del sistema indiquen que no hay presencia de las mismas durante un tiempo determinado.

4.6.3 Zona 3: Zona seca

El funcionamiento de las dos cintas que integran esta zona, consiste únicamente en moverse a una velocidad fija, hacia adelante, cuando se encuentre en modo automático, salvo que la máquina de inspección situada a continuación, indique a través de su respectiva señal de condena que no se encuentra operativa.

Dicha señal de condena es evitable desde la pantalla, bajo responsabilidad del personal de la planta.



Imagen 42: Pantalla de control de condenas

4.6.4 Programación HMI

Las pantallas son una herramienta fundamental para que los operarios de planta puedan realizar su trabajo de la mejor manera posible, por ello su organización resulta tan importante. Debe resultar intuitivo y sencillo, tanto en las tareas comunes, como en la información del estado de la línea y en el control de los elementos básicos que incluyen cintas y electroválvulas.

La explicación de su funcionamiento se ve reflejado en el anexo 1, en el cual se explican todos los símbolos, menús y pantallas que hay, así como sus funciones básicas y complejas, que junto a la formación dada por el propio personal de DCM resulta suficiente para un correcto manejo de la instalación.

En cuanto a la programación, Tia Portal permite diseñar cualquier pantalla de la marca Siemens, permitiendo adaptar cada una al gusto del cliente, con una gran variedad de opciones.

El primer paso es crear un proyecto en el que se inserte la pantalla que se va a utilizar. Es importante elegir bien, pues cada pantalla de Siemens tiene un tamaño, una resolución de imagen y unas funcionalidades distintas, resultando muy laborioso el ajuste al cambiar de modelo.

Con la pantalla creada en el proyecto, se debe definir la conexión desde la propia pantalla a la red Profinet, asignándole una dirección IP, como ya se hiciera con el resto de elementos.

Para ello, en el árbol del proyecto situado en la zona izquierda, se selecciona “Configuración de dispositivos”, y en la sección “Direcciones Ethernet” se fija la dirección IP.

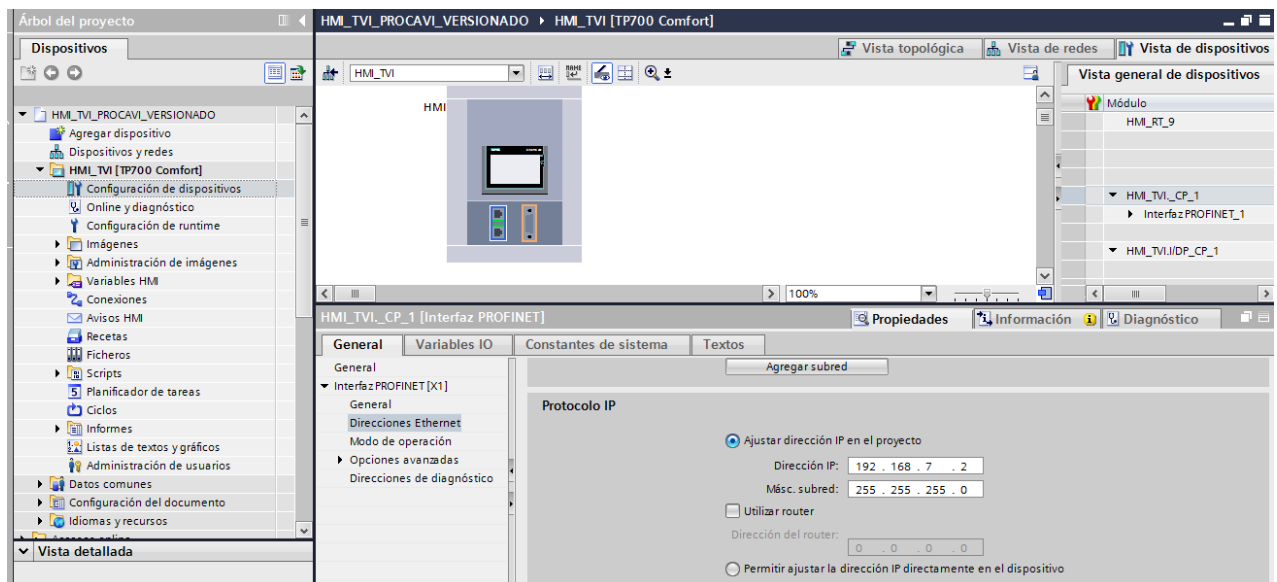


Imagen 43: Configuración IP de la pantalla

El siguiente paso consiste en crear un enlace entre la pantalla y el PLC. Se pueden crear tantos enlaces como PLC's haya en la red, pero no es recomendable crear enlaces que no sean necesarios.

Para realizar el enlace con el único PLC que hay en la línea de carga y transporte de carne fileteada, se entra en la sección "Conexiones" del árbol del proyecto y se agrega una nueva conexión, indicando el nombre y la familia a la que pertenece el PLC.

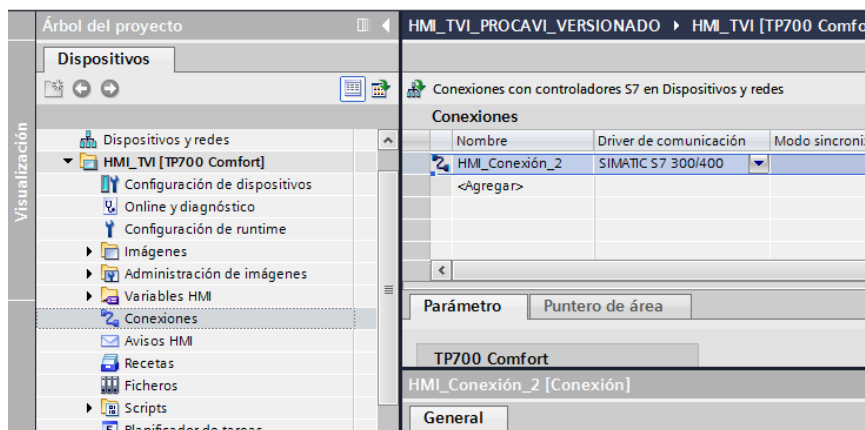


Imagen 44: Conexión de la pantalla con el PLC

Al utilizar una IM151-8F PN/DP, ésta es equivalente a una CPU S-314, por lo tanto, se selecciona "SIMATIC S7 300/400" como driver de comunicación.

A continuación, en la carpeta de "variables HMI", se deben traspasar todas las variables que se quieran visualizar o controlar por pantalla a la tabla de variables propias del Tia Portal. En ésta hay que especificar el tipo de variable que es (booleana, entero, word...), la dirección en la que se encuentra y la conexión a la que pertenece.

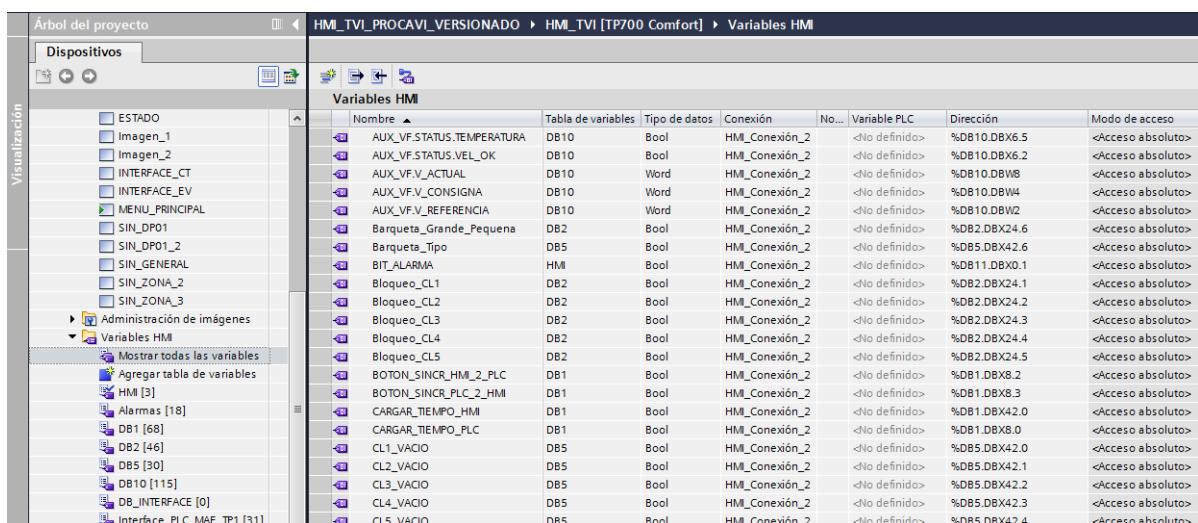


Imagen 45: Variables introducidas en Tia Portal

Con estos elementos definidos, solo queda ir creando las imágenes y estructurando las distintas pantallas necesarias para un correcto manejo de la instalación.

En el menú desplegable de la derecha se encuentran las herramientas necesarias tales como botones, selectores o indicadores, así como todo tipo de funciones predefinidas por Siemens, como un visor de PDF o un administrador de usuarios.

Las herramientas utilizadas como los botones o indicadores, necesitan estar asociados a una variable, ya sea interna de la pantalla o de las definidas en el PLC. Dependiendo del tipo de herramienta seleccionada, necesitará que la variable sea booleana, tipo word, tipo entero, etc... o que se indique si se desea poder modificar dicha variable o únicamente mostrar su valor.

Además, el programa Tia portal permite el uso de estas variables de múltiples formas, no únicamente en forma numérica o a través de un botón, sino que se pueden generar intermitencias, cambios de color o modificar la visibilidad de un objeto concreto, ya sea una imagen, un botón o un texto. Así se puede lograr una mejor representación de lo que está ocurriendo en la línea.

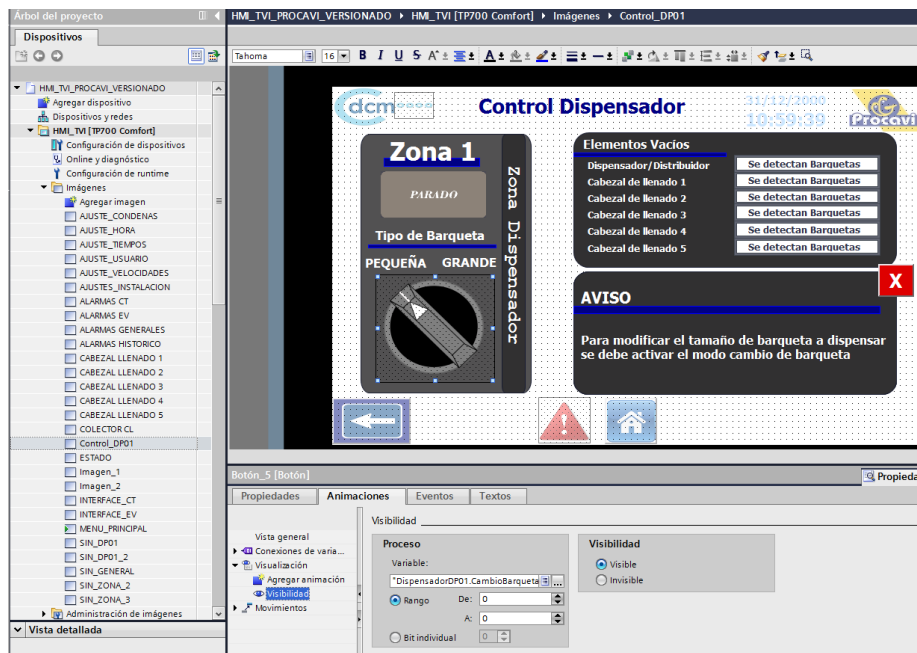


Imagen 46: Programación de la visibilidad de un objeto

Como se explica en los apartados anteriores, la pantalla añade funcionalidad a la instalación, permitiendo realizar acciones como el vaciado del dispensador de barquetas o el bloqueo de un cabezal de llenado. Para ello en la programación de las líneas se han utilizado variables únicamente accesibles desde la pantalla HMI, las cuales se generan en la DB2 “DB_HMI”.

Por último, se explica la función prediseñada de alarmas que implementa Siemens y que permite una visualización clara y concisa de las mismas.

Se distinguen dos tipos de alarmas, las propias de un elemento, como puede ser una seta de emergencia pulsada, un fallo de potencia en un variador o la caída de un presostato, y las programadas, las cuales engloban, entre otras, las alarmas de atasco o fallo de confirmación de marcha.

Ambos tipos se analizan en el PLC, y se guarda su estado en las DB de alarma:

- DB7 – Alarmas de cintas
- DB8 – Alarmas de electroválvula
- DB9 – Alarmas Generales

Así, creando variables en la pantalla HMI referenciadas a estas DB’s, se consigue poder reflejar en un panel el estado de la instalación, facilitando su diagnóstico a los operarios.

Para ello, se crean las variables referidas a las DB’s 7,8 y 9, utilizando como tipo de datos el formato word. A continuación, se genera en la tabla de “Avisos de bit” todas las alarmas que se necesiten, escribiendo en el apartado “Texto de aviso” el mensaje que se desea que aparezca en pantalla cuando se produzca la correspondiente alarma.

Por último, se clasifica la alarma por categoría y se direcciona al bit en el que se encuentre.

Nombre	Tipo de datos	Conexión	Nombre PLC	Variable PLC	Dirección
ALARMA_CT1	Word	HMI_Conexión_2		<No definido>	%DB7.DBW0
ALARMA_CT2	Word	HMI_Conexión_2		<No definido>	%DB7.DBW2
ALARMA_CT3	Word	HMI_Conexión_2		<No definido>	%DB7.DBW4
ALARMA_CT4	Word	HMI_Conexión_2		<No definido>	%DB7.DBW6
ALARMA_CT5	Word	HMI_Conexión_2		<No definido>	%DB7.DBW8
ALARMA_CT6	Word	HMI_Conexión_2		<No definido>	%DB7.DBW10
ALARMA_CT7	Word	HMI_Conexión_2		<No definido>	%DB7.DBW12

ID	Texto de aviso	Categoría	Variable de ...	Bit de ...	Dirección de ...	Variable de ac...	Bit de ..	Dirección de ...
1	Motor bloqueado o Manual. Arrancador/variador CT01	Alarmas CT	ALARMA_CT1	8	%DB7.DBX0.0	<Ninguna var...	0	
2	Fallo potencia arrancador/variador CT01	Alarmas CT	ALARMA_CT1	9	%DB7.DBX0.1	<Ninguna var...	0	
3	Fallo térmico CT01	Alarmas CT	ALARMA_CT1	10	%DB7.DBX0.2	<Ninguna var...	0	
4	Fallo confirmación marcha CT01	Alarmas CT	ALARMA_CT1	11	%DB7.DBX0.3	<Ninguna var...	0	
5	Motor bloqueado o Manual. Arrancador/variador CT02	Alarmas CT	ALARMA_CT1	12	%DB7.DBX0.4	<Ninguna var...	0	
6	Fallo potencia arrancador/variador CT02	Alarmas CT	ALARMA_CT1	13	%DB7.DBX0.5	<Ninguna var...	0	
7	Fallo térmico CT02	Alarmas CT	ALARMA_CT1	14	%DB7.DBX0.6	<Ninguna var...	0	
8	Fallo confirmación marcha CT02	Alarmas CT	ALARMA_CT1	15	%DB7.DBX0.7	<Ninguna var...	0	
9	Motor bloqueado o Manual. Arrancador/variador DP01	Alarmas CT	ALARMA_CT1	0	%DB7.DBX1.0	<Ninguna var...	0	
10	Fallo potencia arrancador/variador DP01	Alarmas CT	ALARMA_CT1	1	%DB7.DBX1.1	<Ninguna var...	0	
11	Fallo térmico DP01	Alarmas CT	ALARMA_CT1	2	%DB7.DBX1.2	<Ninguna var...	0	
12	Fallo confirmación marcha DP01	Alarmas CT	ALARMA_CT1	3	%DB7.DBX1.3	<Ninguna var...	0	

Imagen 47: Alarmas en la pantalla HMI

Con las alarmas creadas en la pantalla, se añade en una imagen la función predeterminada que implementa Tia Portal “visor de avisos”, indicando la categoría o categorías que se desean mostrar en dicho panel.

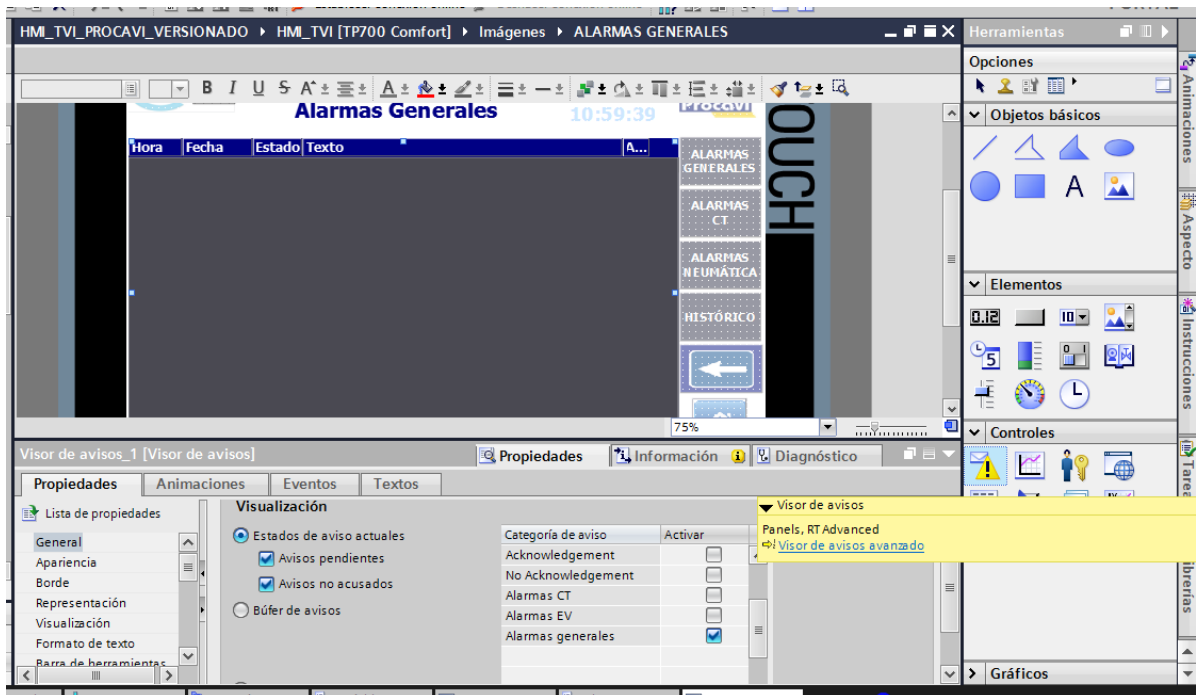


Imagen 48:Visor de alarmas en la pantalla

Por el estándar utilizado en DMC, las alarmas se clasifican en tres grupos principales: alarmas de motores, alarmas de actuadores neumáticos y alarmas generales. También se podrá encontrar una tabla con el histórico de alarmas donde se registran sin filtrar por tipos y que no se puede borrar.

4.7 Pruebas y puesta en marcha

Tras terminar la programación, la instalación se ha montado en el taller que tiene la empresa DCM en Buñol, Valencia. El objetivo de dicho montaje es la realización de pruebas y la depuración de errores.

En primer lugar, se comprueba si la línea se encuentra bien diseñada y el montaje se ha realizado correctamente, moviendo los elementos en manual y haciendo pruebas en vacío con cada sección o zona de la instalación. Esta comprobación permite ajustar bien la situación y colocación de todos los dispositivos, en especial las fotocélulas y los actuadores como tajaderas.

Con todos los elementos en su lugar correspondiente, se realizan pruebas por zonas, en funcionamiento nominal, depurando posibles errores de programación y mejorando aquellas funciones que no se ajusten al diseño preestablecido.

A continuación, se utilizan productos cárnicos similares a los que se utilizarán en la instalación una vez montada, buscando reproducir el comportamiento real de toda la línea en su conjunto. De nuevo se ajustan los parámetros, tiempos y señales que corresponda con la intención de mejorar el funcionamiento de la línea.

Con el funcionamiento estándar probado y validado, se somete al sistema a ensayos en funcionamiento poco común, provocando alarmas y anomalías para comprobar y mejorar su respuesta.

Resulta de gran importancia comprobar todos y cada uno de los dispositivos de seguridad y la programación de las paradas y acuse de los posibles fallos de seguridad, pues se evalúa por el personal de la empresa cliente para validar la línea.

Al finalizar las pruebas se concluye que los resultados obtenidos son favorables quedando únicamente la puesta en marcha de la línea en las instalaciones del cliente, que se llevará a cabo a las pocas semanas de finalizar este documento.

5. CONCLUSIONES

Al finalizar la programación de la línea y comprobar su correcto funcionamiento en las pruebas realizadas en el taller, se puede concluir que se han cumplido los siguientes objetivos:

- Se ha conseguido un llenado de las barquetas con carne fileteada con pérdidas mínimas.
- La admisión de dos tipos de bandejas en la línea de producción.
- Se ha añadido funciones a la línea que la dotan de flexibilidad como el bloqueo de cabezales de llenado.
- El sistema de seguridad cumple perfectamente con la normativa vigente, protegiendo a los operarios que trabajen en la misma y a los propios elementos que la componen. Comprobado por el personal de la empresa cliente.
- Se permite monitorizar y controlar toda la instalación desde el puesto de control central utilizando para ello el dispositivo HMI instalado.
- La 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 instalado cartas de entrada y salida de señales de reserva para proporcionar la posibilidad de ampliar la línea o su funcionalidad en un futuro.
- Se ha conseguido el menor coste posible dentro de las especificaciones demandadas y el tipo de instalación a realizar.

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

- Estudiar en profundidad la programación en Siemens y en AWL.
- Estudiar la línea, sus elementos y las funcionalidades requeridas.
- Diseñar una estructura de programación conforme a los estándares utilizados en la empresa DCM.
- Programar y configurar el hardware involucrado en la línea.
- Estudiar y configurar las comunicaciones Profinet y seguridades ProfiSafe.
- Diseñar y programar un interfaz de pantalla HMI para el control y la monitorización de la planta.
- Realizar pruebas y comprobar el correcto funcionamiento de los elementos y de su cohesión en la 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 y, sobre todo, se reduce el riesgo de los operarios de planta a unos niveles mínimos, gracias a los sistemas de seguridad que permite implementar el protocolo ProfiSafe.

Finalmente, el proyecto se ha llevado a cabo de forma satisfactoria, tanto para el personal involucrado de DCM como para el cliente, cuyos representantes estuvieron en las pruebas en el taller, esperándose que se repitan los resultados en su localización final, la cual se instalará en las próximas semanas.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Red industrial PROFINet: Tecnologías de control.
http://isa.uniovi.es/docencia/ra_marina/cuatrim2/Temas/11%20-%20PROFINet.pdf
2. Lázaro Gallardo Manuel. PLCs de Seguridad frente a PLCs de Propósito General. Siemens. Biblioteca virtual.
http://www.isa-spain.org/images/biblioteca_virtual/rt0502%20-%20plc%20seguridad%20vs%20plc%20de%20prop%C3%B3sito%20general.pdf
3. Siemens AG Industry Sector Industry Automation and Drive Technologies Postfach 23 55 90713 FÜRTH ALEMANIA. Referencia E20001-A150-M103-V8-7800 Dispo 27610 WÜ/26811 XX03.52.1.09 WS 04112.0
https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/seguridad_industrial/industria_manufacturera/Documents/Safety%20Integrated.pdf
4. Siemens AG Industry Sector Postfach 48 48 90026 NÜRNBERG ALEMANIA. PDF: (6ZB5310-0NB04-0BA6) 3P.8301.28.04 BR 0511 PDF 44 Es Manufactured in Germany. Folleto [Abril 2011].
https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_safety_integrated_for_factory_automation_es.pdf
5. ARCweb.com. ALLIED DRIVE DEDHAM MA 02026 USA 781-471-1000. [Abril 2006]
<http://www.empautomation.com/LinkClick.aspx?fileticket=KG-3hOMe-fk%3D&tabid=245>
6. <http://www.etitudela.com/celula/downloads/entradasalidasdescentralizadas.pdf>
7. Piñero Rueda, Jose Manuel. Control de un motor de inducción usando un variador de frecuencia. Proyecto Fin de Carrera Grado en ingeniería de las tecnologías de la telecomunicación. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Sevilla. [Sevilla, 2015]
<http://www.infopl.net/descargas/104-siemens/automatas/s7-300-400/2406-control-variador-frecuencia-s7-300>
8. <https://programacionsiemens.com/step-7-awl-fup-kop-cual-elijo/>
9. Phoenix Contact. Técnica de seguridad: Del relé de parada de emergencia hasta el sistema de control seguro. MNR 5150858/01.03.2012-07. [Phoenix, 2012]
https://www.phoenixcontact.com/assets/downloads_ed/global/web_dwl_promotion/5150858_ES_INT_Tecnica_de_seguridad_LoRes.pdf

10. Lista de instrucciones (AWL) para S7-300 y S7-400 .Manual de referencia. Autor:Siemens. Ref: 6ES7810-4CA10-8DW1. A5E02790285-01. [Mayo, 2010]
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/446/45523446/att_79276/v1/s7awl_d.pdf
11. Martínez Torres, José. 7 Programación Avanzada: Todo lo que siempre quisiste saber y nadie te había dicho. Edición 1. [Valencia, 1999]
<http://isa.umh.es/asignaturas/ci/Step%207%20Avanzado.PDF>
12. Ortiz, Juan Carlos. Guía de Programación 2016 DCM S.L.
13. Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. **Publicado en:** «BOE» núm. 246, de 11 de octubre de 2008, páginas 40995 a 41030 (36 págs.) Sección: I. Disposiciones generales. Departamento: Ministerio de la Presidencia. Referencia: BOE-A-2008-16387
RD 2006_42_CE: Directiva de Máquinas de la Unión Europea
14. AENOR. EN ISO 13849-1:2006 – Seguridad de las máquinas. Partes del sistema de mando relativas a seguridad. Se complementa con la norma EN 62061:2005
15. AENOR: EN ISO 13849-2:2008 – Seguridad de las máquinas.
16. AENOR: EN ISO 13857:2008 – Seguridad de las máquinas. Distancia de seguridad para impedir que se almacenen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.
17. AENOR: EN 1672-2:12/1994: Requisitos sobre Higiene en Maquinaria para Productos Alimentarios.
18. IEC UNE-EN 62061:2005: Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y programables relativos a la seguridad.
19. Norma IEC-61131-3. Estandarización de los lenguajes de programación sobre los diferentes tipos de autómatas programables y sus periféricos.
20. Profinet - autor Siemens AG -2005- Ref. E20001-A11-M116-V1-7800.
21. <http://www.profibus.com/nc/pi-organization/regional-pi-associations/spain/descargas/descargas-locales/damdownload/infraestructura-de-red-profinet/download/>
22. Siemens AG. Software para controladores SIMATIC. Siemens ST 70 · 2015
<http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/catalog/es/simatic-st70-chap11-spanish-2015.pdf>



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER ACADÉMICO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DESARROLLO DE LA
AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA
DE LLENADO Y TRANSPORTE DE
PRODUCTOS CÁRNICOS MEDIANTE
AUTÓMATAS Y HMI SIEMENS A
TRAVÉS DE RED PROFINET**

DOCUMENTO N°2: PRESUPUESTO

AUTOR: CARLOS IGNACIO PÉREZ GARCÍA

TUTOR: JAVIER SANCHIS SAEZ

COTUTOR: RAÚL SIMARRO FERNÁNDEZ

Curso Académico:2015-16

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	CUADRO DE PRECIOS.....	6
2.1.	Cuadro de precios nº1: Mano de obra	6
2.2.	Cuadro de precios nº2: Materiales.....	8
2.3.	Cuadro de precios nº3: Precios unitarios	9
2.4.	Cuadro de precios nº4: Precios descompuestos	10
3.	PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE MATERIAL.....	12
4.	PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	12
5.	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....	13

1. INTRODUCCIÓN

En el actual documento se procede a desglosar el presupuesto que engloba los elementos necesarios para la programación de la línea de carga y transporte de carne fileteada, descrito en los documentos anteriores.

Pese a que la empresa DCM realiza el proyecto integral, desde el diseño, hasta la puesta en marcha de la misma, en este documento únicamente se contabilizará aquellos aspectos en cuanto a presupuesto que sean significativos para la labor de programar su funcionamiento.

La realización del trabajo, pues, se ha desarrollado contando con los siguientes objetos ya definidos:

- Diseño de la línea.
- Construcción y montaje de los elementos mecánicos tales como cintas, cabezales de llenado o el dispensador de barquetas.
- Montaje del armario eléctrico y componentes como relés, seccionadores, etc...
- Cableado eléctrico.
- Montaje electromecánico de la instalación.
- Todos los elementos mecánicos y eléctricos necesarios para su funcionamiento fuera del ámbito de la programación.

Los empleados que toman parte en esta etapa del proyecto son un programador que se encarga de la automatización de la línea y un eléctrico que monte y apoye al programador cuando éste lo necesite.

2. CUADRO DE PRECIOS

2.1. Cuadro de precios nº1: Mano de obra

- Mano de obra directa:

El precio de la mano de obra se ha tomado de los salarios por categorías profesionales publicados en el Boletín Oficial del Estado.

- Graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales – Categoría II

CONCEPTOS	TOTAL (€)
Salario base	18756,171
Gratificaciones extra (junio, Navidad y Vacaciones)	4220,138
Pluses salariales (Transporte, desgaste herramientas, prendas trabajo)	1200,843
Seguridad social (Base cotización, contingencias comunes, accidentes trabajo, desempleo, fondo garantía salarial y formación profesional)	6.025,32
TOTAL ANUAL	30202,472
A FACTURAR:	
Por Jornada	119,851
Por hora	14,98

Tabla 1: Desglose del coste de un graduado en ingeniería en tecnologías industriales

La duración del proceso de programación ha sido de dos días, realizando el operario, 8 horas diarias teniendo 22 días hábiles por mes. Se estima un total de 16 horas trabajadas.

- Técnico electricista (Oficial de 3ª) – Categoría VI

CONCEPTOS	TOTAL (€)
Salario base	13271,4
Gratificaciones extra (junio, Navidad y Vacaciones)	2986,065
Pluses salariales (Transporte, desgaste herramientas, prendas trabajo)	1960,686
Seguridad social (Base cotización, contingencias comunes, accidentes trabajo, desempleo, fondo garantía salarial y formación profesional)	6.025,32
TOTAL ANUAL	24243,471
A FACTURAR:	
Por Jornada	96,20
Por hora	12,03

Tabla 2: Desglose del coste de un técnico electricista

La duración de la instalación ha sido de un día, y el apoyo ofrecido al programador ha sido, en total, de 12 horas adicionales repartidas a lo largo de las dos primeras semanas. Considerando la jornada de 8 horas, se estima un total de 20 horas trabajadas.

- Coste Mano de Obra:

	Precio/hora (€/h)	Tiempo (h)	Total (€)
Graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales	14,98	176	2636,72
Técnico electricista	12,03	20	240,6
Total	27,01	196	2877,32

Tabla 3: Coste total de la mano de obra

2.2. Cuadro de precios nº2: Materiales

A continuación, se detallarán los precios de los materiales que han sido utilizados en el presente trabajo, divididos según su naturaleza:

- Hardware.

PRODUCTO	PRECIO
IM151 - 8F PN/DP CPU	1258,56
ET200	375,97
PM - E - DC24V	16,11
8DI DC24V	52,27
8DO DC24V / 0,5A	60,39
4 - DI / 3F - DO DC24V / 2A	430,92
4/8 F - DI DC24V	260,68
Pantalla TP700	802,09
Cable ProfiNet	1,16
Variador Siemens G120 0,75 Kw 400v	568,3
Bloque electroválvulas	997,21

Tabla 4: Gastos de hardware

- Software.

Las licencias para el uso del software adquirido representan un coste de amortización en lo que a este proyecto se refiere, el cual se calcula como:

$$Coste_{Amortización}(\text{€/h}) = \frac{Coste_{Total}}{Tiempo_{Amortización}}$$

Se considera un periodo de amortización de 3 años, que se corresponden con 2080 horas laborales. Teniendo en cuenta el cálculo realizado, la tabla de software queda de la siguiente forma:

Descripción del elemento	Precio (€/h)
STEP 7	0,29
TIA PORTAL V13	0,29
STARTER V4.4	0,29

Tabla 5: Gastos de software

*Las licencias se compran de forma conjunta con un combo ofertado por Siemens.

- Coste de material.

PRODUCTO	Precio unitario	Unidades	Total (€)
IM151 - 8F PN/DP CPU	1258,56	1	1258,56
ET200	375,97	2	751,94
PM - E - DC24V	16,11	9	144,99
8DI DC24V	52,27	16	832,32
8DO DC24V / 0,5A	60,39	5	301,95
4 - DI / 3F - DO DC24V / 2A	430,92	3	1292,85
4/8 F - DI DC24V	260,68	1	260,68
Pantalla TP700	802,09	1	802,09
Cable ProfiNet	1,16	60	69,9
Variador Siemens G120 0,75 Kw 400v	568,3	15	8524,5
Bloque electroválvulas	997,21	2	1994,42
Step 7	0,29	88	25,52
Tía Portal	0,29	52,8	15,32
Starter V4.4	0,29	17,6	5,11
		TOTAL	16280,15

Tabla 6: Coste total del material

2.3. Cuadro de precios nº3: Precios unitarios

En la siguiente tabla se presentan los precios unitarios por unidad de obra:

Nº de Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
1	Estudio previo, diseño y montaje de la instalación	1	17145,19	17145,19
2	Programación de la línea	1	1433,64	1433,64
3	Programación de los elementos externos, comunicaciones y pantalla HMI.	1	1156,81	1156,81

Tabla 7: Gastos unitarios

2.4. Cuadro de precios nº4: Precios descompuestos

Los precios descompuestos indican los precios de las unidades de obra, especificando en cada una las cantidades de materiales y los tiempos empleados de la mano de obra.

1	Estudio previo, diseño y montaje de la instalación				
1.1	Unidad	Descripción	Medición	Precio	Importe
	Ud.	IM151 - 8F PN/DP CPU	1	1258,56	1258,56
	Ud.	ET200	2	375,97	751,94
	Ud.	PM - E - DC24V	9	16,11	144,99
	Ud.	8DI DC24V	16	52,27	836,32
	Ud.	8DO DC24V / 0,5A	5	60,39	301,95
	Ud.	4 - DI / 3F - DO DC24V / 2A	3	430,92	1292,76
	Ud.	4/8 F - DI DC24V	1	260,68	260,68
	Ud	Pantalla TP700	802,09	1	802,09
	m	Cable ProfiNet	60	1,16	69,60
	Ud.	Variador Siemens G120 0,75 Kw 400v	15	568,3	8524,50
	Ud.	Bloque electroválvulas	2	997,21	1994,42
	h	Ingeniero Programador	17,6	14,98	263,65
	h	Técnico electricista	12	12,03	144,36
		Costes Indirectos	0,03 (%)	16645,82	499,37
				Total	17145,19

Tabla 8: Precio descompuesto de la unidad de obra 1.

2	Programación de la línea				
2.1	Unidad	Descripción	Medición	Precio	Importe
	Ud.	Step 7	88	0,29	25,52
	Ud.	Ingeniero Programador	88	14,98	1318,24
	Ud.	Técnico electricista	4	12,03	48,12
		Costes Indirectos	0,03 (%)	1391,88	41,76
				Total	1433,64

Tabla 9: Precio descompuesto de la unidad de obra 2.

3	Programación de los elementos externos, comunicaciones y pantalla HMI.				
3.1	Unidad	Descripción	Medición	Precio	Importe
	Ud.	Tia Portal v13	52,8	0,29	15,31
	Ud.	Starter v4.4	17,6	0,29	5,10
	Ud.	Ingeniero Programador	70,4	14,98	1054,59
	h	Técnico electricista	4	12,03	48,12
		Costes Indirectos	0,03 (%)	1123,12	33,69
				Total	1156,81

Tabla 10: Precio descompuesto de la unidad de obra 3.

3. PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE MATERIAL

Tras el desglose realizado en el apartado anterior, procedemos a obtener el presupuesto total de ejecución de material, el importe que refleja el coste directo del trabajo:

Nº de Orden	Descripción	Importe (€)
1	Estudio previo, diseño y montaje de la instalación	17145,19
2	Programación de la línea	1433,64
3	Programación de los elementos externos, comunicaciones y pantalla HMI.	1156,81
Presupuesto total de ejecución de material		19735,64

Tabla 11: Presupuesto total de ejecución de material.

El presupuesto total de ejecución de material asciende a un total de:

DIECINUEVE MIL SETECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

4. PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

El presupuesto de ejecución por contrata se calcula añadiendo al presupuesto de ejecución material los gastos generales, que incluyen tramitación licencias, documentación, estudios, etc. y el beneficio industrial.

Descripción	Importe (€)
Presupuesto total de ejecución de material	19735,64
Gastos Generales (13%)	2565,63
Beneficio industrial (6%)	1184,13
Presupuesto de Ejecución por Contrata	23485,41

Tabla 12: Presupuesto total de ejecución por contrata.

El presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a un total de:

VEINTITRES MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS.

5. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

El presupuesto base de licitación es el coste total del proyecto tras incluir todos los gastos adicionales a la ejecución del proyecto.

Se calcula añadiendo el I.V.A al Presupuesto de Ejecución por Contrata.

Descripción	Importe (€)
Presupuesto de Ejecución por Contrata	23485,41
I.V.A. (21%)	4931,94
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	28417,35

Tabla 13: Presupuesto base de licitación

El presupuesto base de licitación asciende a un total de:

VEINTIOCHO MIL CUATRO CIENTOS DIECISIETE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER ACADÉMICO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DESARROLLO DE LA
AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA
DE LLENADO Y TRANSPORTE DE
PRODUCTOS CÁRNICOS MEDIANTE
AUTÓMATAS Y HMI SIEMENS A
TRAVÉS DE RED PROFINET**

DOCUMENTO N°3: GUÍA DE USUARIO

AUTOR: CARLOS IGNACIO PÉREZ GARCÍA

TUTOR: JAVIER SANCHIS SAEZ

COTUTOR: RAÚL SIMARRO FERNÁNDEZ

Curso Académico:2015-16

ÍNDICE

1-	INTRODUCCIÓN	5
2-	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	5
3-	IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS	6
4-	CONTROL Y DIAGNÓSTICO DE LA INSTALACIÓN	8
4.1	Identificación del estado de la instalación.	8
4.2	Identificación de alarmas de la instalación.	9
	Alarmas de motores:	9
	Alarmas de actuadores neumáticos:	9
	Alarmas generales de la instalación.	10
4.3	Identificación de estados mediante las balizas indicativas.	10
4.4	Leyenda de símbolos específicos del sinóptico de pantalla.	11
5-	CONTROL INDIVIDUAL DE ACCIONAMIENTOS	11
6-	ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA.....	12
6.1	Descripción.	12
6.2	Modos adicionales.....	12
6.3	Alarmas específicas.	13
7-	GUÍA DE PANTALLAS.....	14
7.1	Pantalla Menú Principal.	14
7.2	Sinóptico.....	15
7.3	Alarmas.....	16
7.4	Control Motores.	17
7.5	Control Neumático.	19
7.6	Ajustes.	20
7.7	Control de entrada de usuarios.....	20
7.8	Ajustes de fecha y hora de la instalación.	21
7.9	Condenas	22
7.10	Ajuste de velocidades.....	23
7.11	Ajuste de los Cabezales de Llenado.....	24
7.12	Control del dispensador DP01	25
7.13	Estado del sistema.....	26

1- INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente documento es describir los elementos de visualización y manejo para el diagnóstico y control de la instalación y los elementos que la componen.

Este documento busca dotar al operario de las herramientas necesarias para desenvolverse de forma adecuada ante la instalación correspondiente, siendo capaz de controlar de forma correcta la misma, ya sea en automático, o de forma individual cada uno de los accionamientos, y realizar un diagnóstico rápido ante cualquier avería.

2- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

A continuación, se describen los elementos para poder identificar los componentes de la instalación por su nomenclatura y así facilitar el manejo de los sistemas de diagnóstico y visualización.

Agrupación de motores por zonas

Las instalaciones que DCM S.L. desarrolla agrupa todos sus accionamientos por zonas, estando dichas zonas determinadas por el proceso productivo al que correspondan, siempre que no existan barreras físicas en el proceso.

En el caso que exista una barrera física que impida ver una parte del sistema que queremos controlar automáticamente, se subdivide en las zonas necesarias de forma que cada una de ellas permita arrancar y manejar siempre una zona visible y segura. Así pues, cada zona tendrá su propio panel de mandos, ya sea una pantalla HMI o un cuadro con pulsantería física, pudiendo trabajar por separado, siempre y cuando no dependan de otras zonas para su correcto funcionamiento.

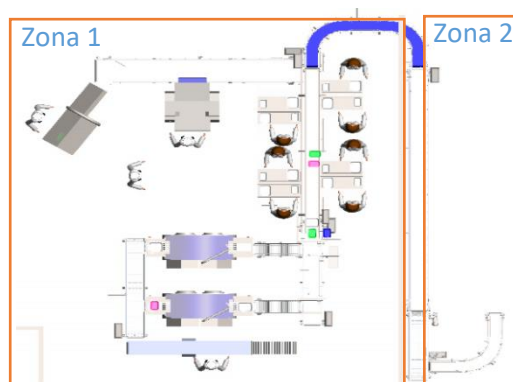


Ilustración 1: División de Zonas no visibles

Pese a que las zonas de producción estén separadas entre sí, para ofrecer una producción continua, evitando que fallos en una zona provoquen paradas en toda la instalación, se debe tener en cuenta que los fallos en las seguridades, como pulsar de una seta de emergencia, sí que pueden afectar a varias zonas de producción al mismo tiempo.

Esto es debido a que el criterio utilizado para la selección de las zonas a la que afectan las seguridades no se corresponde con mantener una producción continua, si no con garantizar la seguridad de las personas. Habitualmente, una seta de emergencia afectará a todos los componentes y zonas que se encuentren dentro de su rango de visión.

3- IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS

La identificación de los elementos de las instalaciones está definida de forma estándar en la empresa DCM S.L. y se sigue un criterio de identificación único. El nombre del elemento a identificar se compone primero de la abreviación del lugar sobre el que se sitúa, colocándose al final del nombre la abreviación del elemento al que hacemos referencia.

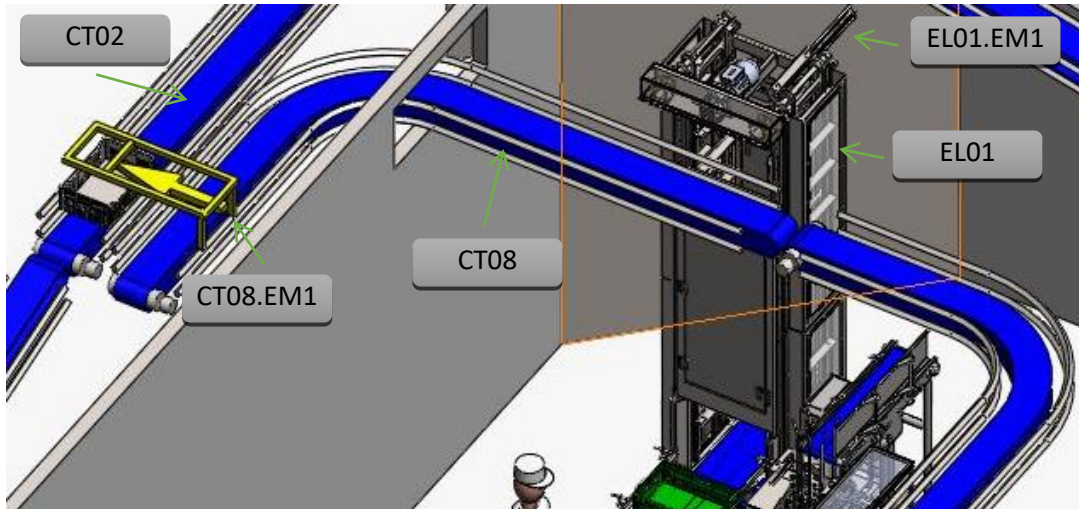


Ilustración 2: Identificación genérica

La nomenclatura para identificar los actuadores, tanto en pantalla como en identificadores de campo, más utilizadas son:

- **CTxxx:** Motor cinta transportadora.
- **CTxxx.TJxxx:** Tajadera sobre cinta transportadora indicada.
- **CTxxx.EMxxx:** Empujador sobre cinta transportadora indicada.
- **ELxxx:** Elevador según aplicación.
- **DPxxx:** Dispensador.
- **CLxxx:** Cabezal de llenado.
- **RTxxx:** Rodillada puede ser motorizada o no.

Donde xxx representa el número que identifica a cada elemento situado en una determinada zona. El número que identifica a cada componente situado sobre una cinta, aumenta en el sentido contrario a la dirección de la marcha de dicha cinta.

Los sensores utilizados en el control ubicados en la instalación siguen el mismo criterio de nomenclatura para su identificación, siendo las señales más utilizadas las siguientes:

- **Fotocélulas:** se identifican por la letra "B" acompañado del número de fotocélula. Pueden ser de cualquier tipo (barrera, espejo etc.). Los criterios seguidos para la nomenclatura de las fotocélulas son:
 - **B1:** Se utilizan en las tajaderas, en las cintas y en los empujadores para indicar presencia de objeto.
 - **CTxxx.TJxxx.IN.B1:** Indicación presencia en tajadera.
 - **CTxxx.TJxxx.EM.B1:** Indicación presencia en el empujador.
 - **CTxxx.IN.B1:** Fotocélula referida a la CT ya que ésta no tiene elementos sobre ella.

- **B2:** Usadas normalmente para indicar acúmulos. En las tajaderas siguen el mismo criterio, siendo la más alejada de la tajadera y en los empujadores de cambio de cinta para indicar hueco en la cinta destino.
 - **CTxxx.TJxxx.IN.B2:** Acúmulo tajadera.
 - **CTxxx.EMxxx.IN.B2:** Bloqueo de empuje por presencia objeto.
 - **CTxxx.IN.B2:** Acúmulo en la cinta, no tiene elementos sobre ella.

- **Reed o detector magnético de cilindro:** se identifican por las letras “RE” seguido de una “A” si está extendido o seguido por una “R” si se encuentra recogido. Indican la posición del vástago.
 - **RE_R:** señal de estado de reposo. Indica que el pistón o cilindro no está accionado (estado recogido).
 - **CTxxx.TJxxx.IN.RE_R:** Tajadera posición atrás.
 - **CTxxx.EMxxx.IN.RE_R:** Empujador en posición atrás.
 - **RE_A:** Indica que se ha alcanzado la posición final tras accionarse el pistón. (estado expandido)
 - **CTxxx.TJxxx.IN.RE_A:** Tajadera posición de avance.
 - **CTxxx.EMxxx.IN.RE_A:** Empujador en posición de avance.

- **Indicador de marcha:** se identifican por las letras “KM” seguido de una “A” si es el indicador de Avance o seguido por una “R” si es el indicador de Retroceso.
 - **KMA:** Enclavamiento actuador hacia delante.
 - **KMR:** Enclavamiento actuador hacia atrás.

- **Setas de Emergencia:** cuando se encuentran sobre una cinta transportadora se identifican por el nombre de la cinta en el que está posicionado seguido por la letra “E”. En cambio, cuando se encuentra en un armario o cuadro de control, se identifican por el nombre del cuadro seguido de una “E”:

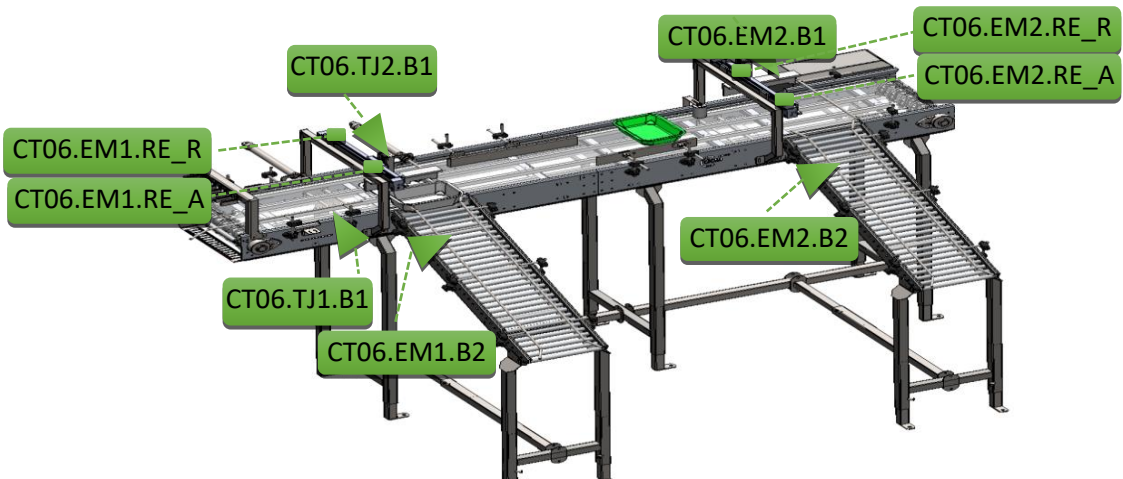


Ilustración 3: Identificación de sensores

4- CONTROL Y DIAGNÓSTICO DE LA INSTALACIÓN

A lo largo de este apartado se describen todos los sistemas de visualización que DCM S.L. ofrece para el diagnóstico y control de sus instalaciones, ya sea mediante indicadores y alarmas en pantalla, como identificación mediante el estado de las balizas distribuidas por la instalación.

4.1 Identificación del estado de la instalación.

Todos los sistemas se pueden separar en cinco estados de funcionamiento, dependiendo tanto del estado del panel de control como del estado de los componentes.

A continuación, se describe cada uno de los estados:

- **Parado:** en este modo la máquina o instalación no se mueve bajo ninguna circunstancia. No se permitirá mover ningún elemento en manual ni se podrá activar el estado automático. Se identifica en los visualizadores de estado de cada zona como se muestra en la *figura 4*. Para cambiar a modo manual, es necesario arrancar la zona mediante los pulsadores de marcha.



PARADO

Ilustración 4: Modo Parado

- **Emergencia Activa:** cuando alguna de las seguridades de la zona no este activa o no esté acusada tras su desactivación, la zona queda inhabilitada. En este modo no se podrá maniobrar ningún elemento de la instalación. Se identifica en los visualizadores de estado de cada zona como se muestra en la *figura 5*.



EMERGENCIA
EN ZONA

Ilustración 5: Modo Emergencia

- **Modo Manual:** modo en el que el operario puede interactuar con el sistema mediante los controles manuales de los que dispone los interfaces de la pantalla. Este modo de funcionamiento tiene en cuenta los enclavamientos de seguridad de los elementos, pero no los enclavamientos de control. Se identifica en los visualizadores de estado de cada zona como se muestra en la *figura 6*



Sistema en:
MANUAL

Ilustración 6: Modo Manual

- **Modo Automático:** en este modo la máquina trabaja bajo unas condiciones determinadas de forma automática. Se identifica en los visualizadores de estado de cada zona como se muestra en la *figura 7*.



Sistema en:
AUTOMÁTICO

Ilustración 7: Modo Automático

- **Modo Lavado:** se mueven en continuo todos los motores de la instalación, mientras los accionamientos neumáticos se recogen y se bloquean. Se usa para facilitar su limpieza. Nunca trabajar en producción con las líneas si está activado este modo ya que no se evaluará la lógica de control. Se identifica en los visualizadores de estado de cada zona como se muestra en la *figura 8*.



Sistema en:
MODO
LAVADO

Ilustración 8: Modo Lavado

4.2 Identificación de alarmas de la instalación.

Cada una de las instalaciones tiene estandarizada las alarmas propias de los motores y las de los actuadores neumáticos, así como algunas alarmas generales. Además, en cada instalación existen unas alarmas específicas propias, estas alarmas se mostrarán en el grupo de alarmas generales junto con las alarmas de setas y protecciones.

Las alarmas se clasifican en tres grupos principales: alarmas de motores, alarmas de actuadores neumáticos y alarmas generales. También se podrá encontrar un histórico de alarmas donde se registran todas las alarmas de la instalación, sin filtrar por tipos.

Alarmas de motores:

- **Motor bloqueado o Manual. Arrancador/variador CTXX:** El motor especificado se encuentra bloqueado por pantalla o en modo manual, ya sea por un fallo de la instalación o por la manipulación de un operario.
- **Fallo de potencia en arrancador/variador CTXX:** Lo generan los variadores en caso de algún fallo en la etapa de potencia o la desconexión de los térmicos situados en el cuadro. Se debe revisar el estado de los térmicos de los motores y el fallo que indique el variador en el BOP1, ya que puede ser causa de un mal estado de la instalación o del actuador.
- **Fallo térmico CTXX:** Entrada digital que indica el estado de las protecciones térmicas. Solamente lo incorporan los mototambores. Aparece este fallo cuando se supera la temperatura de trabajo de uno de los mototambores, pues causa que su termostato de seguridad abra el contacto. Se debe comprobar dichas protecciones y verificar que no es causa del cableado.
- **Fallo de confirmación de marcha CTXX:** Entrada digital que indica que el accionamiento del motor no ha confirmado su activación. Si ocurre se deberá revisar el estado del contactor, en caso de motores directos, por si este estuviese pegado. En el caso de producirse en variadores, este fallo se origina también debido a una velocidad nula. Como última opción, revisar el cableado de las señales de maniobra del motor.

Alarmas de actuadores neumáticos:

- **EV bloqueado o Manual. Válvula CTXX_EMX:** La válvula especificada se encuentra bloqueada por pantalla o en modo manual, ya sea por un fallo de la instalación o por la manipulación de un operario.
- **Fallo de tiempo en movimiento CTXX_EMX:** El pistón no ha completado su recorrido en un tiempo determinado, debido probablemente a algún impedimento mecánico o a un fallo eléctrico en los reeds de detección. Si el fallo persiste en cada movimiento, y el pistón funciona con normalidad, se debe revisar el estado de los sensores que lleva incorporado el pistón mediante la pantalla de control neumático.

¹ Basic Operation Panel: Dispositivo de Siemens que permite manipular y acceder a la información que proporciona un variador propio de Siemens. https://www.downloads.siemens.com/download-center/d/SINAMICS-Basic-Operator-Panel-2--BOP-2--Operating-Instructions_A6V10370485_hq-en.pdf?mandator=ic_bt&segment=HQ&fct=downloadasset&pos=download&id1=A6V10370485

Alarmas generales de la instalación.

En este punto se tratan las alarmas estándar generales. Para obtener más información sobre las alarmas específicas del sistema que aparecerán en este grupo diríjase al punto donde se tratan las especificaciones particulares del sistema, en el apartado de Alarmas específicas.

➤ **Fallo de presión en la instalación.**

La presión en la instalación es baja o nula, se debe revisar que el presostato está en correcto funcionamiento y que existe presión en la instalación.

➤ **Estado de protecciones Dif. Grupo X**

Uno de los diferenciales del cuadro se ha disparado o el contacto del diferencial falla.

➤ **Estado de protecciones F.A. murr 4x24Vdc**

Uno de los canales de alimentación de corriente continua está en fallo o la fuente de alimentación no suministra la tensión necesaria para el correcto funcionamiento de los elementos del cuadro.

➤ **Seta de emergencia _ _ _ _ _ pulsada**

El pulsador o seta de emergencia especificado ha sido pulsado. Al ser un elemento de seguridad de la instalación, se recomienda revisar el estado de la instalación antes de rearmar y seguir con la producción.

4.3 Identificación de estados mediante las balizas indicativas.

La instalación dispone de balizas que ayudan a identificar los diferentes estados del sistema. Existen dos tipos de balizas indicativas, las que están situadas sobre las pantallas HMI, que indican un resumen de todas las zonas que controla dicha pantalla, y las colocadas sobre los cuadros situados en la instalación, que indican el estado de la zona específica a la que pertenece el cuadro. Mediante los códigos de colores se identifican los siguientes estados:

➤ **Baliza verde fija:** Todas las zonas controladas se encuentran en automático y funcionando.

➤ **Baliza verde intermitente:** alguna de las zonas que controlas se encuentran en manual.

➤ **Baliza naranja fija:** El sistema se encuentra en modo lavado (Al requerir el modo lavado estar el sistema en automático se encontrará encendida la baliza verde, y al encontrarse los elementos neumáticos bloqueados, se encontrará encendida la baliza roja).

➤ **Baliza naranja intermitente:** Hay algún actuador en aviso por no haber realizado su recorrido en el tiempo correspondiente “*timeout*”. También se utiliza para indicar avisos específicos del sistema.

➤ **Baliza roja:** alguna de las zonas tienen algún elemento en fallo o algún elemento de seguridad esta pulsado o accionado, se suele acompañar con sonido acústico de la baliza.

➤ **Baliza acústica:** Si se producen pitidos cortos y continuados indica que alguna zona se va a poner en funcionamiento. En cambio, si son pitidos prolongados y lentos indica que hay algún fallo en la instalación (se acompaña con la baliza roja encendida).

4.4 Leyenda de símbolos específicos del sinóptico de pantalla.

Descripción de los indicadores que podemos encontrar en la pantalla de visualización del sistema para realizar una identificación rápida del diagnóstico de la instalación.







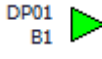
Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Seta de emergencia desactivada		Cilindro en automático
	Seta de emergencia activada		Cilindro en manual
	Visor de estado de zona		Cilindro en fallo de movimiento
	Visor de selección de línea		Condensa Activa
	Motor en Manual		Condensa no Activa
	Motor en Marcha		Alarma activa
	Motor en Fallo		Fotocélula sin presencia
	Motor en Auto parado		Fotocélula con presencia

Tabla 1: Símbolos del sistema

5- CONTROL INDIVIDUAL DE ACCIONAMIENTOS

Existe la posibilidad en todas las instalaciones montadas por DCM S.L. de interactuar de forma individual con cada uno de los accionamientos.

Para ello se dispone de unos controles asociados a cada uno de estos accionamientos, situados en las pantallas táctiles de la instalación. Esto permitirá que, aunque una zona concreta esté trabajando en modo automático, se pueda mover en manual un determinado motor o electroválvula de la misma, e incluso “bloquearlo”, así como visualizar los sensores asociados al elemento seleccionado.

La opción de “bloquear” un elemento permite no tener en cuenta cualquier fallo propio de dicho elemento en la instalación, permitiendo mover en automático el resto de motores y electroválvulas de la zona (p.e. un motor se ha quemado, pero se desea seguir moviendo el resto de la zona en automático, para lo cual se bloquea el motor correspondiente, así el programa no tendrá en cuenta el fallo).

6- ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA

6.1 Descripción.

La instalación consta de un dispensador de barquetas que, mediante un conjunto de poleas y electroválvulas, suministra un flujo continuo de envases de plástico a los cinco cabezales de llenado.

Los cabezales de llenado son los puntos en los cuales la carne fileteada se introduce en la bandeja o barqueta, siendo el nexo de unión entre la máquina de corte y la línea de transporte, utilizando para ello cintas, pistones y fotocélulas.

La distribución de bandejas de plástico se lleva a cabo a través de un sistema formado por cintas y sopladores, para direccionarlas al cabezal de llenado que corresponda, según el estado del resto de cabezales.

Una vez introducida la carne en la barqueta, se recogen en dos cintas colectoras, de forma que dos cabezales desembocan en una de las líneas, y los otros tres cabezales en la segunda. Después, ambas cintas colectoras convergen en una única cinta que lleva las barquetas a una máquina envasadora, previo paso por un punto de inspección.

Una vez envasada la carne mediante el termosellado de las bandejas, éstas son sometidas a una segunda inspección antes de que el personal de planta las recoja las barquetas válidas para su clasificación.

6.2 Modos adicionales

- Vaciado del dispensador y cambio de barqueta.

Utilizando la pantalla de “control del dispensador” se permite vaciar el dispensador y modificar el tipo de barqueta que es capaz de dispensar.

Para esta última labor es necesario que previamente se vacie tanto el dispensador como las calles que forman los cabezales de llenado, asegurando que no coexisten dos tipos distintos de barquetas en la instalación. Para ello se puede visualizar que calles se encuentran vacías en los indicadores de la zona superior derecha.

- Bloqueo de los cabezales de llenado.

Consiste en denegar el acceso de barquetas al cabezal o cabezales de llenado que se marquen en la pantalla correspondiente, deteniendo las cintas que lo componen.

6.3 Alarmas específicas.

A continuación, se enumeran las alarmas que se generan en la instalación y que no se han explicado con anterioridad.

Alarmas propias del dispensador:

- Atasco en la salida del dispensador DP01: La salida de barquetas, justo debajo del dispensador, se encuentra obstruida. Se da cuando se detecta excesivo tiempo barqueta en esa zona. Se ha de liberar la zona de forma manual y rearmar.
- Faltan Torres de Carga: No hay barquetas en el dispensador. Añadir torre de barquetas. No hace falta rearmar.
- Fallo de componente/fotocélula XXX: Fococélula o componente no funciona como debería. Comprobar si la zona está sucia o hay algún objeto obstruyendo el lugar. Tras solucionar el problema se debe rearmar.
- Atasco de carga DP01: Una torre de barquetas no ha entrado de forma correcta al dispensador y obstruye la entrada. No hace falta rearmar.

Alarmas propias de los cabezales de llenado:

- Atasco de cabezal de llenado CL-XX: Hay algún elemento bloqueando las cintas de entrada de barquetas del cabezal de llenado correspondiente o falla la fotocélula interior de acúmulo. No hace falta rearmar.
- Fallo de salida en cabezal de llenado CL-XX: Hay algún elemento bloqueando la salida de barquetas del cabezal de llenado, o algunas de las fotocélulas de salida está fallando. No hace falta rearmar.
- Falta de barquetas en cabezal de llenado CL-XX: No hay suficiente flujo de barquetas en la entrada. No hace falta rearmar.

7- GUÍA DE PANTALLAS

7.1 Pantalla Menú Principal.

Pantalla inicial que contiene los accesos a cada subdivisión de la pantalla de control.

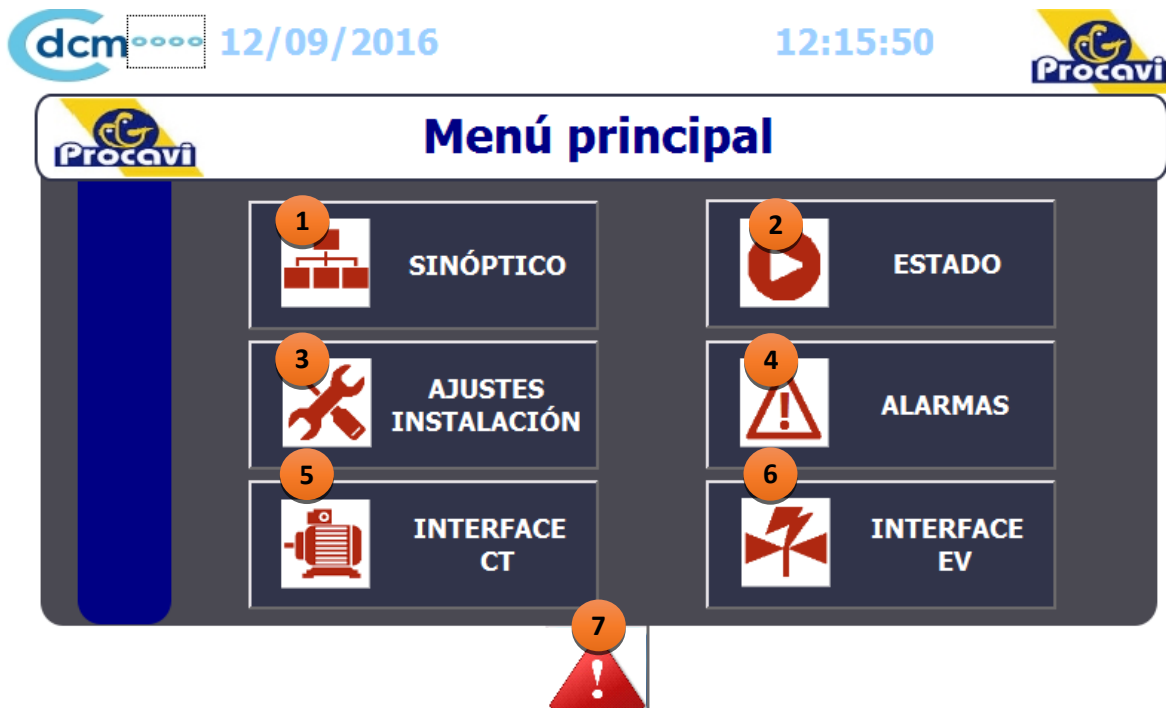


Ilustración 9: Interfaz del menú principal

- 1) **Sinóptico:** entrada a la representación gráfica del sistema desde la cual se accede a cualquier componente de la instalación.
- 2) **Estado Sistema:** aparece toda la información sobre el estado en el que se encuentra el sistema.
- 3) **Ajustes:** en esta pantalla se localizan todos los ajustes que se pueden realizar sobre el sistema.
- 4) **Alarmas:** acceso a las alarmas del sistema, donde se muestran todas las alarmas activas en el sistema, divididas en grupos.
- 5) **Control Motores:** acceso a la interfaz de control de motores de la instalación.
- 6) **Control Neumática:** acceso a la interfaz de control de actuadores neumáticos.
- 7) Es un indicador que indica si existe algún fallo en el sistema activo.

7.2 Sinóptico.

El sinóptico se divide en dos grupos, sinóptico principal donde observar el conjunto de la instalación, así como el estado de las seguridades, condenas y las principales variables que afectan al funcionamiento del mismo.

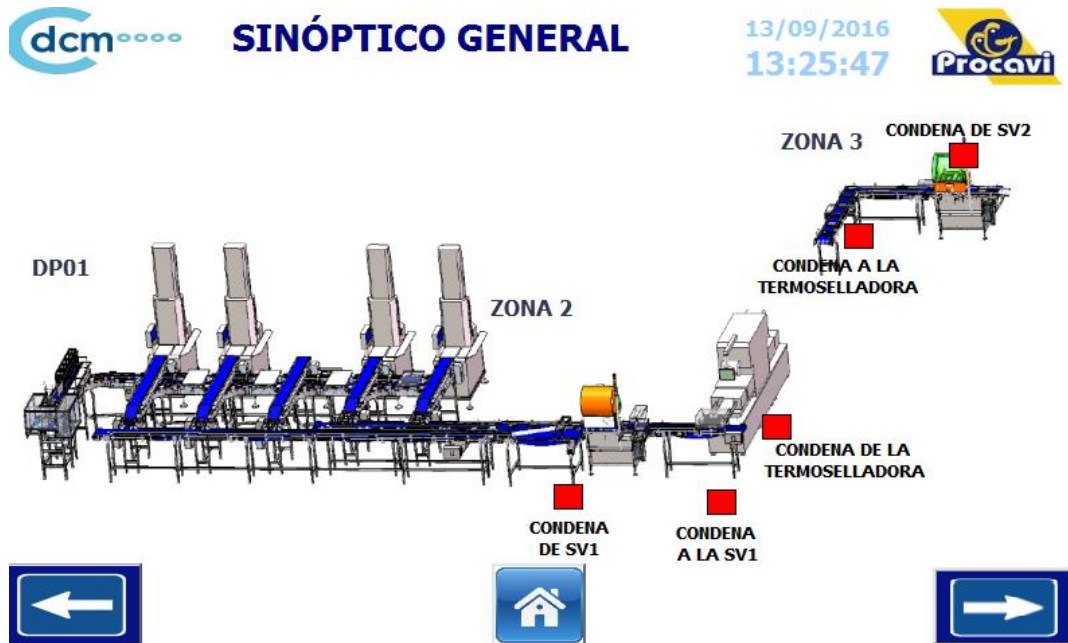


Ilustración 10: Interfaz del sinóptico general

Sinópticos secundarios donde acceder a áreas más específicas de la planta o línea. Para acceder a dichos sinópticos, solo se debe pulsar sobre el lugar al cual se desea acceder. Éstas imágenes muestran los elementos instalados y ofrecen una vía visual a dichos elementos sin necesidad de conocer su nomenclatura, únicamente pulsando sobre ellos se accederá a su interfaz correspondiente.

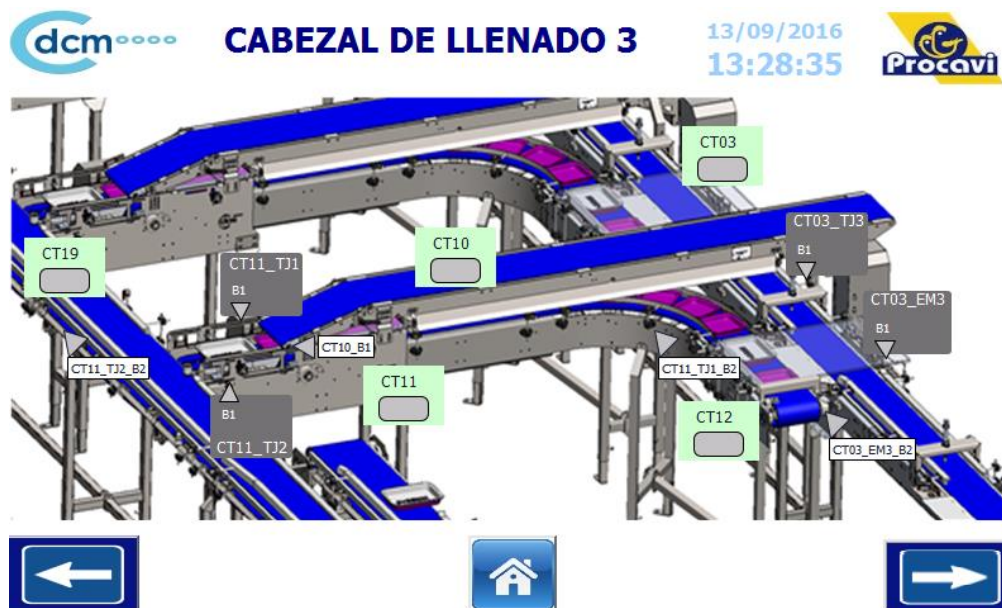


Ilustración 11: Interfaz de un cabezal de llenado

7.3 Alarmas.

La pantalla de alarmas muestra todas las alarmas especificadas en el apartado de “Alarmas de la instalación”, junto con las alarmas propias del sistema, todas ellas filtradas en cuatro grupos:

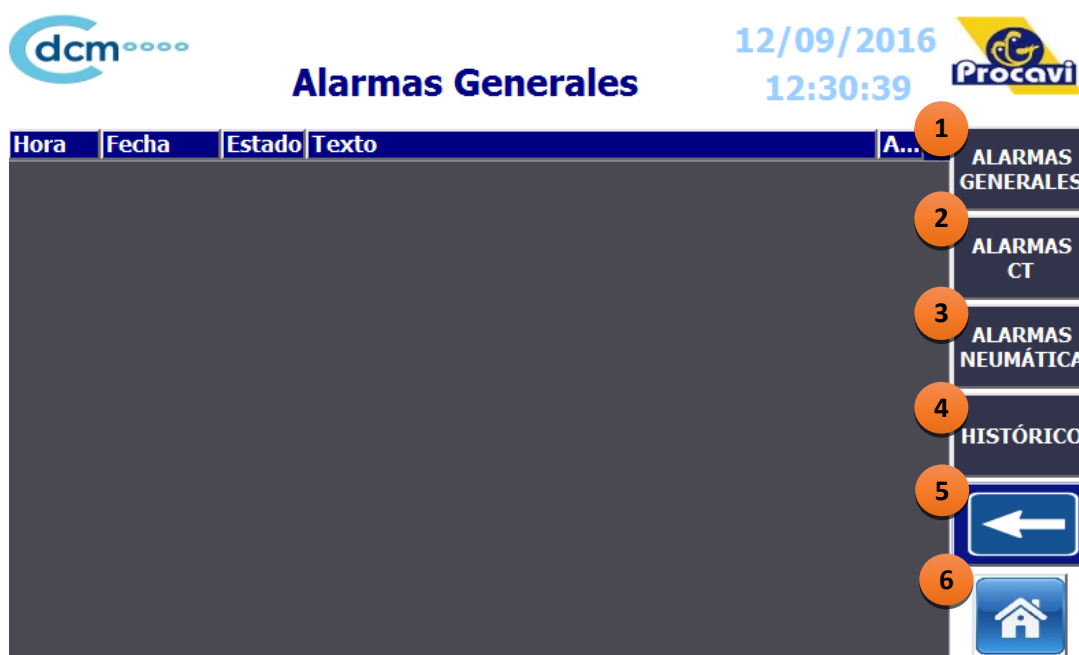


Ilustración 12: Interfaz de las alarmas

- 1) **Alarmas Generales:** se muestran las alarmas activas, o no acusadas, que sean consideradas generales de la instalación, es decir, las que afectan a más de un componente.
- 2) **Alarmas Motores:** se muestran las alarmas específicas de los motores de la instalación que están en ese momento activas o sin acusar.
- 3) **Alarmas Neumáticas:** se muestran las alarmas específicas de los actuadores neumáticos de la instalación que están en ese momento activas o sin acusar
- 4) **Histórico Alarmas:** muestra un registro histórico de todas las alarmas que se activan en la instalación, no se puede borrar.
- 5) **Atrás:** vuelve a la pantalla anterior
- 6) **Home:** vuelve al menú principal

A la hora de identificar las alarmas siempre hay que centrarse primero en identificar y solucionar cada una de las alarmas generales del sistema antes de tratar de solucionar las alarmas específicas de los actuadores.

Un ejemplo: aparece una fuente de alimentación en fallo y debido a esto no se registra ninguna de las entradas de los termistores de la instalación. En tal caso, en la sección de “Alarmas de motores”, aparecerán todas las alarmas de los termistores en fallo, pero en “Alarmas generales” se indica que una de las fuentes está en fallo. La avería se soluciona simplemente rearmando la fuente. Una vez rearmada, se verifica si todos los fallos de motor están corregidos.

Otro ejemplo: se queda sin tensión un bloque de variadores. Se marcará como fallo la etapa de potencia de cada uno de ellos, pero la avería es común, y en alarmas generales se especifica que automático está caído.

7.4 Control Motores.

Panel de control tipo para motores montados por la empresa DCM S.L. Desde esta interfaz se controla cada uno de los motores que componen la instalación. Además, permite la visualización del estado de los mismos y de las señales asociadas a éste.

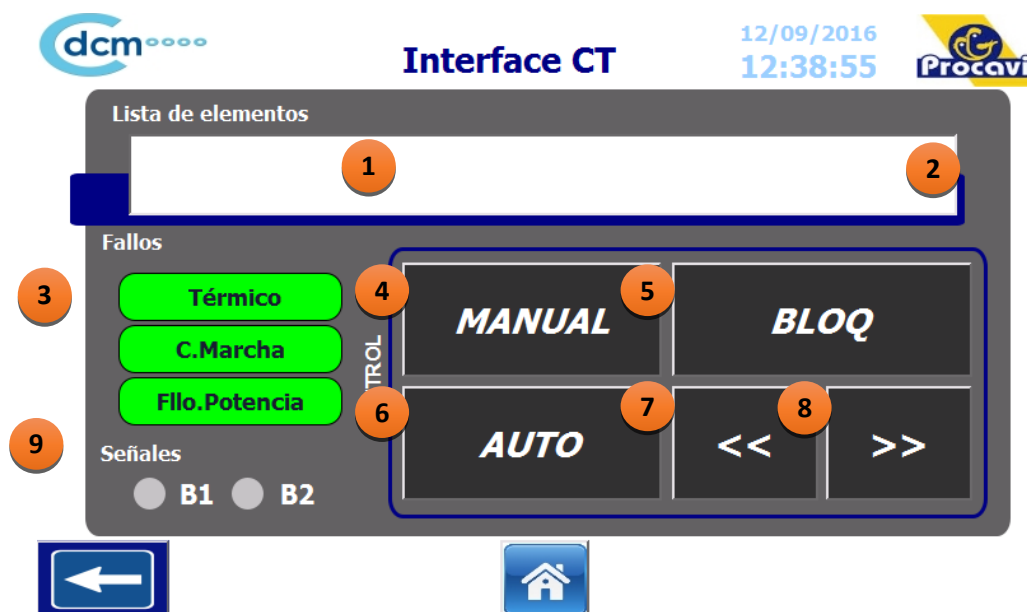


Ilustración 13: Interfaz del control manual de cintas

- 1) **Descripción del componente:** se muestra el nombre del componente sobre el que se está interactuando. Si se pulsa sobre el área aparece una lista desplegable con todos los actuadores que se pueden controlar.
- 2) **Selector de elemento:** se utilizan para cambiar de componente sin necesidad de abrir la lista desplegable.
- 3) **Fallos de motor:** se muestran las alarmas específicas del motor seleccionado que están en ese momento activas o sin acusar.
- 4) **Selector manual:** el pulsador se utiliza para pasar el dispositivo a modo manual, cambiando de apariencia con la selección. Funciona, siempre y cuando la zona esté en marcha y sin fallos.
- 5) **Bloquear actuador:** el pulsador se utiliza para bloquear el dispositivo, cambiando de apariencia cuando se encuentra bloqueado.
- 6) **Selector automático:** el pulsador se utiliza para pasar el dispositivo a modo automático, cambiando de apariencia con la selección. Funciona, siempre y cuando la zona esté en automático.
- 7) **Movimiento de retroceso:** solo se encuentra habilitado en cintas o máquinas que sean bidireccionales.
- 8) **Movimiento en avance:** se activa el movimiento de avance habitual del actuador.
- 9) **Señales asociadas:** cambia de estado cuando se activan las fotocélulas asociadas al componente seleccionado.

Con los pulsadores de modo “**automático**” y “**manual**” se cambia el modo de funcionamiento del accionamiento seleccionado. Para poder poner un accionamiento en automático, es necesario que la zona a la que pertenece esté también en automático. Para poder mover un accionamiento en manual, se debe tener la zona en marcha (con el pulsador “Start”) y sin alarmas activas.

La opción de bloqueo permite no tener en consideración el fallo general de la instalación para mover en automático un motor (p.e. un motor se ha quemado, pero se desea seguir moviendo el resto de la zona en automático, para lo cual se bloqueará dicho motor).

7.5 Control Neumático.

Panel de control tipo para actuadores neumáticos montados por la empresa DCM S.L., desde esta interfaz se controla cada uno de los actuadores que componen la instalación. Además, permite la visualización del estado de los mismos y de las señales asociadas a éste.

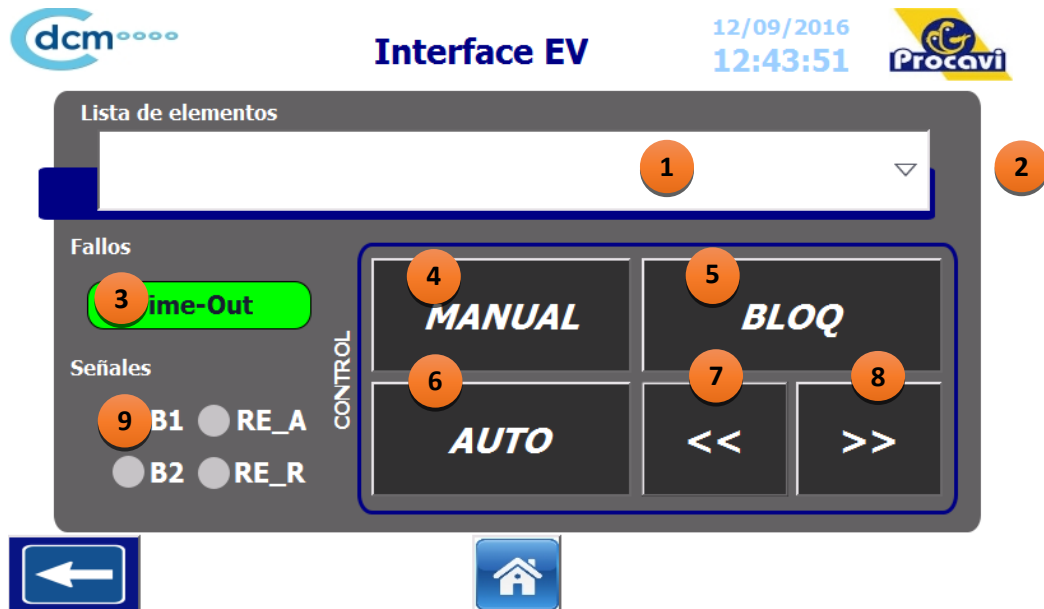


Ilustración 14: Interfaz del control manual de electroválvulas

- 1) **Descripción del componente:** se muestra el nombre del componente sobre el que se está interactuando. Si se pulsa sobre el área aparece una lista desplegable con todos los actuadores que se pueden controlar.
- 2) **Selector de elemento:** se utilizan para cambiar de componente sin necesidad de abrir la lista desplegable.
- 3) **Fallos de motor:** se muestran las alarmas específicas del actuador seleccionado que están en ese momento activas o sin acusar
- 4) **Selector manual:** el pulsador se utiliza para pasar el dispositivo a modo manual, cambiando de apariencia con la selección. Funciona, siempre y cuando la zona esté en marcha y sin fallos.
- 5) **Bloquear actuador:** el pulsador se utiliza para bloquear el dispositivo, cambiando de apariencia cuando se encuentra bloqueado.
- 6) **Selector automático:** el pulsador se utiliza para pasar el dispositivo a modo automático, cambiando de apariencia con la selección. Funciona, siempre y cuando la zona esté en automático.
- 7) **Movimiento de retroceso:** solo se encuentra habilitado en elementos que sean bidireccionales.
- 8) **Movimiento en avance:** se activa el avance normal del actuador.
- 9) **Señales asociadas:** cambia de estado cuando se activan las fotocélulas y los reeds asociadas al componente seleccionado.

Con los pulsadores de modo “automático” y “manual” se cambia el modo de funcionamiento del accionamiento seleccionado. Para poder poner un accionamiento en automático, es necesario que la zona a la que pertenece esté también en automático. Para poder mover un accionamiento en manual, se debe tener la zona en marcha (con el pulsador “Start”) y sin alarmas activas.

7.6 Ajustes.

La pantalla principal de ajustes muestra los campos en los cuales el operario puede interactuar con las variables del sistema, ya sean tiempos, ajuste de recetas, velocidades de las cintas etc. Esta pantalla suele variar según la instalación.

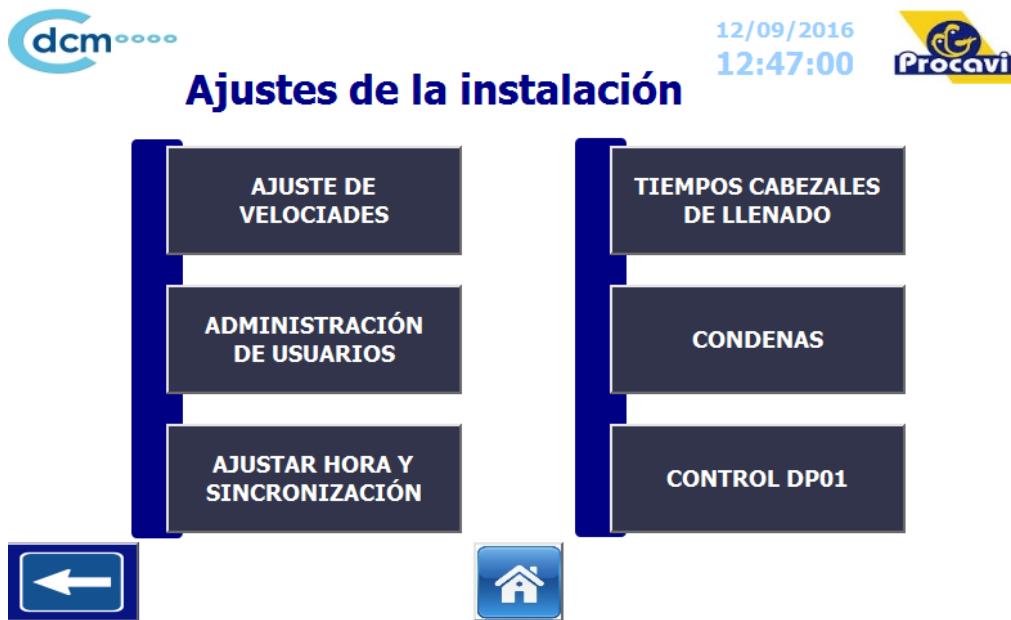


Ilustración 15: Ajuste de instalación

7.7 Control de entrada de usuarios.

La pantalla de control de usuarios se utiliza para crear usuarios de sistema y otorgarles un nivel de acceso predefinido, así como cambiar contraseñas y privilegios.

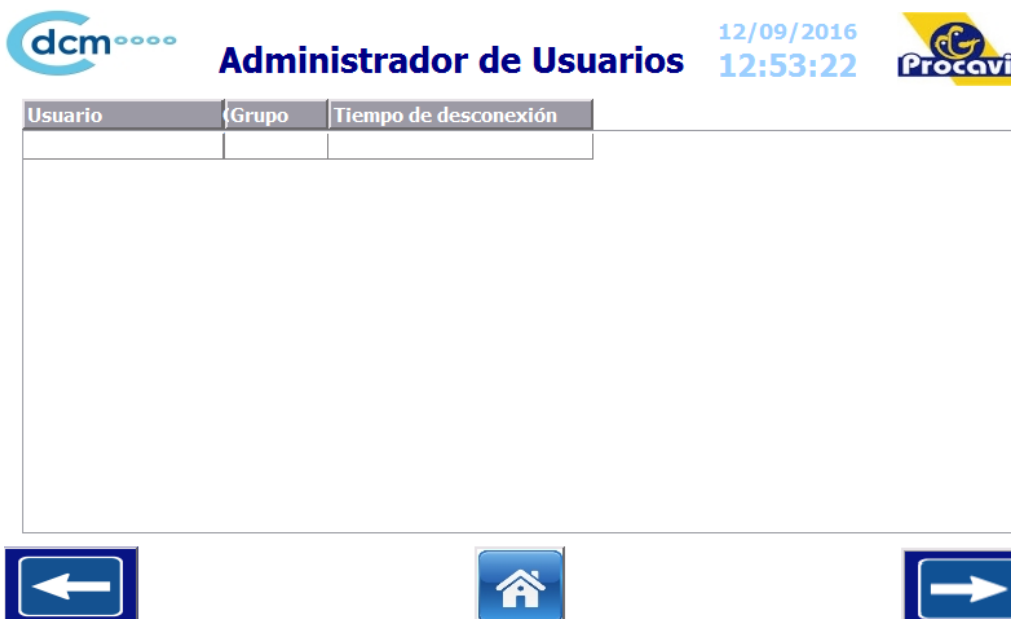


Ilustración 16: Interfaz del administrador de usuarios

7.8 Ajustes de fecha y hora de la instalación.

La siguiente pantalla de ajustes se utiliza para sincronizar la fecha y hora entre pantalla y PLC. Con esto se consigue un registro de alarmas con fecha y hora actuales.

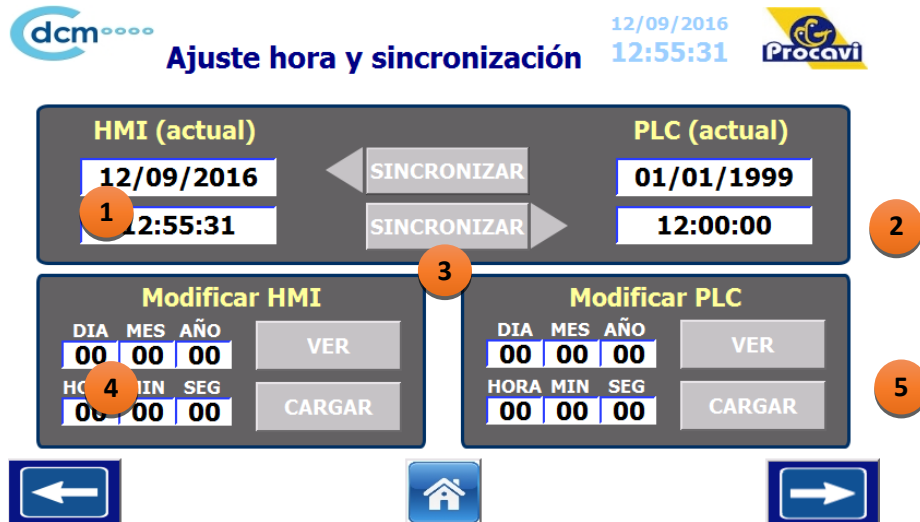


Ilustración 17: Ajuste de hora y fecha del controlador y la pantalla

- 1) Se muestran la fecha y la hora internas de la pantalla HMI. Es un campo de solo salida. Si se quiere modificar la fecha y/u hora de la pantalla, se debe recurrir a la ventana "modificar HMI", situada abajo.
- 2) Se muestran la fecha y la hora internas del PLC. Es un campo de solo salida. Si se quiere modificar la fecha y/u hora del PLC, se debe recurrir a la ventana "modificar PLC", situada abajo.
- 3) Presionar para sincronizar la fecha y hora de la pantalla HMI (origen) y la del PLC (destino).
- 4) Pulsando el botón "VER" se muestran la fecha y la hora internas del PLC. El campo es de salida y entrada. Si se quiere modificar la fecha y/u hora, se debe pulsar el campo correspondiente e introducir los nuevos valores y a continuación pulsar el botón "CARGAR".
- 5) Pulsando el botón "VER" se muestran la fecha y la hora internas de la pantalla HMI. El campo es de salida y entrada. Si se quiere modificar la fecha y/u hora, se debe desactivar el botón VER, luego pulsar sobre el campo correspondiente e introducir los nuevos valores y a continuación pulsar el botón "CARGAR".
- 6) Se muestran la fecha y la hora internas de la pantalla HMI. Es un campo de solo salida. Si se quiere modificar la fecha y/u hora de la pantalla, se debe recurrir a la ventana "modificar HMI", situada debajo.

7.9 Condenas.

En esta sección se puede simular las condenas, tanto que envía la línea a las máquinas independientes (termoselladora, sistemas de visión, TVI) como las que recibe la línea de elementos externos a ella (termoselladora, sistemas de visión).



Ilustración 18: Control de condenas en HMI

- OFF -> La condena no está simulada
- ON -> La condena está simulada

7.10 Ajuste de velocidades

La pantalla de ajuste de velocidades permite variar las velocidades de los motores que tengan variador y guardar diferentes configuraciones en diferentes recetas. Este modo se encuentra protegido por contraseña y no se debe modificar sin autorización.

Para modificarlas, se debe tocar la casilla de la velocidad a variar e introducir un valor entre 40% y 160%, porcentajes que hacen referencia a la velocidad nominal de dicho motor.



Ilustración 19: Interfaz de velocidad de variadores

1. **Receta Actual:** indica que receta se encuentra cargada en la instalación
2. **Velocidades de cada motor:** se muestra en porcentaje sobre la velocidad nominal
3. **Cargar:** carga la receta que se encuentre en el menú desplegable 4
4. **Menú desplegable:** muestra las recetas existentes
5. **Guardar:** la configuración actual se guarda en la receta que aparezca en el menú desplegable 4
6. **Atrás:** vuelve a la pantalla anterior
7. **Home:** vuelve al menú principal
8. **Adelante:** salta a la siguiente pantalla de Ajuste

7.11 Ajuste de los Cabezales de Llenado

En esta pantalla se permite configurar los parámetros que intervienen para el llenado de la bandeja en los cabezales de llenado. Además, permite bloquear y desbloquear cualquiera de los cabezales.



Ilustración 20: Interfaz de control de parámetros de los cabezales de llenado

1. **Tiempo de caída en movimiento:** tiempo de sincronización entre barqueta y carne cuando la carga se efectúa a velocidad nominal. En milisegundos
2. **Tiempo de caída en parada:** tiempo de sincronización entre barqueta y carne cuando la carga se efectúa partiendo de un estado de cinta parada. En milisegundos.
3. **Bloquear:** deniega el acceso de barquetas al cabezal de llenado seleccionado, deteniendo las cintas que lo componen.
4. **Atrás:** vuelve a la pantalla anterior
5. **Home:** vuelve al menú principal
6. **Adelante:** salta a la siguiente pantalla de Ajuste

7.12 Control del dispensador DP01

La pantalla de control del dispensador permite conocer el estado en el que se encuentra además de añadir las opciones de vaciar el dispensador y modificar el tipo de barqueta que es capaz de dispensar.

Para esta última labor es necesario que previamente se vacie tanto el dispensador como las calles que forman los cabezales de llenado, asegurando que no coexisten dos tipos distintos de barquetas en la instalación. Para ello se puede visualizar que calles se encuentran vacías en los indicadores de la zona superior derecha.

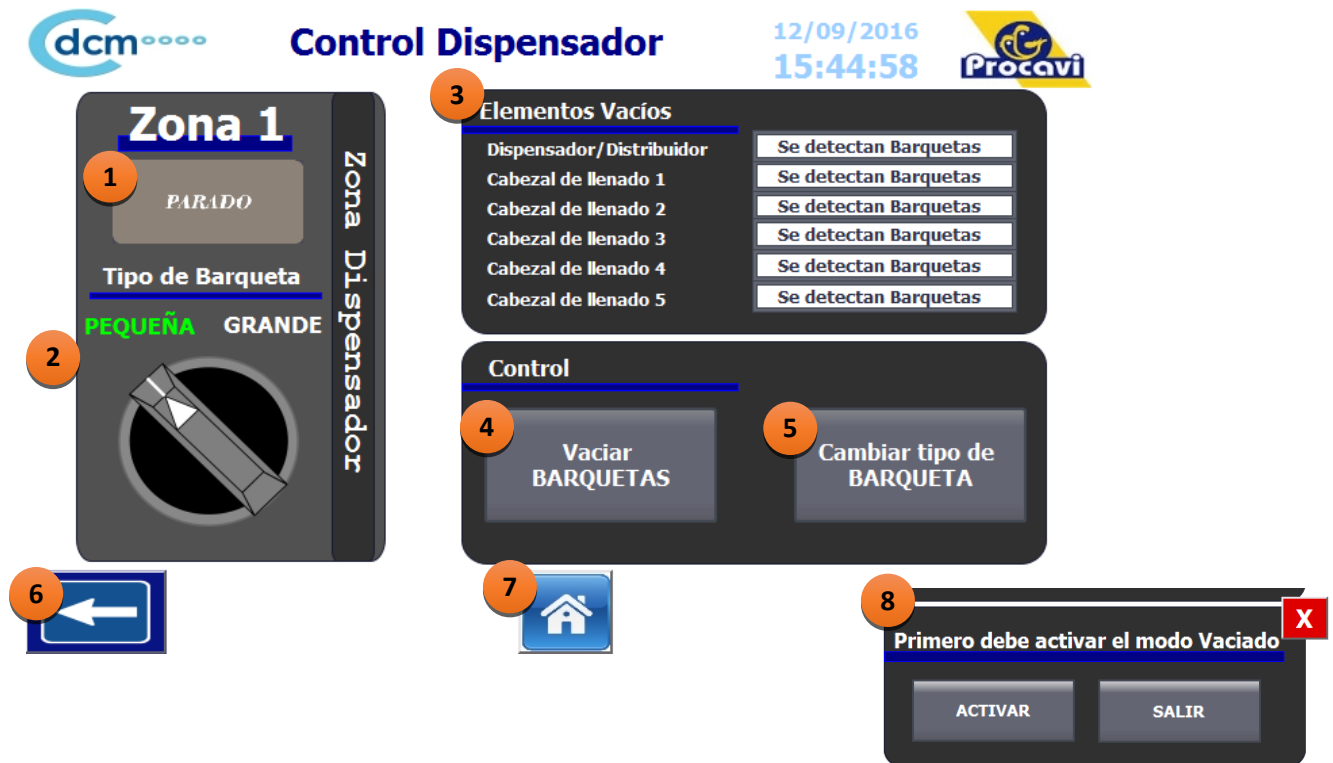


Ilustración 21: Pantalla de control del dispensador

- 1) **Indicador de estado:** se muestra el estado actual de la zona del dispensador.
- 2) **Selector del tipo de barqueta:** se utiliza para cambiar el tipo de barqueta que se va a dispensar, utilizando para ello una tajadera, situada en el propio dispensador. Se requiere haber vaciado el dispensador y la zona 2 para poder modificar el selector.
- 3) **Indicador de zonas vacías:** se muestra que calles se encuentran vacías y cuales tienen barquetas.
- 4) **Vaciar Barquetas:** Activa el vaciado de barquetas del dispensador, evitando que entren más barquetas y dispensando todas las que le queden.
- 5) **Cambiar el tipo de Barqueta:** evalúa el estado de las cintas de la instalación y el dispensador, en caso de requerir que se vacie la instalación primero, aparecerá una ventana emergente (8). Una vez toda la instalación esté vacía, permitirá modificar el selector 2.
- 6) **Atrás:** vuelva a la pantalla anterior
- 7) **Ventana emergente modo lavada:** la ventana aparece para confirmar que se quiere activar o desactivar el modo lavado, para evitar la manipulación por error.
- 8) **Ventana emergente:** aparece cuando la instalación no está vacía. Al aceptar, el dispensador y los cabezales de llenado entran en modo vaciado.

7.13 Estado del sistema.

Desde la pantalla principal y pulsando el indicador de “Estado”, se accede a la pantalla que posee los controles para la visualización del estado de la instalación. También actúa como panel de control en instalaciones dónde no se tenga un panel de mando mediante pulsatería.



Ilustración 22: Control del estado de las zonas

- 1) **Zona:** se muestra el nombre de la zona a la que pertenece el panel.
- 2) **Indicador de estado:** se muestran el estado actual de la zona.
- 3) **Selector manual/automático:** se utiliza para cambiar la zona de manual a automático siempre que no exista un selector externo. De ser así, actúa como un resumen de la posición los selectores externos.
- 4) **Modo Lavado:** con el pulsador de modo lavado se puede intercambiar la zona de automático a modo lavado. Este botón aparecerá cuando la zona esté en automático. De no ser así se mantendrá oculto.
- 5) **Atrás:** vuelva a la pantalla anterior
- 6) **Ventana emergente modo lavada:** la ventana aparece para confirmar que se quiere activar o desactivar el modo lavado, para evitar la manipulación por error.

Para cambiar la zona de manual a automático, **se requiere** una transición del selector de manual a automático, lo que se denomina como **flanco de automático**, estando el sistema en estado “Manual”. Si el estado de la instalación o línea es parado, primero se debe poner la instalación en marcha mediante el botón verde físico del cuadro. Si una vez realizado este paso, la zona no cambiara a estado manual, se deberá verificar el estado de las alarmas, pues si existe alguna alarma activa o sin acusar, el sistema no cambia a modo automático.